

На правах рукописи

Унщиков Александр Александрович

АНАЛИЗ НОРМАТИВНЫХ МЕТОДИК РАСЧЕТА ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК
НА ПРЕДМЕТ ВЫЯВЛЕНИЯ НЕДОСТАТКОВ И РАЗРАБОТКА
ВЕКТОРНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ
ПО ПОДБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ
ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ (НА ПРИМЕРЕ ООО «ТЕХНОЛОГИЯ»)

Специальность 08.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция,
кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Оренбург 2018

Работа выполнена в ООО «Магистраль» (г. Оренбург)

Научный руководитель: доктор технических наук
Лодочкин Николай Иванович

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор академик РАЕН, АВН
Попов Павел Георгиевич
доктор технических наук, профессор, академик РАЕН
Лопатин Владимир Никифорович
доктор технических наук, профессор
Косарев Александр Владимирович

Ведущая организация: Образовательное и научно-исследовательское
негосударственное частное учреждение «Академия
Ноосферного Образования», 127005, г. Москва,
Вадковский пер., д. 25/35, пом. № 2.

Защита состоится 14 сентября 2018 г. в 12⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 012.005.13 при Балаковском институте бизнеса и управления по адресу: ул. 1 мая, 10, стр. 1, конференц-зал отеля «Изумруд», г. Балаково, Саратовская область, 413800.

Отзывы на автореферат высылать по адресам: г. Балаково, Саратовская область, 433860, ОПС 20, а/я 328, Балаковский институт бизнеса и управления; E-mail: bibu_rect@mail.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Балаковского института бизнеса и управления.

Автореферат разослан 10 августа 2018 г.

Ученый секретарь диссертационного совета д.э.н. МАН
ВЭ, к.псх.н., доцент



М.В. Пономарёва

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Основные принципы развития теплоэнергетики в регионах России

1. Приоритетность децентрализации теплоснабжения потребителей тепловой энергии, включая отопление, ГВС и технологические процессы. Снижение потерь тепла на собственные нужды в котельных, потерь в тепловых сетях, зданиях и сооружениях потребителя и потерь на собственные нужды технологических процессов.

2. Формирование себестоимости на единицу тепловой энергии с учетом снижения тарифа за тепловую энергию, включая снижение расходов воды, эл. энергии, выработку тепловой энергии, транспортировку. Теплоснабжение - это наиболее важная сервисная услуга, продолжительность которой в регионах России составляет в среднем 210 дней в году.

3. Во время разработки схемы теплоснабжения большим недостатком является то, что проектное решение происходит с привязкой к типовому проекту.

Типовые проекты сами по себе имеют много ошибок и в них, как правило, не учитываются особенности объекта, начиная от неточностей природных условий (температуры наружного воздуха, ветровых нагрузок, атмосферного давления, химический состав исходной воды) используемых в проектных расчетах и оптимального варианта тепловой схемы отопления и обеспечения ГВС.

Теплоснабжение - это жизненная необходимость, но и обеспечение безопасности и стабильности государства в целом. Одним из главных принципов теплоснабжения населения и предприятий является формирование экономически обоснованных тарифов, оптимизация выработки, транспортировки тепловой энергии. Данные факторы напрямую влияют на процесс ценообразования товаров и услуг и их конкурентоспособность. В период существования СССР цена на газ составляла 20 руб. за 1000 м³, электроэнергия стоила 4 коп. за 1 кВт, за 1 м³ воды – 10 коп.

Нормативная база по энергосбережению была условной. После развала СССР цены на газ, воду и электроэнергию выросли в сотни раз. Многие предприятия были не готовы к таким изменениям и обанкротились. Необходимы были новые подходы к процессам теплоснабжения по улучшению ситуации. Специалистами ООО «Магистраль» под руководством Унщикова А.А. были разработаны несколько десятков программ по энергосбережению в городах и районах Оренбургской области. Это был первый шаг в оптимизации теплоэнергосбережения районов области.

Степень научной разработанности проблемы

В настоящее время реконструкция объектов теплоснабжения основывается на нормативах и методиках, несоответствующих действительности из-за многих составляющих, начиная от качества

строительных материалов для потребителей, нестабильностью климатических условий, где в расчет закладывается температура намного ниже реальной, методов теплоснабжения, применением котлов с более высоким КПД и автоматикой регулирования, позволяющей поддерживать оптимальные режимы теплоснабжения. Актуальность и выбор темы настоящей диссертации обоснован тем, что в кризисных экономических условиях экономия финансовых средств жизненная необходимость, поэтому весь цикл каждого реконструируемого или вновь возводимого объекта, начиная от проекта, заканчивая вводом его в эксплуатацию, должен быть проанализирован для выбора окончательного эффективного и экономически обоснованного решения. При этом в условиях нашего климата энергозатраты имеют высокий вес в выработке тепловой энергии и соответственно сильно влияют на экономические показатели. Вопросы энергосбережения становятся актуальной общегосударственной задачей.

Цель работы

В данной работе предложен анализ вариантов экономических решений с выбором более выгодного варианта, с предложением методов минимизации потерь и уменьшения срока окупаемости. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи диссертационного исследования.

1. Анализ результатов теоретических исследований и литературных источников в данной области.
2. Разработка методики (программы) проведения экспериментальных исследований по выявлению недостатков в предложенных вариантах.
3. Проведение исследования различных вариантов и рассмотреть их рациональность.
4. Проведение исследования в различных условиях эксплуатации в межсезонье и пиковых нагрузках.
5. Проведение исследования проектных решений с применением нормативных данных с выявлением недостатков.
6. По результатам исследований в составе рабочей группы специалистов ООО «Магистраль», заказчика, проектной организации выявить недостатки и подобрать оборудование, обеспечивающее более высокий КПД для обеспечения надежной работоспособности на протяжении всех периодов эксплуатации.
7. Распределение составляющих объекта на зоны эксплуатации с одинаковым температурным графиком для упрощения регулирования котлов и оборудования в реальных климатических условиях.

Объект исследования

За основу исследования взята котельная ООО «Технология» г. Оренбург, имеющая второй класс сложности, отопливающий жилой фонд и административно-производственные помещения, предприятия. Потери для данного объекта до реконструкции составляли:

- 10% - тепловые сети (разброс составляющих объекта минимален, протяженность тепловых сетей – минимальна);
- 50% - общие суммарные потери.

Методы исследования

При обследовании работы существующего объекта котельной, как источника выработки тепловой энергии, транспортной магистрали (теплотрасс), состояние объекта потребителя тепла с существующими строительными особенностями использовались следующие методы:

1. Приборный метод исследования работы котлов, анализ уходящих газов, химический приборный состав CO, CO₂, NO, NO₂, SO, SO₂, O₂. Расчет коэффициента избытка воздуха α, температура уходящих газов, расчёт потерь с уходящими газами:

$$q_2 = 0,01 \cdot (t_{\text{ух.г.}} - t_{\text{в}}) \cdot Z \quad (1)$$

где $t_{\text{ух.г.}}$ – температура уходящих газов, °С;
 $t_{\text{в}}$ – температура окружающего воздуха, °С;
 Z – величина, определяемая в зависимости от $t_{\text{ух.г.}}$.

2. Тепловизионное обследование обмуровки котлов. Расчет потерь в окружающую среду:

$$q_5 = q_5' \cdot \frac{Q_i}{Q_{\phi}} \quad (2)$$

где q_{5r} – относительная потеря теплоты, принятая по графику, %;
 Q_n – теплопроизводительность номинальная, Гкал/ч;
 Q_{ϕ} – теплопроизводительность фактическая, Гкал/ч.

3. Расчет потерь на собственные нужды. Подогрев воды на ХВО. Потери с продувочной водой. Потери через запорную арматуру. Расчет потерь на собственные нужды, учитывая реальные условия:

$$Q_{\text{сн}} = Q_{\text{выр}} - Q_{\text{отп}} \quad (3)$$

$Q_{\text{выр}}$ – выработанное количество тепла, ккал/ч
 $Q_{\text{отп}}$ – отпущенное количество тепла, ккал/ч

4. Тепловизионное обследование тепловых сетей с определением потерь на сетях:

$$Q_{\text{потери на сетях}} = Q_{\text{отп}} - Q_{\text{на потребителя}} \quad (4)$$

$Q_{\text{отп}}$ - отпущенное количество тепла, ккал/ч

$Q_{\text{на потребителя}}$ – количество тепла, полученное потребителем, ккал/ч.

Приборное обследование расхода и пересчет:

$$Q_{\text{на потребителя}} = V_{\text{воды}} \cdot \Delta T. \quad (5)$$

$V_{\text{воды}}$ – расход теплоносителя, т/ч

ΔT – разность температур в подающем и обратном трубопроводах, °С

5. Обследование потребителя. Тепловизионное обследование зданий и ограждающих конструкций с определением потерь:

$$Q_{\text{потери}}^{\text{на зданиях}} = Q_{\text{на потребителя}} - Q_{\text{норм}} \quad (6)$$

$Q_{\text{на потребителя}}$ – количество тепла, полученное потребителем, ккал/ч.

$Q_{\text{норм}}$ – расчетное нормативное количество теплоты, ккал/ч.

$$Q_{\text{перетоп}} = Q_{\text{потери}}^{\text{на зданиях}} - Q_{\text{огр.конструкций}} \quad (7)$$

$Q_{\text{огр.конструкций}}$ – потери тепла через ограждающие конструкции, ккал/ч

6. Перерасчет Q нормативного с определением завышенных норм, учитывая процентную загрузку оборудования и условия перегрева теплоносителя выше нормы с определением реальной нагрузки для дальнейшего анализа при подборе оборудования.

