

**РЫЛЬСКАЯ МАРИНА ВИКТОРОВНА**

**Перспективные методы определения энергетической эффективности систем теплоснабжения с помощью системного анализа**

Специальность 6N0729 - Строительство  
Специализация «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна»

**Автореферат**

диссертации на соискание академической степени  
магистр технических наук

Республика Казахстан  
г. Усть-Каменогорск, 2011 г.

Работа выполнена в Восточно-Казахстанском государственном техническом университете имени Д. Серикбаева

**Научный руководитель:** профессор, кандидат технических наук  
Запасный В.В.

**Научный консультант:** доцент Липовский А.Б.

**Официальный оппонент:** Директор металлургического производства  
«Казгипроцветмет» Хиврич Г.А.

Защита состоится « 23 » июня 2011 года в 9 ч. на заседании диссертационного совета по специальности 6N0729 «Строительство» в Восточно-Казахстанском государственном техническом университете имени Д. Серикбаева по адресу:  
070004, г. Усть-Каменогорск, ул. Серикбаева, 19

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Восточно-Казахстанского государственного технического университета имени Д. Серикбаева

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Герасимов Е.П.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность темы.

В связи с принятием в 1997 году Закона Республики Казахстан «Об энергосбережении» архитектура и строительство вступила в новый этап своего развития, связанный с повышением тепловой энергоэффективности. Работы по повышению тепловой эффективности развиваются, с одной стороны, с учетом предыдущих достижений по энергосбережению в строительной отрасли, с другой стороны, используются новейшие инновационные энергосберегающие решения в системах теплоснабжения и улучшения внутреннего климата зданий.

Актуальность энергосбережения в строительной отрасли Казахстана связана со следующими обстоятельствами:

1. в связи с увеличением объема строительства, возрастает потребление энергетических ресурсов;
2. возрастает стоимость энергетических ресурсов;
3. приобрела особую значимость проблема экологической безопасности - уменьшения загрязнения окружающей среды в результате сжигания топлива;
4. определяется целесообразность использования энергетических возобновляемых источников;
5. возникает задача сохранения ресурсов для будущих поколений.

Одним из действенных способов уменьшить влияние человека на природу является повышение эффективности использования энергии. В самом деле, современная энергетика, основанная в первую очередь на использовании ископаемых видов топлива (нефть, газ, уголь), оказывает существенное воздействие на окружающую среду. Начиная от добычи, переработки и транспортировки энергоресурсов и заканчивая их сжиганием для получения тепла и электроэнергии - все это весьма пагубно отражается на экологическом балансе планеты. Наконец, именно "ископаемая" энергетика ответственна за проблему изменения климата, связанную с увеличением концентрации парниковых газов. То есть вопрос повышения энергоэффективности экономики сейчас является одним из самых животрепещущих для всех стран без исключения.

Энергосбережение сейчас становится одним из приоритетов политики любой компании, работающей в сфере производства или сервиса. И дело здесь даже не столько в экологических требованиях, сколько во вполне прагматичном экономическом факторе. Это обусловлено тем, что удельные энергозатраты на производство основных видов продукции в Казахстане значительно выше, чем в западноевропейских странах. Одной из основных причин такого положения являются устаревшие энергорасточительные технологии, оборудование и приборы.

Но главным препятствием массовому внедрению энергосберегающих мероприятий во вновь строящиеся и реконструируемые сети являются следующие обстоятельства:

1. Отсутствие у проектировщиков и производителей оборудования экономической заинтересованности в дополнительных инвестициях в энергосберегающие мероприятия теплосетей;
2. Отсутствие научно обоснованной методики для оценки целесообразности внедрения мероприятий по повышению тепловой эффективности сетей;
3. Необходимо совершенствовать существующей нормативной базы для обеспечения эффективного использования энергетических ресурсов;

Целью работы является обоснование перспективных направлений повышения тепловой эффективности теплосетей на основе технико-экономической оценки энергосберегающих мероприятий.

Для достижения указанной цели были решены следующие задачи:

- Рассмотрены методы оценки тепловой эффективности;
- Выявлены актуальные энергосберегающие мероприятия в системах теплоснабжения;
- Указан процент экономии тепловой энергии при внедрении одного из предлагаемых энергосберегающих мероприятий.

