

Кочеткова Марина Николаевна

**«Перспективные методы определения энергетической эффективности
систем отопления с помощью системного анализа»**

Специальность 06N0729 - Строительство

РЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
магистр техники и технологии по специальности строительство

г.Усть-Каменогорск - 2010

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 эффективности зданий. 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.

После первого энергетического кризиса в конце 1973 года термин «энергосбережение» означал поиски простейших путей снижения расхода энергии на теплоснабжение зданий. В начале 1990-х годов этот термин подразумевал выбор таких энергосберегающих технологий, которые одновременно способствовали повышению качества микроклимата в помещениях. В настоящее время термин «энергосбережение» связан с понятием «sustainable building», то есть со строительством таких зданий, которые обеспечивают высокое качество среды обитания людей, экологическую безопасность, сохранение естественной окружающей среды,

оптимальное потребление возобновляемых источников энергии и возможность повторного использования строительных материалов и водных ресурсов.

При этом внедрение энергосберегающих решений в массовое строительство должно быть экономически обосновано. В противном случае, не будет заинтересованности во вложении средств в энергосбережение в зданиях.

В связи с этим возникает необходимость в разработке методики, позволяющей оценивать эффективность энергосберегающих мероприятий с экономических позиций.

Кроме того, возникает необходимость выявления наиболее перспективных малозатратных направлений повышения тепловой эффективности для современного строительства и, в первую очередь, при реконструкции существующих зданий.

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

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

Целью работы является обоснование перспективных направлений повышения тепловой эффективности зданий 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 и климатизации в реконструируемом здании;

- Указан процент экономии тепловой энергии при внедрении одного из предлагаемых энергосберегающих мероприятий.

Задачи работы:

Рассмотреть влияние новых теплоизоляционных материалов на коэффициент сопротивления ограждающих конструкций;

Рассмотреть, как влияет реконструкция ограждающих конструкций на общую тепловую нагрузку здания;

Произвести сравнительный гидравлический расчет системы отопления для стальных водогазопроводных труб и труб из металлопласта;

Показать влияние установки автоматизированной системы управления тепловым потоком и снижение затрат на оплату тепловой энергии на отопление здания;

Практическая значимость:

- рассмотрены объемно-планировочные решения, влияющие на эффективности здания;
- изучены технико-эксплуатационные показатели материалов из минераловатного материала и жидкой теплоизоляции;
- проведен сравнительный анализ тепловых потерь до и после реконструкции ограждающих конструкций;
- проведено внедрение некоторых энергосберегающих мероприятий;
- выявлена экономия тепловой энергии после внедрения части энергосберегающих мероприятий;

На защиту выносятся:

- * результаты расчета коэффициентов теплопроводности ограждающих конструкции до и после применения дополнительной теплоизоляции;
- * результаты расчетов тепловых потерь;
- * результаты расчетов тепловых нагрузок;

- * результаты гидравлических расчетов;
- * результат проведения энергетического мониторинга после внедрения некоторых энергосберегающих мероприятий;

Публикации:

По теме диссертации автор участвовал в первом Республиканском конкурсе проектов по энергосбережению и альтернативным источникам энергии среди студентов и молодых специалистов.

Опубликована статья в журнале «Энергетика» 2008 год, энергоаудит здания ГККП «Ясли-сад № 10»

Объем работы:

Диссертационная работа изложена на 86 страницах основного текста, содержит 3 рисунка, 17 таблиц; состоит из введения, трех глав, основных выводов, библиографии, включающей 37 источника. Общий объем работы 93 страницы.

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 по задаче оптимизации формы здания и удельных теплоэнергетических показателей здания, 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 анализ методов расчета и нормирования тепловой эффективности зданий.

В последние годы значительно увеличился объем строительства зданий различного технологического назначения с эффективным использованием энергии, и получили развитие в международной практике стандарты, правила и другие нормативные документы по проектированию и оценке энергоэффективности таких зданий.