Предлагая несколько вариантов для реконструкции объекта, выбирается из предложенных самый эффективный вариант через метод минимальных затрат:

$$П = (S + E \cdot K)_{\text{мин}} \quad (8)$$

где S – суммарные эксплуатационные затраты;

K – капитальные вложения в выбранный вариант эффективности капитальных вложений;

$E = 1/T_n$, T_n – нормативный срок окупаемости капитальных вложений,

$E = 0,12$;

Экономическую эффективность принимать:

$$U_{\text{эк}} = (S_1 + E \cdot K_1) - (S_2 + E \cdot K_2)_{\text{мин}} \quad (9)$$

S_1 – фактические суммарные эксплуатационные затраты;

K_1 – фактические капитальные вложения в котельную;

S_2 – суммарные эксплуатационные затраты в выбранный экономически выгодный вариант;

K_2 – фактические капитальные вложения в выбранный экономически выгодный вариант;

E - нормативный срок окупаемости выбранного варианта,

Так рассматриваются все варианты. Чем меньше будут приведенные затраты этого варианта по сравнению с предыдущим, тем весомей экономический эффект.

Срок окупаемости:

$$T_{i\epsilon} = \frac{K_2 - K_1}{S_1 - S_2} \leq T_i \quad (10)$$

Апробация работы

Основные результаты диссертационной работы доложены, обсуждены и одобрены на 2-х Всероссийских научно-практических конференциях («Теплогазоснабжение: состояние, проблемы, перспективы» в г. Оренбурге 2011 г., 2013 г., на круглых столах выставки «Газ. Нефть. Энерго». 2015 год - «Современные системы учета энергоресурсов (природного газа) в рамках реализации закона об энергосбережении и повышения энергетической эффективности». 2016 год - «О повышении эффективности и приоритетах использования энергоресурсов (природного газа) в сфере социального, производственного и бытового потребления. Возможности оптимизации и повышения качества потребления энергоресурсов при внедрении современных технологий». 2017 год - «Автоматизированный сбор и передача данных потребления энергоресурсов с приборов учета. Современные способы передачи информации, применяемые в ООО «Газпром межрегионгаз Оренбург». Модернизация систем теплоснабжения региона»), в г. Балаково (2018 г. научные труды межвузовской Российской научной конференции «Векторная энергетика в технических, биологических и социальных системах»).

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Научные положения, выводы и результаты, отраженные в диссертации, соответствуют области исследования специальности 08.23.03 - Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Основные положения, вносимые на защиту

1. Анализ существующих нормативных методик расчета проектных организаций с выявлением недостатков.

2. Анализ существующих источников тепла, выявление неэффективности систем теплоснабжения и пути внедрения оптимального и эффективного процесса теплоснабжения.

3. Предложения многовариантных методов теплоснабжения, выбор экономически выгодного и эффективного метода.

4. Исследование объектов теплоснабжения потребителя с выявлением и определением методов устранения недостатков.

5. Разделение объекта теплоснабжения потребителя на составляющие с различными температурными графиками жизнеобеспечения.

6. Получение на практике результатов проведенных работ с подтверждением правильности выбранных схем теплоснабжения, срока окупаемости и финансовых вложений.

Научная новизна работы

Заключается в пересмотре проектных методик с выявлением необъективных, устаревших нормативов. Применение новых разработанных методик и достоверное обследование объектов потребителя, перераспределение зданий и помещений в зависимости с температурными графиками жизнедеятельности. Использование методов векторной энергетики в источниках тепла объектов для минимизации нерациональных расходов тепловой энергии.

Эффективный подбор энергетического оборудования и использование его в номинальном режиме в межсезонье и пиковых нагрузках.

Достоверность и обоснованность научных результатов и выводов, полученных в работе, определяется адекватность разработанных новых методов исследования и обработки результатов исследования соответствием теоретических положений экспериментальных результатов.

Научная значимость работы

1. На основании сравнительного анализа существующих методик проектных организаций и предложений специалистами ООО «Магистраль» определены недостатки необъективных устаревших методик, которые используются в проектных решениях и приводят к удорожанию капитальных вложений, увеличению сроков окупаемости и росту тарифов на тепловую энергию.

2. Определение неэффективности эксплуатации оборудования заложенного проектными организациями на основании необъективных устаревших методик.

3. Эффективность методов с разделением объекта потребителя на составляющие с различными температурными графиками жизнедеятельности.

4. Определение и применение реальных температурных условий для выполнения тепловых расчетов при проектировании.

5. Рекомендации экспериментальных исследований для разработки нового ГОСТа и методик.

Реализация результатов

1. На основе предложенных решений необходимо разработать новый СНиП «Тепловые сети» с предложением о пересмотре необъективных устаревших нормативов.

2. В результате энергетического аудита выявлены тепловые потери и разработаны мероприятия по их устранению.

3. Предложены рекомендации в пересмотре строительных норм зданий и сооружений.

4. Предложены рекомендации по разделению объекта потребителя на составляющие с различными температурными графиками жизнедеятельности.

5. Проведение работ по реконструкции котельной в основе которых лежит самый экономически выгодный вариант из всех предложенных.

6. В проделанной работе применены научные решения с использованием векторной энергетики.

Публикации

По материалам диссертации опубликовано 6 научных работ в изданиях, рекомендованных ВМАК.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, 3 глав, заключения, 14 приложений и списка литературы из 26 наименований. Диссертационная работа изложена на 135 страницах, содержит 20 рисунков, 13 фотографий, 14 таблиц.

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертационного исследования, степень ее разработанности в технической науки, сформированы цели и задачи, предмет и объект исследования, показана научная новизна, практическая значимость работы и ее апробация.

В **первой главе** «Анализ нормативных методик расчета тепловых нагрузок» раскрыты недостатки существующих нормативных методик при расчетах тепловых нагрузок, недостатки проектных организаций при проектировании и подборе оборудования систем теплоснабжения, актуальность темы.

При расчете тепловых нагрузок проектные организации используют условные характеристики зданий и сооружений. Формула расчета расхода тепла на отопление, с учетом температуры наружного воздуха и температуры в помещениях:

$$Q_T = \alpha q_0 (t_{в.н.} - t_{п.о.}) V_{зд} \quad (11)$$

где: Q_T - количество тепловой энергии необходимой для отопления, ккал;
 α – поправочный коэффициент, учитывающий отличие расчетной температуры наружного воздуха для проектирования отопления в местности, где находится рассматриваемый объект;

q_0 - удельная отопительная характеристика, ккал ($\text{м}^3 \text{ }^\circ\text{С ч}$);
 $t_{\text{в.н.}}$ - расчетная температура внутреннего воздуха помещений, $^\circ\text{С}$;
 $t_{\text{р.о.}}$ - расчетная температура наружного воздуха, проектируемая для отопления, $^\circ\text{С}$;
 $V_{\text{зд}}$ - объем зданий, м^3 .

Таблица 1

Зависимость поправочного коэффициента от расчетной температуры наружного воздуха

Расчетная температура наружного воздуха, $^\circ\text{С}$	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50	-55
α	2,05	1,67	1,45	1,29	1,17	1,08	1,00	0,95	0,9	0,85	0,82	0,8

Проектные организации, рассчитывая по вышеуказанной формуле, закладывают температуру наружного воздуха, отличающуюся от реальных статистических данных, приведенных в таблице 2, и удельная отопительная характеристика берется неверно.

При использовании некорректных коэффициентов, рассчитанное количество тепловой энергии превышает необходимое (таблицы 3-4).

На этапе проектирования закладываются завышенные величины потерь. В процессе эксплуатации оборудования неверные проектные решения приводят к росту стоимости выработки тепла и финансовым убыткам организаций.

План расположения объектов теплопотребления ООО «Технология»

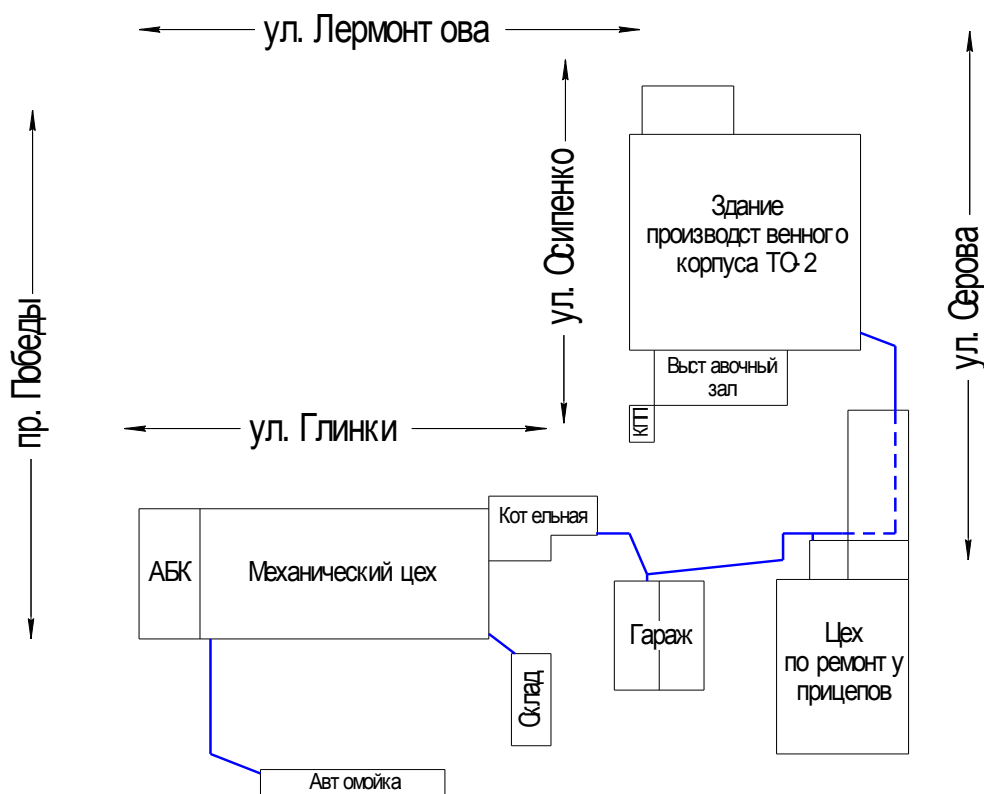


Рис. 1

Происходит удорожание энергетического комплекса в 2 - 3 раза, срок окупаемости возрастает, цена на тепловую энергию становится выше, чем могла быть. При этом отсутствует возможность вести политику на снижение тарифа на отопление и горячее водоснабжение.