Задачи работы:

Рассмотреть влияние новых теплоизоляционных материалов на потери тепла в теплосети;

Произвести сравнительный расчет часовых удельных тепловых потерь трубопроводов на выбранном участке теплосети с различными типами тепловой изоляции:

1. Плиты минераловатные синтетическом связующем;
2. Жидко-керамическое покрытие «Изолат»;
3. Сегменты из пенополистирола;

Рассмотреть влияние гидравлических потерь на энергоэффективность системы;

Произвести сравнительный гидравлический расчет системы теплоснабжения для 3-х типов компенсаторов:

1. П-образные и Г-образные;
2. Сальниковые;
3. Стартовые;

Выбрать наиболее экономически, технологически, экологически выгодный метод повышения эффективности работы тепловых сетей;

Определить стратегию энергосбережения с экономической и экологической точки зрения.

Практическая значимость:

– изучены технико-эксплуатационные показатели теплоизоляционных материалов;

– проведен сравнительный анализ тепловых потерь с различными типами изоляции;

– проведено внедрение некоторых энергосберегающих мероприятий;

– выявлена экономия тепловой энергии после внедрения части энергосберегающих мероприятий;

На защиту выносятся:

- результаты расчета часовых удельных тепловых потерь трубопроводов с различными типами изоляции;
- результаты гидравлического расчета;
- результат проведения энергетического мониторинга после внедрения некоторых энергосберегающих мероприятий;

Публикации:

По теме диссертации автор участвовал в:

- XI Республиканской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых преподавателей: «Творчество молодых - инновационному развитию Казахстана» состоявшейся 21 - 22 апреля 2011 г. в Восточно-Казахстанском государственном техническом университете им. Д. Серикбаева. Опубликовано работа: «Современные теплоизоляционные материалы для тепловых сетей»

- Международной научно-практической конференции специалистов послевузовской подготовки «Научное творчество и интеллектуальный потенциал: опыт и перспективы развития». Опубликовано статья: «К вопросу о причинах, препятствующих повышению энергоэффективности в системе теплоснабжения»

Объем работы:

Магистерская диссертация изложена на 93 страницах печатного текста и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений.

Автор выражает глубокую благодарность научным руководителям В.В. Запасному и А.Б. Липовскому, за предложенную интересную тему исследований, помощь и внимательное отношение на всех этапах работы над диссертацией.

За подробные консультации, в проведение сравнительных расчетов, в обсуждении полученных результатов исследований, ценные замечания и рекомендации в изложении материала.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, дана общая характеристика работы, сформулированы цель и основные положения, выносимые на защиту.

Первая глава содержит общие понятия о тепловых сетях и причинах потерь тепловой энергии.

Тепловая сеть - это система прочно и плотно соединенных между собой участников теплопроводов, по которым теплота с помощью теплоносителей (пара или горячей воды) транспортируется от источников к тепловым потребителям.

Любую теплоэнергетическую систему с целью анализа можно условно разбить на три основных участка:

1. Участок производства тепловой энергии (котельная);
2. Участок транспортировки тепловой энергии потребителю (трубопроводы тепловых сетей);
3. Участок потребления тепловой энергии (отапливаемый объект).

Каждый из приведенных участков обладает характерными непроизводительными потерями, снижение которых и является основной функцией энергосбережения.

Большинство тепловых сетей в Казахстане эксплуатируется многие годы, и их проектирование осуществлялось в соответствии с действовавшими в то время нормативными требованиями к тепловой изоляции трубопроводов, которые были существенно ниже современных.

Отсутствие типовых технических решений, необоснованное применение теплоизоляционных материалов без учета их назначения, несоблюдение требований нормативных документов, некачественное выполнение работ неспециализированными организациями, отсутствие систематического контроля и своевременного ремонта тепловой изоляции - все это приводит к сверхнормативным потерям тепловой энергии в промышленности и ЖКХ.

Вторая глава содержит понятие о тепловой изоляции и общее понятие эффективности тепловой изоляции. Представлены технические характеристики 3-х видов изоляции.

Теплоизоляция, тепловая изоляция, термоизоляция, защита зданий, тепловых промышленных установок (или отдельных их узлов), холодильных камер, трубопроводов и прочего от нежелательного теплового обмена с окружающей средой.

От качества изоляционной конструкции теплопровода зависят не только тепловые потери, но и его долговечность.

Основные требования к теплоизоляционным конструкциям заключается в следующем:

- низкая теплопроводность как в сухом состоянии так и в состоянии естественной влажности;

- малое водопоглощение и небольшая высота капиллярного подъема жидкой влаги;
- малая коррозионная активность;
- высокое электрическое сопротивление;
- щелочная реакция среды ( $pH > 8,5$ );
- достаточная механическая прочность.

Задача теплоизоляции - снизить потери тепла в холодный период года при колебаниях температуры наружного воздуха.