Энергоэффективное здание включает в себя совокупность архитектурных и инженерных решений, наилучшим образом отвечающих целям минимизации расходования энергии на обеспечение микроклимата в помещениях здания. Энергоэкономичное здание включает в себя отдельные решения или систему решений, направленных на снижение расхода энергии на обеспечение микроклимата в помещениях здания.

Новые критерии относятся не только к проектируемым и реконструируемым зданиям, но и к эксплуатируемым. Нормы могут быть использованы для оценки энергетической эффективности существующих зданий с целью определения необходимости улучшения их тепловой защиты.

Приоритетным направлением в вопросах повышения энергоэффективности ограждающих конструкций является использование нормируемого удельного расхода тепловой энергии на отопление здания, позволяющего варьировать теплозащитные свойства ограждающих конструкций с учетом выбора систем поддержания микроклимата и теплоснабжения для достижения нормы, а так же санитарно-гигиенических показателей.

Значительный потенциал для обеспечения требуемых показателей показал расчет при внедрении термомодернизации ограждающей конструкции существующего здания.

Для сравнения мы рассчитали коэффициент теплопроводности до, и после модернизации ограждающей конструкции.

$R_{0\text{стен}} = 1/8,7 + 0,03 + 1 + 0,039 + 1/23 = 1,23 \Rightarrow$ толщина конструктивного слоя выполняет условие $R_0 \geq R_0^{\text{тр}}$

$R_{0\text{стен}} = 1/8,7 + 0,33 + 0,03 + 1 + 0,039 + 1/23 = 1,55 \Rightarrow$ толщина конструктивного слоя выполняет условие $R_0 \geq R_0^{\text{тр}}$, где видно, как изменился коэффициент с 1,23 на 1,55.

$R_{0\text{крыши}} = 1/8,7 + 0,018 + 0,71 + 0,04 + 0,06 + 1/12 = 1,06 \Rightarrow$ толщина конструктивного слоя не выполняет условие $R_0 \geq R_0^{\text{тр}}$

$R_{0\text{крыши}} = 1/8,7 + 0,018 + 1,89 + 1,08 + 0,066 + 0,06 + 1/12 = 3,31 \Rightarrow$ толщина конструктивного слоя выполняет условие $R_0 \geq R_0^{\text{тр}}$, где видно, как изменился коэффициент с 1,06 на 3,31.

Суммарные теплотери снизились от 200507 ккал/час до 113357 ккал/час, что, в общем, повлияло на снижение тепловой нагрузки, на здание.

Если в зданиях старой постройки применять современную высокоэффективную теплоизоляцию, не используя другие возможности снижения энергопотребления, то можно сэкономить существенное количество энергии, величина которой рассчитана в таблице 1.2.8. диссертации.

Таким образом, очень важным элементом является теплоизоляция наружных стен здания. Конструкция окон также оказывает существенное влияние на тепловую эффективность здания, как за счет теплотерь, так и за счет инфильтрации. Отметим, что оптимизация формы, размеров и конструкции заполнений светопроемов позволяет обеспечить дополнительную экономию энергии за счет использования естественного освещения. Из этого можно сделать вывод, что для достижения удовлетворительного общего

теплового баланса здания, конструкция окон должна быть гармоничной – не только в отношении внешнего вида фасада и конструкции, но и в отношении ориентации зданий в пространстве.

Во второй главе рассмотрена эффективность систем отопления в зависимости от теплоотдачи отопительных приборов и материала разводящих трубопроводов.

При выборе эффективной по различным свойствам и показателям системы отопления учитывалась возможность повышения ее тепловой устойчивости, например, путем частичного использования при гидравлическом расчете насосной системы водяного отопления возникающего естественного циркуляционного давления или повышений аэродинамического сопротивления воздуховыпускных насадок.

Большей эффективностью, которая обусловлена сравнительной безотказностью, живучестью и долговечностью, обладает простая и удобная в эксплуатации система водяного отопления. Ближе к ней подходит система местного воздушного отопления при водяном теплоснабжении, действие которой легко автоматизируется, хотя надежность ее и понижается при увеличении числа побудителей циркуляции воздуха - вентиляторов.