Эксплуатация оборудования с завышенной мощностью приводит к частому включению и отключению оборудования. Данный режим работы приводит к частому расширению и сужению котловых решеток и экранных труб, в дальнейшем, образованию трещин и разрушению металла. После отключения котлов по перегреву, холодный воздух, циркулируя через топку, остужает теплоноситель. Находящаяся в воздухе влага конденсируется на поверхности нагрева. После запуска котлов продукты сгорания топлива, контактируя с конденсатом, образуют кислоты: угольную H_2CO_3 , азотную HNO_3 , серную H_2SO_4 , сернистую H_2HSO_3 . Агрессивная среда быстро разрушает котлы, газоходы, дымовые трубы и самое главное отравляют окружающую среду, восстановление которой невозможно или для этого необходим длительный период.

ООО «Магистраль», как экспертной организации приходится разбираться в вышеизложенных ситуациях на предприятиях теплогенерирующих компаний Оренбургской области и других регионов (автосалон «ОРЕЛ», Башкирский птицеводческий комплекс имени М. Гафури г. Стерлитамак, Республика Башкортостан, котельных торговой сети «Лента» и др.).

Завышенная мощность установленного оборудования приводит к перевыработке тепловой энергии. Теплоноситель поступает в систему отопления потребителя с завышенной температурой. Это приводит к увеличению температуры в помещениях потребителя, сказывается на комфорте и состоянии здоровья, а также влечет за собой переплату за тепло. В результате перерасхода топлива увеличивается количество выбросов в атмосферу, наносящих вред окружающей среде.

Соотношение между составляющими выработки тепловой энергии для котельных зависит от многих факторов, поэтому необходимо проводить энергетическое обследование потребителя и тщательный анализ при реконструкции котельных. При новом строительстве необходимо уделять особое внимание пересмотру строительных норм, ввиду их условности.

Основной задачей энергетического обследования является выявление мест теплопотерь и разработка мероприятий по их устранению, а также проведение тщательного расчета горячего водоснабжения и систем вентиляции.

Оренбургская область разделена на 4 климатические зоны с различными погодными условиями и температурными режимами (Северная, Центральная, Центрально-Западная, Восточная). Протяженность Оренбургской области с запада на восток составляет 1000 км, с юга на север - 500 км. Оренбуржье граничит с Казахстаном, Республиками Башкортостан и Татарстан, Самарской и Челябинской областями.

Для Оренбургской области в расчетах тепловой энергии используется устаревшее значение температуры наружного воздуха ($-32^{\circ}C$). Расчеты, основанные на этой величине, приводят к большому несоответствию в

дальнейшем.

В таблице 2 представлены статистические данные температуры по г. Оренбургу и Оренбургской области. Именно такими данными необходимо пользоваться проектным организациям, используя среднюю температуру холодной пятидневки конкретного района.

Таблица 2
Статистические данные температуры по г. Оренбургу и Оренбургской области

2006	-20	-12	-2	9	15	23	20	21	14	6	-4	-5	5.4
2007	-3	-10	-5	6	16	18	21	24	15	6	-6	-17	5.3
2008	-16	-11	1	10	15	19	23	22	12	6	1	-9	6.1
2009	-14	-11	-2	5	15	22	22	19	15	6	-1	-11	5.4
2010	-19	-16	-6	7	18	24	26	24	15	4	2	-5	6.2
2011	-14	-17	-7	7	16	19	25	20	14	6	-7	-12	4.2
2012	-13	-17	-6	15	18	23	25	24	13	8	0	-11	6.6
2013	-13	-12	-4	10	17	22	22	20	14	6	2	-8	6.3
2014	-14	-17	-3	5	18	20	20	23	13	4	-4	-8	4.8
2015	-13	-11	-6	6	16	23	21	18	16	4	-2	-4	5.7
2016	-12	-4	-1	10	16	20	23	26	13	4	-3		8.4
Итого	-13	-13	-6	7	15	20	22	20	14	5	-4	-10	5
	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек	Год
Мин	1969	1954	1969	1957	1960	1979	1994	1962	1973	1976	1993	2002	
	-25	-25	-13	0	11	16	17	17	9	-3	-12	-20	

Огромным недостатком является то, что отсутствует в помещениях регулирование по теплу и проектные организации в своих решениях не учитывают, различие производственных помещений и административных зданий по функциональному назначению и очередности теплоснабжения.

В воскресные дни и ночное время необходимо переводить котельное оборудование на режим по снижению выработки тепла, необходимо добиваться регулирования температуры конкретно по каждому помещению.

При проектировании большим недостатком является отсутствие анализа помещений в зданиях. Прихожие и коридоры не должны отапливаться как кабинеты или спальные помещения. Это не только нерационально, но и вредно для здоровья.

На примере проделанной ООО «Магистраль» работы на объекте ООО «Технология» г. Оренбурга был изначально проделан тщательный анализ зданий. После энергетического аудита была проведена работа по снижению потерь через ограждающие конструкции. Каждое здание было отделено от последующих по своему температурному графику с учетом ночного и воскресного времени. Разработан и применен переход на более экономичный режим.

Результат показал, что экономия по газу составляет 600 м³ за сутки, при расходе в целом 2000 м³. Экономия электроэнергии 816 кВт/сутки (таблицы 3-4).

Результаты исследовательской работы ООО «Магистраль» на ООО

«Технология» и фактические замеры показали, что инфляция, повышение цен на топливо (электроэнергия, газ и т.д.), водоснабжение, трудозатраты на ремонт устаревшего оборудования, непредвиденные аварийные ситуации изношенных теплотрасс и оборудования тяжким бременем ложится на предприятия.

Необходим новый объективный подход к проектированию, пересмотр нормативных документов и исходных данных, основываясь на реалиях жизни. Для этого нужен предварительный глубокий экономический анализ, энергетическое обследование технологической цепочки, формирующей выработку тепла и подачу его потребителю.

Таблица 3

Расчет проектной организации

№	Объект	Объем, м ³	q ₀ , ккал/м ³ ·°С	t _{вр}	t _{чро}	Расчетная нагрузка на отопление Q ₀ , Гкал/ч	Расчетный расход G, т/ч
1	АБК	6092,19	0,38	18	-32	0,1158	4,6
2	Механический цех	22076,9	0,38	16	-32	0,4027	16,1
3	Котельная	2171,68	0,1	16	-32	0,0104	0,4
4	КПП	376,43	0,35	16	-32	0,0063	0,3
5	Выставочный зал	1357,4	0,38	18	-32	0,0258	1,0
6	Производственный корпус ТО-2	26246,46	0,4	10	-32	0,4409	17,6
7	Цех по ремонту прицепов	9699,24	0,3	16	-32	0,1397	5,6
8	Гараж	4085,94	0,55	10	-32	0,0944	3,8
9	Склад (аренда)	934,36	0,7	10	-32	0,0275	1,1
10	Автомойка	1450,34	0,58	18	-32	0,0421	1,7
11	Склад камаз	1346	0,38	16	-32	0,0246	0,98
ИТОГО объекты завода						1,3300	53,2

Таблица 4

Расчет ООО «Магистраль»

№	Объект	Объем, м ³	q ₀ , ккал/м ³ ·°С	t _{вр}	t _{чро}	Расчетная нагрузка на отопление Q ₀ , Гкал/ч	Расчетный расход G, т/ч
1	АБК	6092,19	0,38	18	-17	0,0810	3,2
2	Механический цех	22076,9	0,38	16	-17	0,2768	11,1
3	Котельная	2171,68	0,1	16	-17	0,0072	0,3
4	КПП	376,43	0,35	16	-17	0,0043	0,2
5	Выставочный зал	1357,4	0,38	18	-17	0,0181	0,7
6	Производственный корпус ТО-2	26246,46	0,4	10	-17	0,2835	11,3
7	Цех по ремонту прицепов	9699,24	0,3	16	-17	0,0960	3,8
8	Гараж	4085,94	0,55	10	-17	0,0607	2,4
9	Склад (аренда)	934,36	0,7	10	-17	0,0177	0,7
10	Автомойка	1450,34	0,58	18	-17	0,0294	1,2
11	Склад камаз	1346	0,38	16	-17	0,0169	0,68
ИТОГО объекты завода						0,8916	35,7

Вывод

В результате работы, проведенной ООО «Магистраль» на объектах ООО «Технология»:

- проделан тщательный анализ состояния зданий и сооружений;

- выполнен энергетический аудит по снижению тепловых потерь через ограждающие конструкции;
- здания и сооружения распределены по теплоснабжению в зависимости от температурного графика жизнедеятельности с учетом производственной загрузки в зависимости от времени суток и дней недели (рабочее время и выходные дни);
- экономия по газу составляет 600 м³ за сутки, при расходе в целом 2000 м³. Экономия электроэнергии 816 кВт/сутки (таблицы 3-4);
- результаты исследовательской работы ООО «Магистраль» на ООО «Технология» и фактические замеры показали, что инфляция, повышение цен на топливо (электроэнергия, газ и т.д.), водоснабжение, трудозатраты на ремонт устаревшего оборудования, непредвиденные аварийные ситуации изношенных теплотрасс и оборудования тяжким бременем ложится на предприятия;
- необходим новый объективный подход к проектированию, пересмотр нормативных документов и исходных данных, основываясь на реалиях жизни. Для этого нужен предварительный глубокий экономический анализ, энергетическое обследование технологической цепочки, формирующей выработку тепла и подачу его потребителю.

Вторая глава «Анализ существующих систем теплоснабжения» посвящена математическому анализу расчетов при проектировании, критериям оценки систем теплоснабжения, энергетическому аудиту с выявлением нерациональных участках теплоснабжения. Кроме того, в главе рассмотрены вопросы проектирования оптимальных систем теплоснабжения, технологическое перевооружение систем теплоснабжения, рациональное использование оборудования в период пиковых нагрузок и межсезонья с использованием критериев векторной энергетики.

Математический анализ расчетов при проектировании

В основе проектных решений лежит «Методика определения количеств тепловой энергии и теплоносителей в водяных системах коммунального теплоснабжения», утвержденная приказом Госстроя России № 105 от 06.05.2000 г.

В методике используется понятие баланса тепловой энергии в системах теплоснабжения, как итога распределения тепловой энергии и ничего не говорится о снижении тепловых потерь и снижения себестоимости тепловой энергии.