Эффективность теплоизоляции при переносе тепла теплопроводностью определяется термическим сопротивлением ( $R$ ) изолирующей конструкции. Для однослойной конструкции  $R=d/l$ , где  $d$  - толщина слоя изолирующего материала,  $l$  - его коэффициент теплопроводности. Повышение эффективности теплоизоляции достигается применением высокопористых материалов и устройством многослойных конструкций с воздушными прослойками.

Имеется большое количество теплоизоляционных материалов, из которых может осуществляться выбор в зависимости от параметров и условий эксплуатации различных установок, нуждающихся в теплозащите.

В третьей главе проведены расчеты на примере существующей теплотрассы в п. Ульбинский, г. Усть-Каменогорска, ВКО. Определены удельные тепловые потери, сделан гидравлический расчет. На данном примере рассматривались 3 типа изоляции и 3 типа компенсации тепловых сетей. Результаты расчетов показали, что самой эффективной изоляцией является жидко-керамическое покрытие «Изоллат», а наименьшие теплотери по длине трубопроводов с учетом местных сопротивлений в виде компенсаторов – при использовании стартовых компенсаторов.

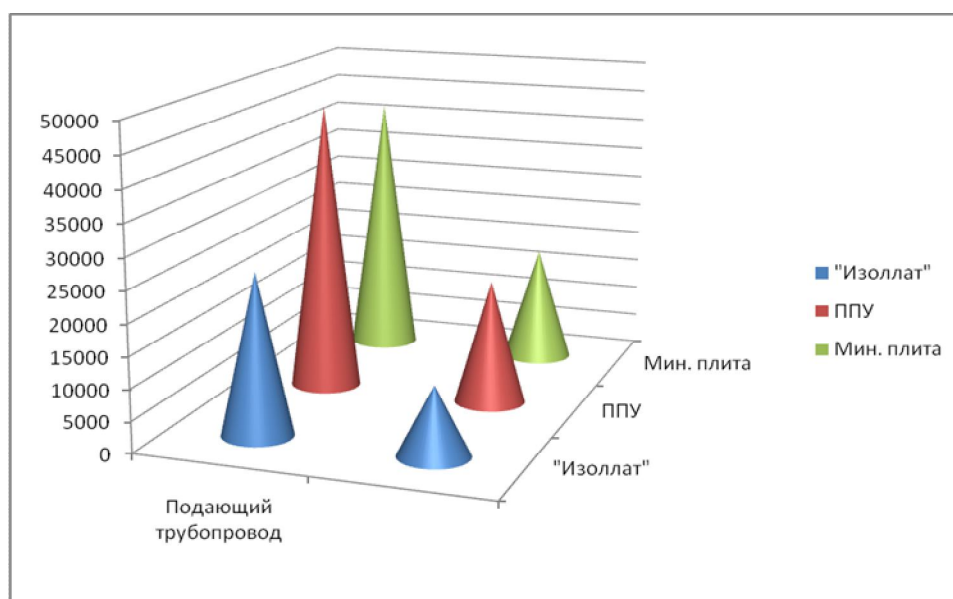


Рисунок 1 – Диаграммы обозначающие среднегодовые часовые теплотери по прямому и обратному трубопроводу

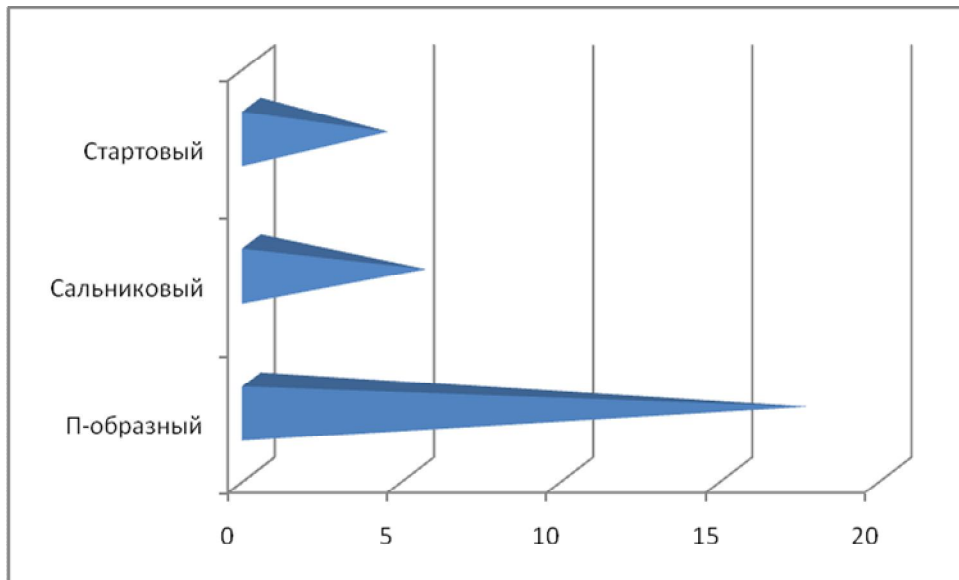


Рисунок 2 – Диаграммы обозначающие потери напора в сети

В четвертой главе представлена стратегия энергосбережения, сопоставлены результаты расчетов. Сравнены затраты на приобретение и установку технически выгодного варианта и экономические потери при установке более дешевого но невыгодного варианта тепловой изоляции и компенсаторов.