Устойчивость работы системы водяного отопления в целом оценивали, как и для любого элемента системы, по температуре воды возвращающейся из системы. Повышенное значение этой температуры свидетельствует о преувеличении ее суммарной теплоподдачи в здание и, следовательно, о перегреве отапливаемых помещений, и наоборот.

Теория эффективности позволяет определить логически очевидные вероятностные показатели выдерживания заданных условий в здании, установить число случаев и общую продолжительность отклонений, а также наиболее невыгодное (наибольшее) разовое отклонение внутренних условий от расчетных.

Если мы хотим снизить потери давления по длине, тогда нам необходимо принимать для прокладки системы отопления, трубопроводы из металлопластика или полипропилена.

Нагревательные приборы являются основным элементами системы отопления и служат для передачи тепла относительно (вода, пар) к воздуху помещения. Приборы должны удовлетворять определенным теплотехническим, санитарно-гигиеническим и технико-экономическим требованиям.

Теплотехнические требования заключаются в том, чтобы приборы обеспечивали высокую удельную передачу, т. е. имели достаточно высокий коэффициент теплопередачи K .

Сравнение количества приборов отопления существующих и после проведения реконструкции системы отопления.

Номер кабинета	Суммарные теплопотери, до реконструкции, Дж	кол-во гладкотрубных приборов	Суммарные теплопотери, после реконструкции, Дж	кол-во новых радиаторов (шт.)
201	23 095	4*(108*4)	16 262	6*6
215	17 967	4*(108*4)	12 084	5*6
241	50 456	11*(108*4)	32 678	10*6
218-219	8 942	14*(108*4)	5 418	5*2
101	17 250	5*(108*4)	16 613	6*6
140	2 711	1*(108*4)	2 602	1*3
151	17 996	7*(108*4)	17 669	6*6

Потеря напора, связанная с преодолением сил трения при течении жидкости в трубе, определяется уравнением:

$$\Delta P = \lambda * \frac{L}{D} * \frac{\rho w^2}{2} \text{ Н / М}^2, \text{ Па}$$

Как мы увидим из таблиц, снижение потери давления происходит не только из-за качества системы отопления, но в первую очередь из-за снижения

тепловой нагрузки здания после реконструкции ограждающих конструкций. В общем нагрузка на отопления здания после реконструкции снизилась в пределах 43%, что приводит к снижению затрат на оплату за тепловую энергию, и как вследствие – энергоэффективность и энергосбережение.

Потеря давления ΔP , Па			
существующей системы отопления из стальных труб.	системы отопления после реконструкции из металлопластиковых труб.	системы отопления после реконструкции здания, система отопления существующая.	системы отопления после реконструкции здания и системы отопления (металлопласт).
48749,0	16007,0	17949,4	8927,9

В третьей главе проведены исследования, решением проблемы эффективного регулирования теплоснабжения в зданиях является устройство индивидуальных тепловых пунктов.

Во многих случаях можно будет уйти от схемы теплоснабжения через ЦТП к прямому подключению зданий к тепловым магистралям через ИТП. При этом квартальные тепловые сети будут больше не нужны, что даст дополнительную экономию тепла и денежных затрат. Можно выделить два принципиально различных подхода к изготовлению тепловых пунктов.

Первый, наиболее распространенный, метод заключается в сборке теплового пункта из отдельных компонентов на месте установки.

Второй способ, получающий все большее распространение, заключается в том, что тепловой пункт полностью изготавливается в заводских условиях и доставляется на место монтажа в собранном виде.

Экономическая эффективность инвестиций в энергосберегающие мероприятия находится в прямой зависимости от стоимости энергии: чем выше стоимость энергии, тем быстрее окупаются технические решения, позволяющие снижать энергопотребление зданий.