В данной методике речь идет о точном учете выработанной, отпущенной и израсходованной энергии и ничего о пересмотре устаревших нормативов и применение более точных расчетов и более точных методик, исключая завышенные условные коэффициенты, приводящие к увеличенной мощности энергетического оборудования и перерасходу тепловой энергии в конечном итоге.

Отпущенная или потребленная тепловая энергия, Гкал (ГДж), определяется по формуле:

$$Q = \left[\sum_0^n V_1 K_t (t_1 - t_{XE}) - \sum_0^n V_2 K_t (t_2 - t_{XE}) \right] 10^{-3}; \quad (16)$$

$$Q = \left[\sum_0^n V_1 K_t t_1 - \sum_0^n V_2 K_t t_2 - \sum_0^n (V_1 - V_2) K_t t_{XE} \right] 10^{-3}; \quad (17)$$

$$Q = \left[\sum_0^n V_1 K_t (t_1 - t_2) + \sum_0^n (V_1 - V_2) K_t (t_2 - t_{XE}) \right] 10^{-3}; \quad (18)$$

$$Q = \left[\sum_0^n V_2 K_t (t_1 - t_2) + \sum_0^n (V_1 - V_2) K_t (t_2 - t_{XB}) \right] 10^{-3}; \quad (19)$$

где V_1 и V_2 - объемный расход теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах, м³/ч;

t_1 , t_2 и t_{XB} - температура теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах, а также исходной холодной воды, используемой для подпитки тепловой сети на источнике теплоснабжения, °С;

K_t - теплоемкость теплоносителя, Гкал/°См³.

Отопление

В случае отличия принятого в проекте значения расчетной температуры наружного воздуха для проектирования отопления от действующего нормативного значения для конкретной местности, необходимо произвести пересчет приведенной в проекте расчетной часовой тепловой нагрузки отапливаемого здания по формуле:

$$Q_{OP} = Q_{0\text{ пр}} \frac{t_E - t_{кр.0}}{t_E - t_{кр.0\text{ пр}}}, \quad (20)$$

где Q_{OP} - расчетная часовая тепловая нагрузка отопления здания, Гкал/ч (ГДж/ч);

$Q_{0\text{ пр}}$ - расчетная часовая тепловая нагрузка отопления здания по типовому или индивидуальному проекту, Гкал/ч (ГДж/ч);

t_B - расчетная температура воздуха в отапливаемом здании, °С; принимается в соответствии с главой СНиП 2.04.05-91 [6] и по таблице 1;

$t_{нр.0}$ - расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления в местности, где расположено здание, согласно СНиП 2.04.05-91 [6]. °С;

$t_{нр.опр}$ - расчетная температура наружного воздуха для проектирования, °С.

Расчетная температура воздуха в отапливаемых зданиях

Таблица 5

Наименование здания	Расчетная температура воздуха в здании $t_{в}, ^\circ\text{C}$
Жилое здание	18
Гостиница, общежитие, административное здание	18-20
Детский сад, ясли, поликлиника, амбулатория, диспансер, больница	20
Высшее, среднее специальное учебное заведение, школа, школа-интернат, предприятие общественного питания, клуб	16
Театр, магазин, пожарное депо	15
Кинотеатр	14
Гараж	10
Баня	25

В местностях с расчетной температурой наружного воздуха для проектирования отопления -31°C и ниже значение расчетной температуры воздуха внутри отапливаемых жилых зданий следует принимать в соответствии с главой СНиП 2.08.01-85 [7] 20°C .

Указанные выше формулы представляют в целом систему расчета тепловых нагрузок с условными коэффициентами. Проектные организации, ориентируясь на вышеуказанные формулы, производят расчеты, которые завышены, т.е. присоединенные нагрузки на много меньше мощности установленных котлов. Все это приводит к удорожанию комплекса в несколько раз. Установленное оборудование с завышенной мощностью нельзя нормально эксплуатировать что приводит к быстрому износу оборудования и завышенной себестоимости на тепловую энергию.

Рассмотрим конкретно по каждому пункту:

1. В формулах 1 - 4 присутствует показатель масса теплоносителя и его теплосодержание. Котлы, как источники тепловой энергии имеют определенную поверхность нагрева и, соответственно, определенный теплосъем при определенном расходе теплоносителя через котел. Присоединенная нагрузка должна соответствовать расходу теплоносителя через котел для обеспечения необходимого теплосъема. Если этого не происходит, и присоединенная нагрузка меньше, происходит перегрев теплоносителя и котлы эксплуатируются в режиме частых остановов, приводящих к быстрому износу оборудования. В случае, когда расход больше нормы, происходит недогрев теплоносителя до нужной температуры, который возвращаясь в котел с температурой ниже графика и точки росы, способствует образованию конденсата на поверхности нагрева. Контакт конденсата с продуктами сгорания образует агрессивную среду, разрушающую котловое оборудование и газовый тракт.

2. В формуле 5 приведен расчет часовой тепловой нагрузки отопления здания. Для получения данной величины используется расчетная часовая тепловая нагрузка отопления здания по типовому или индивидуальному проекту ($Q_{\text{опр}}$), расчет которой производится по формуле 6. В данном расчете

используется объем здания по наружному обмеру, величина которого является условной. Условность этой величины обусловлена тем, что не все помещения здания должны отапливаться по одному температурному графику. При расчете по данной методике эта величина получается завышенной на 30 - 45% (по данным энергетического аудита).

3. Во время расчетов учитывается коэффициент инфильтрации (формула б), который необоснованно увеличивает расчетную тепловую нагрузку до 10% при средней скорости 5 м/сек. и изменение скорости ветра на 2 м/сек. увеличивает коэффициент на 1%. Некорректность применения данного коэффициента заключается в том, что данный коэффициент должен применяться при разработке строительных норм и должен соответствовать определенным ветровым нагрузкам хотя он уже учтен в удельной характеристике зданий и его применение в расчетах тепловых нагрузок увеличивает расчетную величину тепловой нагрузки.

4. Расчет приточной вентиляции также основан на температурах несоответствующих необходимым температурам в итоге завышенная расчетная величина количества тепла для нагревания завышенного объема воздуха приводит к увеличению мощности калориферной установки заложенной в проекте см. формула 8.

Перерасход по теплу и перерасход электроэнергии по вентиляции составляет 30 - 45%.

5. На расчет горячего водоснабжения используются условные данные, как и в предыдущих пунктах, только этих составляющих больше и итог получается далеко не рационален. Рассмотрим конкретнее:

Температура исходной воды в нормативах рассматривается 5°C такой температуры практически никогда не бывает, фактические данные 8 - 10°C это в 2 раза выше.

Нагрев воды рассматривается до температуры 55 - 60°C, неправильный норматив из которого следует нагревать воду, чтобы в дальнейшем остужать разбавляя холодной водой имея очередной перегрев воды и тепловые потери. Нагревая больше нормы мы также увеличиваем потери в системе горячего водоснабжения. И рассматривая нормы затрат на горячее водоснабжение абонента величина завышена на 25 - 30%.

Сделав расчет при рациональном подходе предложенный специалистами ООО «Магистраль» с нагревом воды от 10 до 45°C уменьшив норму на горячее водоснабжение и уменьшив потери в сети мы снижаем потери на ГВС до 60%.

Уменьшая мощность оборудования на ГВС в 2,2 раза есть возможность снизить мощность котельной на 10 - 15% и экономить топлива и электроэнергии до 10%.

Вывод

1. Нерациональный расчет с вводом условных коэффициентов, завышение исходных данных, суммируя все потери, приводит к увеличению количества используемого газоиспользующего оборудования.

2. Необходим пересмотр нормативно-технической документации с учетом результатов исследования.

3. Необходима разработка новой наиболее точной методики расчета для использования в проектировании теплоэнергетических объектов.

Энергетический аудит

Перед проведением реконструкции котельной, как источника тепловой энергии необходимо провести энергетическое тепловизионное обследование потребителей тепловой энергии, для определения потерь тепла через ограждающие поверхности.

Рациональное обеспечение тепловой энергией объектов сводится к тому, чтобы не допускать нерациональное использование топлива от его сжигания (с наивысшим КПД), с минимальными потерями тепла при транспортировке тепловой энергии до потребителя и рациональным обеспечением потребителя тепловой энергией.

Рассмотрим конкретный пример: перед реконструкцией котельной ООО «Технология» был проведен энергетический аудит.

Целью энергетического обследования системы теплоснабжения объектов теплопотребления ООО «Технология» является определение необходимой тепловой мощности нового источника теплоснабжения для нормального теплового режима у каждого потребителя.

Основные этапы проведения работ:

1. Сбор и анализ исходных данных:

- климатические параметры для данного региона, необходимые для расчета отопительных нагрузок;

- характеристики потребителей тепла (объем зданий, тип, температурный режим);

- типы, технические характеристики и количество водогрейных котлов;

- типы, технические характеристики и количество сетевых насосов;

- наличие приборов контроля параметров теплоносителя и учета расхода тепла.

2. Приборное обследование тепловой сети. Определение фактических расходов теплоносителя и оптимальных температурных режимов по каждому объекту теплопотребления.

3. Определение тепловых и весовых нагрузок потребителей по укрупненным показателям.

4. Определение расчетных расходов теплоносителя для каждого потребителя.

5. Регулирование расхода теплоносителя с целью установления значений, полученных расчетным путем. Наблюдение за работой системы теплоснабжения.

6. Проведение тепловизионного обследования объектов теплопотребления.

7. Анализ выполненных расчетов, выбор нового источника теплоснабжения.

8. Составление технического отчета.

Краткая характеристика системы теплоснабжения

Система теплоснабжения объектов теплоснабжения ООО «Технология» состоит из:

1. Источника тепла.
2. Тепловой сети.
3. Местных систем теплоснабжения.

1. Источник тепла

Источником тепла ООО «Технология» является собственная котельная с двумя паровыми котлами ДКВр-2,5-13, переведенными в водогрейный режим (далее по тексту водогрейные котлы). Котельная работает на природном газе. Отпуск тепла осуществляется по температурному графику 95 - 70°C.