Рациональное использование и экономное расходование ресурсов органического топлива (уголь, нефть, природный газ), повышение эффективности конечного потребления энергии во всех секторах экономики, развитие возобновляемых источников энергии (биомассы, гидроэлектроэнергии, солнечной энергии, энергии ветра и геотермальной энергии и других источников) - все это, вместе взятое, может обеспечить потребности человечества в энергии и, следовательно, его устойчивое развитие в глобальном масштабе.

Ограничения, связанные с охраной окружающей среды, в сочетании с экономическими и политическими ограничениями в области энергообеспечения существенно влияют на определение стратегии устойчивого развития, то есть стратегии обеспечения необходимого качества жизни всех ныне живущих жителей планеты и будущих поколений и минимизации опасности для окружающей среды, экономических и социальных издержек, связанных с производством и потреблением энергии. Это и есть то, что называется стратегией энергосбережения.

## Выводы

Повышение энергетической эффективности должно рассматриваться как выявление и реализация мер и инструментов с целью обеспечить удовлетворение потребностей в услугах и товарах при наименьших экономических и социальных затратах на необходимую энергию и при минимальных расходах, необходимых для сохранения природной среды в гармонии с устойчивым развитием на местном, национальном, региональном и мировом уровнях.

Такая стратегия основана, прежде всего, на серьезном пересмотре самой концепции потребности в энергии. Идея состоит в том, что общественное развитие может обеспечиваться с использованием значительно меньшего количества энергии, чем в настоящее время, при общих издержках также значительно ниже сегодняшних уровней.

## Аннотация

Магистерская работа Рыльской Марины Викторовны посвящена исследованию: «Перспективных методов определения эффективности систем теплоснабжения с помощью системного анализа». Рассмотрение проводилось на существующем участке тепловой сети в п. Ульбинский, г. Усть-Каменогорск, Восточно-Казахстанской области.

Выявлены факторы, влияющие на показатель эффективности тепловой сети. Рассмотрены различные методики расчета тепловой эффективности изоляции. Проведен сравнительный расчет часовых удельных тепловых потерь трубопроводов на выбранном участке теплосети с различными типами тепловой изоляции. Сделан сравнительный гидравлический расчет системы теплоснабжения. Определена стратегия энергосбережения с экономической и экологической точки зрения.

## Аннотация

Магистрлік жұмыс Рыльская Маринаның «Жүйелік анализ арқылы жылумен жабдықтау жүйелерінің тиімділігін анықтаудың перспективалық тәсілдерін» зерттеуге бағышталған. Қарастыру Шығыс Қазақстан облысының, Өскемен қаласындағы, Үлбі поселкесінде жылу торабының қолданыстағы учаскесінде өткізілді.

Жылу тораптары тиімділігінің көрсеткішіне әсер етуші факторлар айқындалды. Оқшаулау арқылы жылу тиімділігінің есептеулерінің әр түрлі әдістемелері қарастырылды. Жылу жүйесінің таңдалған учаскесінде жылулық оқшаулаудың әр түрлі типтері арқылы тартылған құбырлардағы үлестік сағаттық жылуды жоғалтудың салыстырмалы есептеулері жүргізілді. Жылумен жабдықтау жүйесінің салыстырмалы гидравликалық есебі жасалынды. Экономикалық және экологиялық тұрғыдан алып қарағанда энергияны сақтау стратегиясы анықталды.

## Annotation

This master dissertation Marina Rylskaya covers the research of "Perspective methods in defining the effectiveness of heating supply by means of system analysis". The consideration of the project was held on the base of acting site of heating pipeline in Ulbinsky location, Ust-Kamenogorsk city, East Kazakhstan.

Some factors influencing the indexes of heating pipeline effectiveness were revealed during the process. Different calculation methods of heating isolation effectiveness were also examined. The comparative analysis of specific heating pipeline losses per hour took place at the selected site of pipeline with different types of isolation. Hydraulic calculation of heating supply system was made by comparative method. In the process of examination the strategy saving was developed in a view of economy and ecology.