Экономия тепловой энергии при внедрении энергосберегающих мероприятий достигает в среднем 64 %, в том числе:

- 25 % – за счет повышения теплозащиты наружных стен и чердачных перекрытий в холодных чердаках;
- 10 % – за счет повышения теплозащиты окон;
- 6 % – за счет сокращения избыточного воздухообмена в квартирах;
- 5% - за счет применения металлопластиковых труб для системы отопления;
- 18 % – за счет устройства автоматизированного узла управления системой отопления и установки термостатов на современных отопительных приборах.

Необходимые энергосберегающие мероприятия для повышения эффективности систем отопления:

- замена чугунных радиаторов на более эффективные алюминиевые;
- установка термостатов и регуляторов температуры на радиаторы;
- применение систем поквартирного учета тепла (теплосчетчики, индикаторы тепла, температуры);
- реализация мероприятий по расчету за тепло по количеству установленных секций и месту расположения;
- установка теплоотражающих экранов за радиаторами отопления, эффект 1-3%;
- применение регулируемого отпуска тепла (по времени суток, по погодным условиям, по температуре в помещениях);

и многое другое.

Кроме того, обеспечивается повышение комфорта за счет возможности индивидуального регулирования температуры воздуха в помещениях.

Экономия энергии на отопление здания приводит к снижению выбросов в атмосферу углерода в виде углекислого газа.

Технико-экономический анализ эффективности внедрения энергосберегающих мероприятий должен основываться на рассмотрении

теплового баланса здания как единой энергетической системы. Если рассматривать здание как совокупность отдельных элементов и рассматривать повышение тепловой эффективности здания как внедрение отдельных энергосберегающих мероприятий, при оценке их эффективности может быть получена существенная погрешность.

При снижении затрат энергии на климатизацию зданий в результате внедрения энергосберегающих мероприятий с применением энергоэффективного оборудования происходит высвобождение энергогенерирующих мощностей.

Это позволяет обеспечить энергопотребление новых зданий без затрат на ввод в эксплуатацию новых мощностей.

Аннотация

Магистерская работа Кочетковой Марины Николаевны посвящена исследованию: «Перспективных методов определения эффективности систем отопления с помощью системного анализа». Рассмотрение проводилось на существующем здании «Регионального Экологического Центра Центральной Азии» находящееся в г.Алматы.

Для выявления факторов, влияющих на показатель тепловой эффективности здания, были рассмотрены: оболочка здания (наружные ограждающие конструкции), система отопления. Проведен сравнительный гидравлический расчет системы отопления для стальных водогазопроводных труб и труб из металлопласта. Рассмотрено влияние установки автоматизированной системы управления тепловым потоком и снижение затрат на оплату тепловой энергии на отопление здания.

Аннотация

Магистрлік жұмыс Кочеткова Маринаның «Жүйелік анализ арқылы жылу жүйелерінің тиімділігін анықтаудың перспективалық тәсілдерін» зерттеуге бағыштанған. Қарастыру Алматы қаласындағы «Орталық Азия Аймақтық Экологиялық Орталығының» ғимаратында өткізілді. Ғимараттың жылу тиімділігінің көрсеткішіне әсер етуші факторларды әшкерелеу үшін ғимарат қабыршағы (сыртқы қоршау конструкциялары), жылу жүйелері қарастырылған. Болат су-газ құбырлары мен металлопласт құбырлары үшін жылу жүйелерінің салыстырмалы гидравликалық есептеулері жүргізілген. Жылу ағынын автоматтық жүйемен басқару қондырғысының әсері мен ғимаратқа жылу берудегі жылу энергиясының төлемдерін төмендету қарастырылған.

Annotation

This master dissertation Marina Kochetkova dedicated to research of "Methods of definition of heating system with help of system analysis". Auditing was in the real building of "Regional ecological Centre of Central Asia" which situated in Almaty city.

To analyze influenced factors to energy efficiency of buildings we look up the hall building and heating system of this building. There was a comparison calculation between steel pipes and metal-plastic pipes of heating system. There was considered influencing of automatic heating system to energy consumption and economy.