2. Тепловая сеть

Тепловая сеть двухтрубная, тупиковая с прокладкой трубопроводов наружно на опорах. Трубопроводы выполнены из стальных электросварных труб по ГОСТ 10704-91. Компенсация тепловых удлинений трубопроводов осуществляется П-образными компенсаторами и за счет углов поворота трассы. Тепловая изоляция состоит из минеральной ваты, по поверхности которой установлен покровный слой тонколистовой оцинкованной стали.

3. Местные системы теплоснабжения

Потребителями тепла являются производственные и административно-бытовые здания. Присоединение местных систем отопления непосредственное, безэлеваторное. Местные системы отопления двухтрубные, оборудованы регистрами из гладких труб и радиаторами.

Тепловые и весовые нагрузки и их расчет

Тепловая нагрузка объектов теплоснабжения определяется по укрупненным объемным показателям.

Таблица 1 – Климатические параметры холодного периода года, необходимые для расчета отопительно-вентиляционных тепловых нагрузок и годового потребления теплоты, принятые по СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» для г. Оренбурга.

Таблица 9

№	Наименование параметра	Значение
1	Абсолютная минимальная температура воздуха	-43°C
2	Температура воздуха наиболее холодной пятидневки	-32°C
3	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	-6,1°C
4	Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь	5,9 м/с
5	Продолжительность отопительного периода	195 суток

Расчетная часовая тепловая нагрузка отопления отдельного здания по укрупненным показателям, Гкал/ч:

$$Q_{o.p} = \alpha \cdot V \cdot q_o (t_b - t_{н.р.о}) \cdot 10^{-6}, \quad (27)$$

где α – поправочный коэффициент, учитывающий отличие расчетной температуры наружного воздуха для проектирования отопления $t_{н.р.о}$ в местности, где расположено рассматриваемое здание, от $t_{н.р.о} = -30^\circ\text{C}$, при которой определено соответствующее значение q_o ;

V – объем здания по наружному обмеру, м^3 ;

q_o – удельная отопительная характеристика здания при $t_{н.р.о} = -30^\circ\text{C}$, $\text{ккал}/\text{м}^3 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}$;

t_b – расчетная температура воздуха в отапливаемом здании, $^\circ\text{C}$;

$t_{н.р.о}$ – расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления в местности, где расположено здание, $^\circ\text{C}$.

Расчетный расход теплоносителя на отопление определяется в зависимости от расчетного перепада (разности) температуры в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети на тепловом пункте потребителя тепловой энергии, $\text{т}/\text{ч}$:

$$G_{o.p} = \frac{Q_{o.p} \cdot 10^3}{c_b \cdot (t_{1p} - t_{2p})}, \quad (28)$$

где c_b – теплоемкость воды, $\text{ккал}/\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}$;

t_{1p} , t_{2p} – значения температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления, $^\circ\text{C}$.

Вывод

В результате проведенного энергетического обследования системы теплоснабжения объектов теплоснабжения ООО «Технология» было выявлено:

1. Нерациональное использование тепловой энергии (13% - перетоп, 9% - потери через ограждающие конструкции, потери на сетях 10%).

2. Перерасход электроэнергии на выработку и транспортировку тепла составит 19%.

3. Потери на хоз. нужды, включая заработную плату обслуживающего персонала котельной и проведение регламентных работ 16%.

4. Эксплуатация источника теплоснабжения более 25 лет приводит к дополнительным расходам: обследование газового оборудования, котлов и дымовой трубы.

Учитывая результаты энергетического аудита, общая экономия составит 32%.

5. Потери тепловой энергии через ограждающие конструкции.

Анализируя данные тепловизионного обследования рекомендуется произвести ремонтные работы по снижению потерь тепловой энергии через ограждающие конструкции составили 9%.

Рассматривая политику по энергосбережению и Федеральный закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» предлагается замена существующего источника теплоснабжения на 5 автономных котлов для индивидуального теплоснабжения каждого объекта теплотребления. Данное мероприятие позволит осуществлять более плавное регулирование тепловой нагрузки, снизить нерациональное использование тепловой энергии («перетоп»), уменьшить потери в тепловых сетях, а также сократить расходы на оплату труда обслуживающего персонала и покупку энергетических ресурсов (топлива, электроэнергии, воды).

Применение индивидуального источника теплоснабжения для каждого объекта теплотребления является эффективным и экономичным решением. Т.к. объекты теплотребления имеют различные температурные режимы внутри помещения, то применение индивидуального источника теплоснабжения позволит более точно поддерживать данный режим без перерасхода топлива и электроэнергии.

Расчетная суммарная тепловая нагрузка на отопление объектов ООО «Технология» составила 1,3057 Гкал/ч. В качестве источника теплоснабжения выбран вариант индивидуального отопления объектов с применением котлов наружного исполнения типа RS-H, а также котлов внутреннего размещения RS-A, производства Завода котельного оборудования г. Туймазы. Котлы RS-H, предназначенные для отопления гаража, цеха ТО-2 и цеха по ремонту прицепов являются сдвоенными, что позволяет более гибко регулировать выработку тепловой энергии в течение отопительного сезона. Котлы RS-A, предназначенные для отопления административно-бытового корпуса и механического цеха устанавливаются в помещении существующей котельной.

Предварительный срок окупаемости данного проекта 1,5÷2 года, внедрение которого позволит значительно сэкономить бюджет предприятия.

Себестоимость тепловой энергии составляла 1817 руб./Гкал.

После реконструкции себестоимость составит 985 руб./Гкал.

Экономия составит 832 руб./Гкал.

Предварительный срок окупаемости данного проекта 1,5-2 года, внедрение которого позволит сократить расходы на 46% тем самым сэкономить бюджет предприятия.

График потерь тепла в окружающую среду водогрейным котлом ДКВР-2,5-13

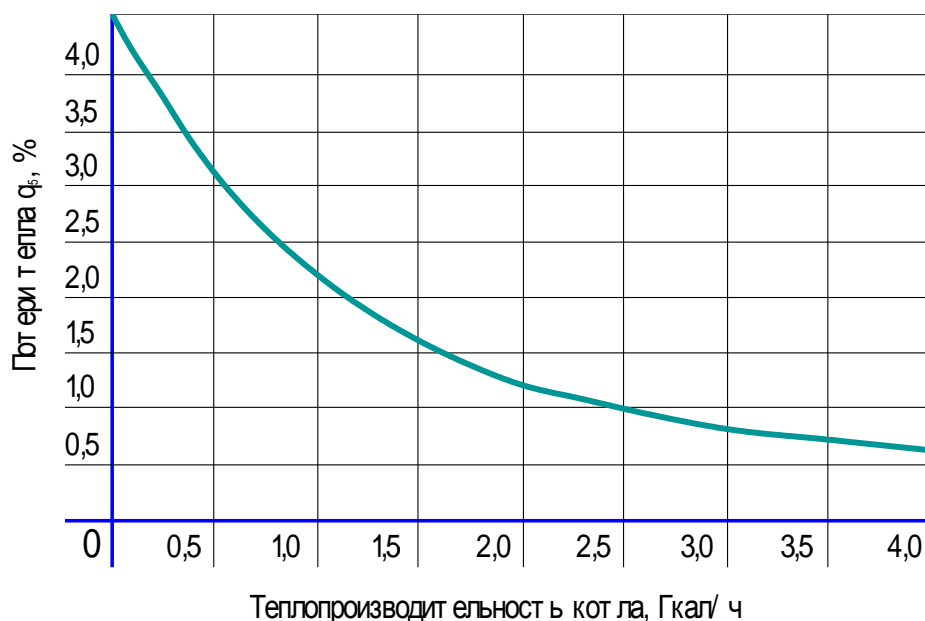


Рис. 2

График потерь тепла в окружающую среду водогрейным котлом RS-H400

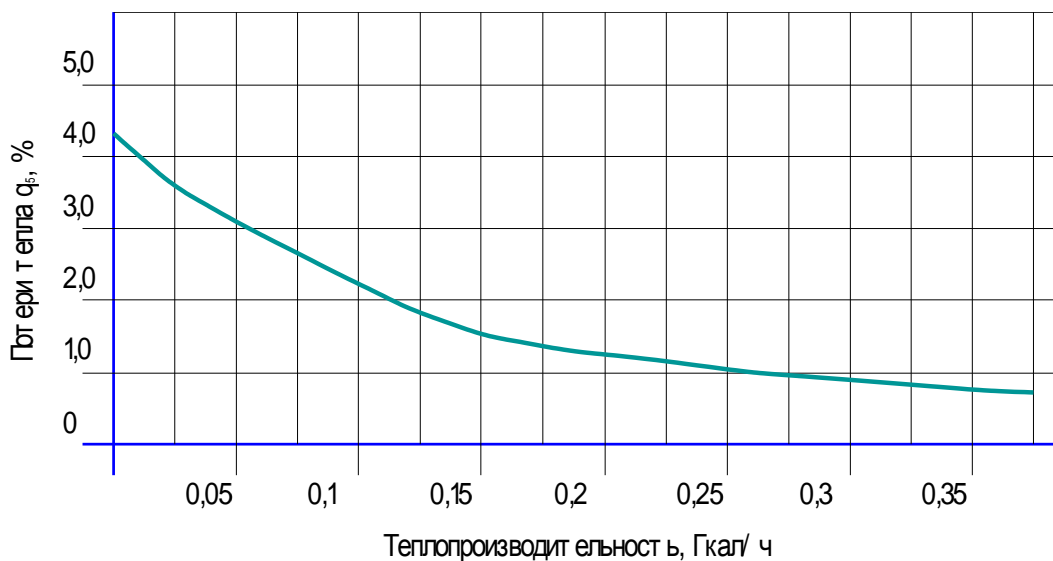


Рис. 3

Заключение

1. Нерациональный расчет с вводом условных коэффициентов, завышение исходных данных, суммируя все потери, приводит к увеличению количества используемого газоиспользующего оборудования.

2. Необходим пересмотр нормативно-технической документации с учетом результатов исследования.

3. Необходима разработка новой наиболее точной методики расчета для использования в проектировании теплоэнергетических объектов.

4. Нерациональное использование тепловой энергии (13% - перетоп, 9% - потери через ограждающие конструкции, потери на сетях 10%).

5. Перерасход электроэнергии на выработку и транспортировку тепла составит 19%.

6. Потери на хоз. нужды, включая заработную плату обслуживающего персонала котельной и проведение регламентных работ 16%.

7. Эксплуатация источника теплоснабжения более 25 лет приводит к дополнительным расходам: обследование газового оборудования, котлов и дымовой трубы.

Экономия составляет 33%.

8. Потери тепловой энергии через ограждающие конструкции.

Анализируя данные тепловизионного обследования рекомендуется произвести ремонтные работы по снижению потерь тепловой энергии через ограждающие конструкции составили 9%

Рассматривая политику по энергосбережению и Федеральный закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» предлагается замена существующего источника теплоснабжения на 5 автономных котлов для индивидуального теплоснабжения каждого объекта теплоснабжения. Данное мероприятие позволит осуществлять более плавное регулирование тепловой нагрузки, снизить нерациональное использование тепловой энергии («перетоп»), уменьшить потери в тепловых сетях, а также сократить расходы на оплату труда обслуживающего персонала и покупку энергетических ресурсов (топлива, электроэнергии, воды).

Применение индивидуального источника теплоснабжения для каждого объекта теплоснабжения является эффективным и экономичным решением. Т.к. объекты теплоснабжения имеют различные температурные режимы внутри помещения, то применение индивидуального источника теплоснабжения позволит более точно поддерживать данный режим без перерасхода топлива и электроэнергии.

Расчетная суммарная тепловая нагрузка на отопление объектов ООО «Технология» составила 1,3057 Гкал/ч. В качестве источника теплоснабжения выбран вариант индивидуального отопления объектов с применением котлов наружного исполнения типа RS-H, а также котлов внутреннего размещения RS-A, производства Завода котельного оборудования г. Туймазы. Котлы RS-H, предназначенные для отопления гаража, цеха ТО-2 и цеха по ремонту прицепов являются сдвоенными, что позволяет более гибко регулировать выработку тепловой энергии в течение отопительного сезона. Котлы RS-A, предназначенные для отопления административно-бытового корпуса и механического цеха устанавливаются в помещении существующей котельной.

Предварительный срок окупаемости данного проекта 1,5 - 2 года, внедрение которого позволит значительно сэкономить бюджет предприятия.

Себестоимость тепловой энергии составляла 1817 руб./Гкал.

После реконструкции себестоимость составит 985 руб./Гкал.

Экономия составит 832 руб./Гкал.

Предварительный срок окупаемости данного проекта 1,5 - 2 года, внедрение которого позволит сократить расходы на 46% тем самым сэкономить бюджет предприятия.

В главе 3 «Внедрение методов оптимизации систем теплоснабжения потребителей тепловой энергией на примере объекта ООО «Технология» г. Оренбург» представлены варианты схем теплоснабжения и варианты сокращения затрат на топливо, электроэнергию, воду, водоотведение и техническое обслуживание на примере теплоэнергетического объекта ООО «Технология». Исходя из анализа и применения новых методик, разработанных ООО «Магистраль» выбраны наиболее эффективные и экономически выгодные варианты.

Разработка многовариантных схем теплоснабжения

На примере объекта ООО «Технология» г. Оренбург представим к рассмотрению несколько вариантов реконструкции:

I вариант. В существующей котельной на имеющихся котлах произвести реконструкцию автоматики безопасности и регулирования согласно новых требований Ростехнадзора РФ.

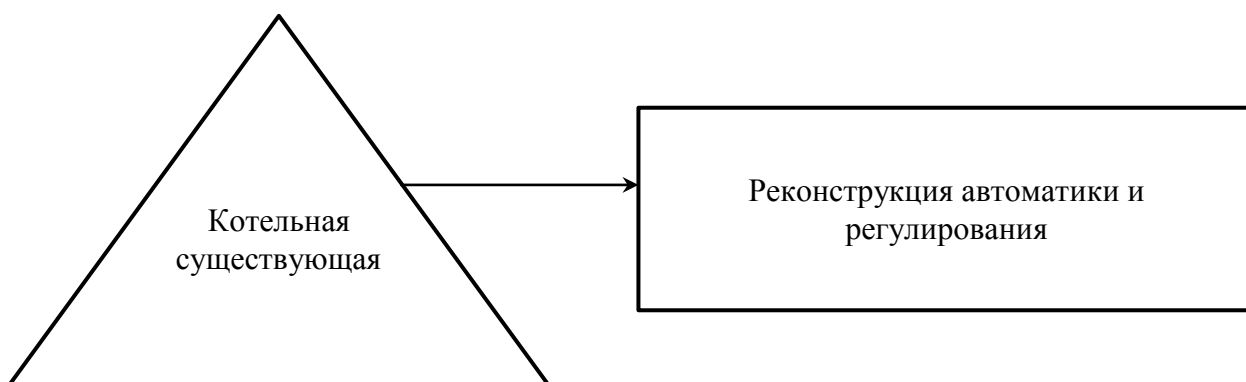


Рис.4

Капитальные вложения составили 4 854 850 руб.

Экономия за отопительный сезон:

- налоги и заработная плата – 1 092 000 руб.

Окупаемость – 4,4 отопительного сезона.

II вариант. В существующем здании котельной произвести реконструкции и замену котлоагрегатов на новые не подвергая реконструкции тепловые сети и сети ГВС.

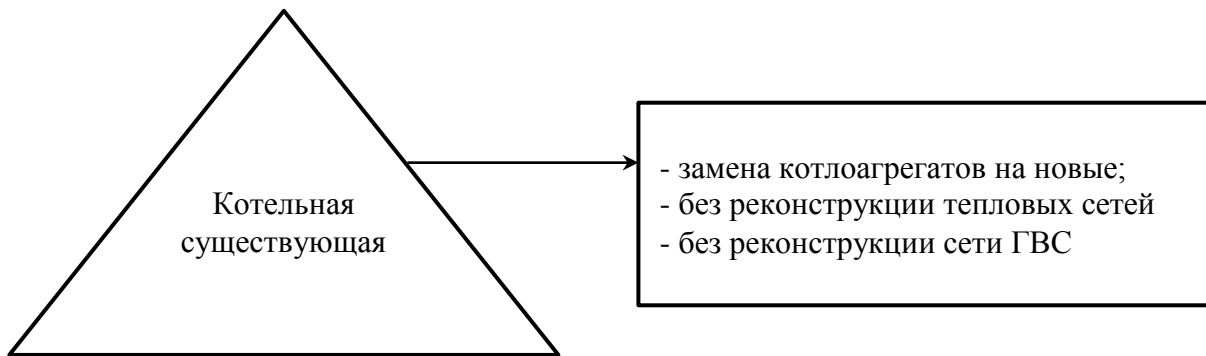


Рис. 7

Капитальные вложения составили 7 745 176 руб.

Экономия за отопительный сезон:

- налоги и заработная плата – 1 092 000 руб.
- топливо (5%) – 145 440 руб.
- электроэнергия (10%) – 135 744 руб.
- амортизация оборудования (10% - от 1 771 976 руб.) – 177 198 руб.
- экономия за отопительный сезон в – 1 550 382 руб.

целом

Окупаемость – 5,0 отопительных сезонов.

III вариант. Установка блочной котельной вместо существующей.

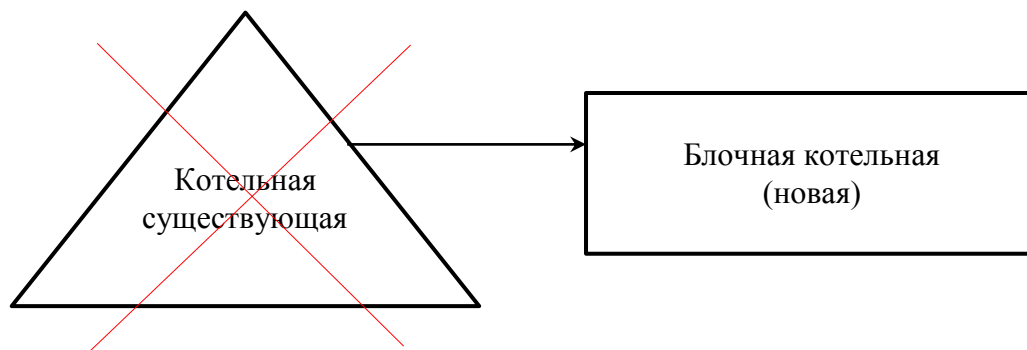


рис. 10

Капитальные вложения составили – 9 219 707 рублей.

Экономия за отопительный сезон:

- налоги и заработная плата – 1 092 000 руб.
- топливо (12%) – 543 000 руб.
- электроэнергия (35%) – 475 104 руб.
- амортизация оборудования (10% - от 6 965 807 руб.) – 696 581 руб.
- экономия за отопительный сезон в – 2 806 685 руб.

целом

Окупаемость – 3,3 отопительных сезонов.

IV вариант. Объединяя помещения с одинаковым температурным режимом (температурным градиентом), установить котлы наружного размещения. Произвести реконструкцию тепловых сетей и систему ГВС.

Капитальные вложения составили – 8 067 861 руб.

Экономия за отопительный сезон:

- налоги и заработная плата – 1 092 000 руб.
 - топливо (33%) – 1 939 200руб.
 - электроэнергия (70 Квт/час) – 1 357 440 руб.
 - амортизация оборудования – 369 126 руб.
(10% - от 3 691 261 руб.)
 - экономия за отопительный сезон в – 4 757 766 руб.
- целом

Окупаемость – 1,7 отопительных сезонов.

Если учесть инфляцию 10% в год то окупаемость составит 1,45 отопительных сезонов, это значит за один год.

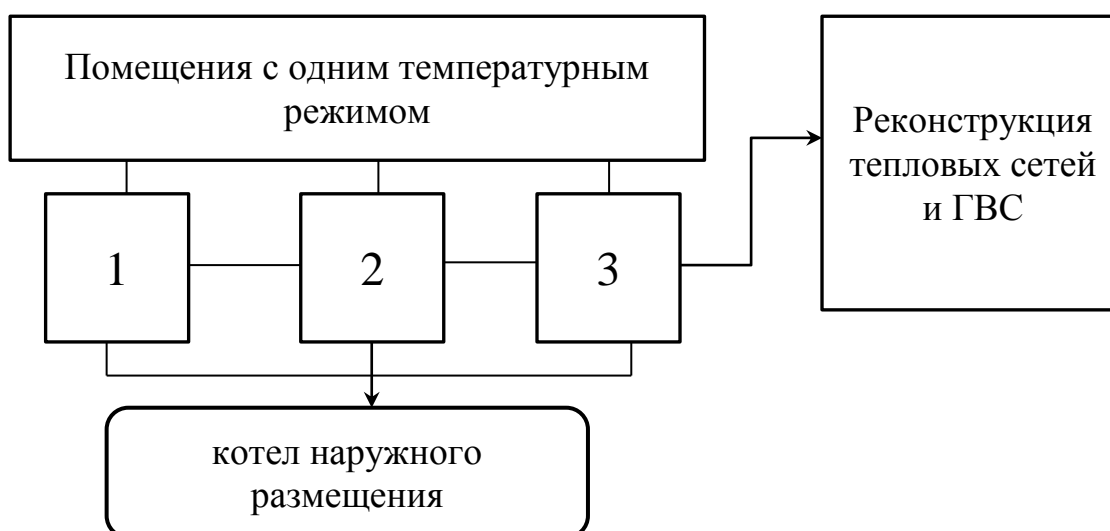


Таблица 12

	Автоматизированные горелки на существующие котлы (I вариант)	Замена и модернизация котлоагрегатов в существующем помещении (II вариант)	Модульная котельная (III вариант)	Котлы наружного размещения (IV вариант)
Стоимость оборудования	2 384 350,00 Р	1 771 976,00 Р	6 956 807,00 Р	3 691 261,00 Р
Стоимость проектных работ	170 500,00 Р	373 200,00 Р	312 900,00 Р	576 600,00 Р
Монтаж, пусконаладочные и режимно-наладочные работы	2 300 000,00 Р	5 600 000,00 Р	1 950 000,00 Р	3 800 000,00 Р
ИТОГО	4 854 850,00 Р	7 745 176,00 Р	9 219 707,00Р	8 067 861,00 Р

Экономические показатели различных вариантов реконструкции котельной

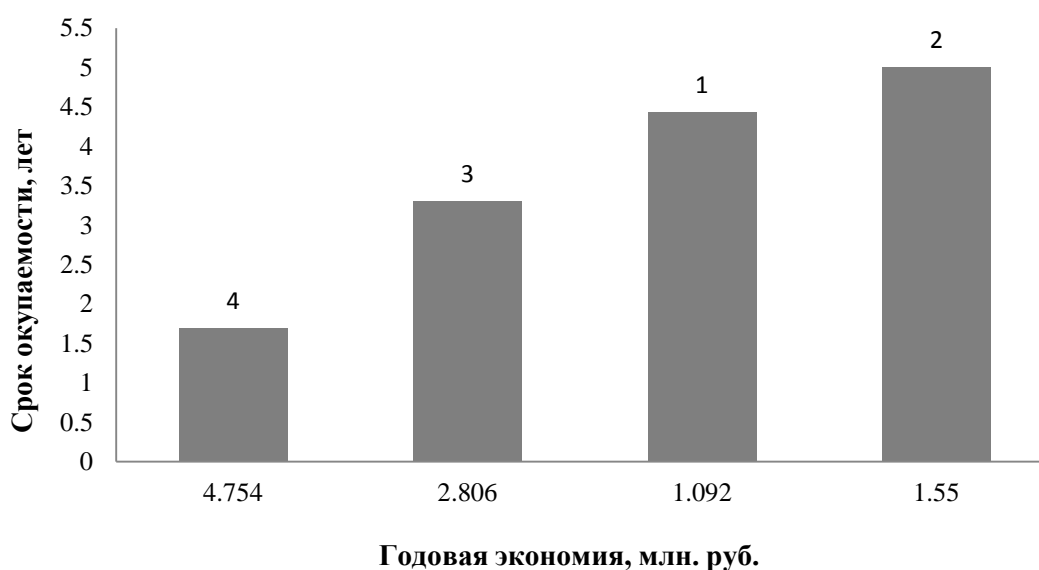


Рис. 13

- 1 - автоматизированные горелки на существующие котлы
- 2 - котлы в существующем помещении
- 3 - модульная котельная
- 4 - котлы наружного размещения

Выводы

Из вышеперечисленных 4-х вариантов был выбран наиболее рациональный и экономически выгодный – это вариант с установкой 5-ти котлов наружного размещения. Окупаемость данного проекта составила 1,7 отопительного периода. Данный вариант не только выгоден экономически, но и удобен в эксплуатации, а именно:

1. оптимальное регулирование температурных режимов в помещениях разного назначения;
2. независимые схемы теплоснабжения позволяют в оперативном порядке проводить ремонтные работы;
3. весь комплекс потребителей независим от одного источника тепла;
4. оборудование (автоматика, насосные группы, технологические узлы) взаимозаменяемы, что исключает простои при выходе из строя данного оборудования;
5. оборудование подобрано с учетом импортозамещения, приобретения запасных частей не связано с курсом валюты и влияния зарубежных поставщиков;
6. оснащение источников тепла GSM-модулем, позволяет контролировать процесс в режиме реального времени и оперативно реагировать на нештатные ситуации.

Техническое перевооружение существующих систем теплоснабжения с использованием векторно-энергетических критериев

Рассматривая теплоснабжение объекта в целом необходимо весь комплекс разбить на три составляющие:

1. Источник тепловой энергии – котельная;
2. Транспортировка тепловой энергии – тепловые сети;
3. Потребитель тепловой энергии.

Рассмотрим составляющие по отдельности с оценкой векторной - энергетики.

Котельная - источник тепловой энергии. КПД котельной рассчитывается из КПД котлов, потерь на собственные нужды котельной и потерь в окружающую среду в котельной.

Количество теплоты, полученное теплоносителем в котле, напрямую зависит от внутреннего устройства топки. Зачастую производители котлов пренебрегают некоторыми составляющими передачи тепловой энергии. Такими как теплопроводность, излучение и конвекция. Например, использование только конвекционного способа передачи делает оборудование неэффективным и убыточным. Для того чтобы передать теплоносителю максимальное количество полученного при сгорании топлива тепла необходимо учитывать все способы передачи, а для этого производителям необходимо рассматривать процесс сгорания топлива со стороны векторной энергетики.

Природа сгорания газового топлива имеет бесцветный фон и для того чтобы использовать радиацию сгорания топлива необходимо поток пламени направить на под котла который раскаляясь будет излучать радиацию на радиационную поверхность. Направление вектора энергии распределяется в двух направлениях – на радиационную часть поверхности котла и остаточная энергия распределяется на конвективную часть и остатки энергии уходят с уходящими газами. Работа топки характеризуется тепловым напряжением, представляющим собой отношение количества выделившегося тепла Q_t (ккал/ч) к объему топочного пространства. Чем выше тепловое напряжение в топке, тем больше вектор энергии направлен на радиационную часть поверхности нагрева. Чем меньше, то вектор тепловой энергии смещен в сторону конвективной части.

Качество сгорания топлива является одним из самых больших показателей полезности использования тепловой энергии от сжигания. При неполном сгорании топлива, которое обуславливается нехваткой кислорода для сжигания, либо плохим смешиванием топлива с воздухом. Образовавшиеся сажные отложения на поверхности нагрева не позволяют контактировать потокам тепловой энергии с поверхностью нагрева, снижая теплопередачу. Один миллиметр сажных отложений снижает теплопередачу в два-три раза.

Потери в окружающую среду происходят излучением от обмуровки или обшивки котлов и утилизация этого тепла необходима через воздух, поступающий на сгорание. Вектор тепловой энергии направлен от поверхности обшивки и смешиваясь с потоком воздуха направляется в топку для сжигания газа.

Потери тепловой энергии на собственные нужды котельной складываются из потерь при продувке, потери тепла на хозяйственно-бытовые нужды, потери тепла на технологические процессы подготовки воды.

Повышение КПД котлов происходило за счет снижения температуры уходящих газов при расчетах q_2 (см. режимные карты), а также уменьшения потерь в окружающую среду и с химическим недожогом топлива. Проектная организация во время расчета использовала требование трехкратного обмена воздуха в помещении котельной и не было учтено необходимое количество воздуха, поступающее на сгорание (забор воздуха из помещения котельной). Это является причиной образования химического недожога. КПД котлов наружного размещения выше на 1,5% за счет уменьшения потерь в окружающую среду. Потери с уходящими газами улучшили ситуацию котлов наружного размещения на 1,5%, с химическим недожогом потери составляли 2,15%. Увеличение КПД за счет уменьшения потерь на собственные нужды – 1,5%. В целом КПД котлов наружного исполнения в отличие от котлов ДКВР 2,5/13 улучшилось на 6,65 %.

Рассматриваем вторую составляющую – транспортировка тепловой энергии до потребителя. Потери на тепловых сетях составляют 10%. Вектор тепловой энергии направлен излучением от поверхности сети в окружающую среду. Изоляционный материал снижает теплопередачу от поверхности сети к воздушным массам, омывающим тепловую сеть. Образовывающиеся неплотности тепловой изоляции увеличивают потери в течение года до 15% и постоянный ремонт перед отопительным сезоном требует дополнительных вложений. Транспортирование тепловой энергии с помощью насосных групп требует расхода электроэнергии до 40 кВт/ч. Снижение расхода эл. энергии до минимума - 0,3 кВт снизил расход на 39,7 кВт/ч. Уменьшение потерь на тепловых сетях до минимума, т.е. от 10 до 0,1%.

Рассмотрим третью составляющую векторной энергетике – потребитель.

Перед началом проведения реконструкции объекта был проведен энергетический аудит и выявлены потери тепловой энергии через ограждающие конструкции и в результате неэффективного использования тепла в виде «перетоков», которые составляли 13% на «перетоках» и 9% через ограждающие конструкции. После проведенной работы были ликвидированы потери тепловой энергии через ограждающие конструкции, а при разделении потребителя на составляющие с одинаковым температурным режимом были ликвидированы потери тепловой энергии в виде «перетоков».

Реконструкция тепловой сети внутри помещения позволила вектор тепловой энергии из составляющих направить к центру зданий, тем самым исключив потери через ограждающие конструкции.

Выводы

Векторная энергетика является одной из крупнейших составляющих в теплоэнергетике, которая характеризует направление в сторону полезного использования тепловой энергии. Во время разработки проекта, подбора и комплектации энергетического оборудования, монтажа и пусконаладочных

работ в первую очередь необходимо помнить о том, что тепловая энергия имеет свое направление.

Отсутствие анализа и расчета направления вектора тепловой энергии ведет к росту потерь, снижению КПД и финансовым убыткам.

Использование фундаментальных законов векторной энергетики при выборе и расчете схем теплоснабжения, подборе оборудования позволит создать совершенный теплоэнергетический комплекс с минимум потерь и наиболее эффективный в эксплуатации.

Заключение

Из вышеперечисленных 4-х вариантов был выбран наиболее рациональный и экономически выгодный – это вариант с установкой 5-ти котлов наружного размещения. Окупаемость данного проекта составила 1,7 отопительного периода. Данный вариант не только выгоден экономически, но и удобен в эксплуатации, а именно:

1. оптимальное регулирование температурных режимов в помещениях разного назначения;
2. независимые схемы теплоснабжения позволяют в оперативном порядке проводить ремонтные работы;
3. весь комплекс потребителей независим от одного источника тепла;
4. оборудование (автоматика, насосные группы, технологические узлы) взаимозаменяемы, что исключает простои при выходе из строя данного оборудования;
5. оборудование подобрано с учетом импортозамещения, приобретения запасных частей не связано с курсом валюты и влияния зарубежных поставщиков;
6. оснащение источников тепла GSM-модулем, позволяет контролировать процесс в режиме реального времени и оперативно реагировать на нештатные ситуации.

Векторная энергетика является одной из крупнейших составляющих в теплоэнергетике, которая характеризует направление в сторону полезного использования тепловой энергии. Во время разработки проекта, подбора и комплектации энергетического оборудования, монтажа и пусконаладочных работ в первую очередь необходимо помнить о том, что тепловая энергия имеет свое направление.

Отсутствие анализа и расчета направления вектора тепловой энергии ведет к росту потерь, снижению КПД и финансовым убыткам.

Использование фундаментальных законов векторной энергетики при выборе и расчете схем теплоснабжения, подборе оборудования позволит создать совершенный теплоэнергетический комплекс с минимум потерь и наиболее эффективный в эксплуатации.

В заключении приведены основные результаты и выводы диссертационной работы.

В результате проведенного диссертационного исследования получены следующие результаты и сформулированы выводы.

1. Проведен тщательный анализ состояния зданий и сооружений.
2. Выполнен энергетический аудит по снижению тепловых потерь через ограждающие конструкции.
3. Здания и сооружения распределены по теплоснабжению в зависимости от температурного графика жизнедеятельности с учетом производственной загрузки в зависимости от времени суток и дней недели (рабочее время и выходные дни).
4. Экономия по газу составляет 600 м³ за сутки, при расходе в целом 2000 м³. Экономия электроэнергии 816 кВт/сутки (таблицы 3-4).
5. Результаты исследовательской работы ООО «Магистраль» на ООО «Технология» и фактические замеры показали, что инфляция, повышение цен на топливо (электроэнергия, газ и т.д.), водоснабжение, трудозатраты на ремонт устаревшего оборудования, непредвиденные аварийные ситуации изношенных теплотрасс и оборудования тяжким бременем ложится на предприятия.
6. Необходим новый объективный подход к проектированию, пересмотр нормативных документов и исходных данных, основываясь на реалиях жизни. Для этого нужен предварительный глубокий экономический анализ, энергетическое обследование технологической цепочки, формирующей выработку тепла и подачу его потребителю.
7. Нерациональный расчет с вводом условных коэффициентов, завышение исходных данных, суммируя все потери, приводит к увеличению количества используемого газоиспользующего оборудования.
8. Необходим пересмотр нормативно-технической документации с учетом результатов исследования.
9. Необходима разработка новой наиболее точной методики расчета для использования в проектировании теплоэнергетических объектов.

В результате проведенного энергетического обследования системы теплоснабжения объектов теплопотребления ООО «Технология» было выявлено:

- Нерациональное использование тепловой энергии (13% - перетоп, 9% - потери через ограждающие конструкции, потери на сетях 10%).
 - Перерасход электроэнергии на выработку и транспортировку тепла составит 19%.
 - Потери на хоз. нужды, включая заработную плату обслуживающего персонала котельной и проведение регламентных работ 16%.
 - Эксплуатация источника теплоснабжения более 25 лет приводит к дополнительным расходам: обследование газового оборудования, котлов и дымовой трубы.
- Экономия составляет 33%.
- Потери тепловой энергии через ограждающие конструкции.
- Анализируя данные тепловизионного обследования рекомендуется

произвести ремонтные работы по снижению потерь тепловой энергии через ограждающие конструкции составили 9%.

Рассматривая политику по энергосбережению и Федеральный закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» предлагается замена существующего источника теплоснабжения на 5 автономных котлов для индивидуального теплоснабжения каждого объекта теплоснабжения. Данное мероприятие позволит осуществлять более плавное регулирование тепловой нагрузки, снизить нерациональное использование тепловой энергии («перетоп»), уменьшить потери в тепловых сетях, а также сократить расходы на оплату труда обслуживающего персонала и покупку энергетических ресурсов (топлива, электроэнергии, воды).

Применение индивидуального источника теплоснабжения для каждого объекта теплоснабжения является эффективным и экономичным решением. Т.к. объекты теплоснабжения имеют различные температурные режимы внутри помещения, то применение индивидуального источника теплоснабжения позволит более точно поддерживать данный режим без перерасхода топлива и электроэнергии.

Расчетная суммарная тепловая нагрузка на отопление объектов ООО «Технология» составила 1,3057 Гкал/ч. В качестве источника теплоснабжения выбран вариант индивидуального отопления объектов с применением котлов наружного исполнения типа RS-H, а также котлов внутреннего размещения RS-A, производства Завода котельного оборудования г. Туймазы. Котлы RS-H, предназначенные для отопления гаража, цеха ТО-2 и цеха по ремонту прицепов являются сдвоенными, что позволяет более гибко регулировать выработку тепловой энергии в течение отопительного сезона. Котлы RS-A, предназначенные для отопления административно-бытового корпуса и механического цеха устанавливаются в помещении существующей котельной.

Предварительный срок окупаемости данного проекта 1,5÷2 года, внедрение которого позволит значительно сэкономить бюджет предприятия.

Себестоимость тепловой энергии составляла 1817 руб./Гкал.

После реконструкции себестоимость составит 985 руб./Гкал.

Экономия составит 832 руб./Гкал.

Предварительный срок окупаемости данного проекта 1,5 - 2 года, внедрение которого позволит сократить расходы на 46% тем самым сэкономить бюджет предприятия

Актуальность данной темы огромна, так как нерациональность в теплоэнергетике не дает предприятиям, вырабатывающим и обеспечивающим теплом потребителя, развиваться, что со временем приводит к их банкротству. Снижение себестоимости тепловой энергии, это необходимость, связанная с тем, что цена за тепло является одной из главных составляющих в тарифах ЖКХ и в ценах на продукцию, выпускаемую производственными предприятиями.

Данная научная работа и пилотный проект показал экономическую

эффективность, по снижению, дали новое направление на проведение региональной политики по снижению тарифов за тепло, снижение себестоимости готовой продукции, и, соответственно повышение ее конкурентоспособности.

Снижение себестоимости тепловой энергии позволит сэкономить средства, необходимые для модернизации, развития предприятий и социальной сферы.

**Основное содержание работы отражено в следующих 6 публикациях
Перечня ВМАК
(Высшей международной аттестационной комиссии):**

1. А.А. Унщиков. Историческая необходимость изменения подходов к проектированию и модернизации объектов теплоэнергетики/Унщиков А.А. // Вестник БИБиУ № 1 (14) – Балаково. с. 3-5.

2. А.А. Унщиков. Недостатки нормативных методик при расчете тепловых нагрузок /Унщиков А.А., Лодочкин Н.И.// Вестник БИБиУ № 1 (14) – Балаково. с. 5-8.

3. А.А. Унщиков. Энергетический аудит /Унщиков А.А. // Вестник БИБиУ № 1 (14) – Балаково. с. 8-13.

4. А.А. Унщиков. Математический анализ расчетов при проектировании /Унщиков А.А. // Вестник БИБиУ № 1 (14) – Балаково. с. 13-18.

5. А.А. Унщиков. Разработка многовариантных схем теплоснабжения /Унщиков А.А. // Вестник БИБиУ № 1 (14) – Балаково. с. 18-23.

6. А.А. Унщиков. Техническое перевооружение существующих систем теплоснабжения с использованием векторно-энергетических критериев /Унщиков А.А., Лодочкин Н.И.// Вестник БИБиУ № 1 (14) – Балаково. с. 23-30.

Унщиков Александр Александрович

АНАЛИЗ НОРМАТИВНЫХ МЕТОДИК РАСЧЕТА ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК
НА ПРЕДМЕТ ВЫЯВЛЕНИЯ НЕДОСТАТКОВ И РАЗРАБОТКА
ВЕКТОРНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ ПО ПОДБОРУ
ОПТИМАЛЬНОГО
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ
ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ (НА ПРИМЕРЕ ООО «ТЕХНОЛОГИЯ»)

Автореферат

Корректор Пономарева М.В.

Подписано в печать 01.08.2018

Формат 60x84 1/16

Бум. офсет.

Усл. печ. л. 2,0

Уч.-изд.л. 2,0

Тираж 40 экз.

Заказ 01/08-2018

Бесплатно

Балаковский институт бизнеса и управления

Ул. Транспортная, 4, г. Балаково, Саратовская область, 413840

Отпечатано в типографии «Лист»

Ул. Московская, 16, г. Балаково, Саратовская область, 413800