

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

**АЛМАТЫ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
АЛМАТИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ALMATY TECHNOLOGICAL UNIVERSITY**

**ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ТОҢАЗЫТУ АКАДЕМИЯСЫ
МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ ХОЛОДА
INTERNATIONAL ACADEMY OF REFRIGERATION**



**VII ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ТЕХНИКАЛЫҚ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ҚАЗАҚСТАН-ТОҢАЗЫТУ 2017»**

**VII МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«КАЗАХСТАН-ХОЛОД 2017»**

**VII INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE
«KAZAKHSTAN-REFRIGERATION 2017»**

**Конференция баяндамаларының жинағы
15-16 наурыз, 2017 ж.**

**Сборник докладов конференции
15-16 марта 2017 г.**

**Proceedings of the Conference
March 15-16, 2017**

Алматы, 2017

УДК 621.56/59(063)

ББК 31.392

К14

Сборник докладов подготовлен под редакцией
доктора технических наук, академика **Кулажанова Т.К.**

Редакционная коллегия:

Цой А.П., Бараненко А.В., Кантарбаев Р.А.,
Шлейкин А.Г., Андреева В.И. (ответ.секретарь)

К14 Казахстан-Холод 2017: Сб. докл. межд.науч.-техн. конф. (15-16 марта
2017 г.) – Алматы: АТУ, 2017. – 285 с.

ISBN 978-601-263-389-4

В докладах представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований, проведенных в Казахстане, Германии, России, Японии и Украине по следующим направлениям: холодильная техника и компрессоростроение, теплохладоснабжение, системы кондиционирования воздуха и жизнеобеспечения, экология в холодильной промышленности, холодильная и пищевая технология. Сборник рассчитан на специалистов и ученых, работающих в областях холодильной, пищевой, химической, нефтеперерабатывающей промышленности, а также на специалистов по системам кондиционирования воздуха и жизнеобеспечения жилых, коммерческих зданий и спортивных комплексов.

УДК 621.56/59(063)

ББК 31.392

ISBN 978-601-263-389-4

© АТУ, 2017

теплоты, выделяемой при замораживании. Для искусственного замораживания 1 м³ осадка расходуется около 50 кВт.ч электроэнергии [2].

Осадок после замораживания и оттаивания обезвоживается механическим путем без применения дополнительных реагентов [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сизых М.Р. Кондиционирование осадков сточных вод. //Вестник Бурятского государственного университета. Выпуск №3, 2013. – С. 17 – 19.
2. Туровский И. С. Обработка осадков сточных вод. – М.: Стройиздат, 1988. – 256 с.
3. Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод / С.В. Яковлев, Ю.В. Воронов. – М.: АСВ, 2002. – 707 с.
4. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др. 7 - е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2007. – 616 с.
5. Гумен С.В. Реагентно-тепловая обработка осадков сточных вод/ С.В. Гумен, Б.В. Васильев, С.В. Морозов, Г.П.Медведев //Водоснабжение и санитарная техника. – 2001. – № 4. – С. 12 - 14.
6. А.С. 1747395 СССР С02F3/06. Устройство для очистки сточных вод. /М.М. Зацерклянный, Т.Б. Столевич, Н.А. Сидоренко, В.О. Путинцев (СССР) - №4840547/26; заявл. 10.06.90; опубл. 15.07.92. – Бюл. №26.

УДК 697.91.94.97

ОПТИМИЗАЦИЯ КЛИМАТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ, КРУГЛОГОДИЧНО ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО ЗАДАННЫЙ МИКРОКЛИМАТ ПОМЕЩЕНИЯ

*Жихарева Н.В., кандидат техн наук., Хмельнюк М.Г., доктор тех наук
Одесская национальная академия пищевых технологий Украина
E-mail: Zhnata@mail.ru, hmel_m@ukr.net*

В условиях ускорения научно-технического прогресса задача оптимизации систем кондиционирования имеет важное народнохозяйственное значение, поскольку ее решение, кроме повышения эффективности капитальных вложений, обеспечивает ее энергосбережение, экономию материалов, а также улучшение условий труда людей и окружающей среды

Совершенствование эффективности программы энергосбережения является одной из важнейших государственных задач. Оптимизация (минимизация) суммарной стоимости капитальных и эксплуатационных затрат на обеспечение круглогодичного микроклимата в объектах общественного назначения является частью этой программы. [1].

Чем лучше тепловая защита помещения, а это, как правило, означает более высокую стоимость ограждений, тем меньшей производительности может быть активная система обеспечения заданного микроклимата, что ведет к снижению цены и эксплуатационных затрат на ее функционирование

В настоящей работе разработана и обоснована целевая функция совместной оптимизации суммарной величины капитальных и эксплуатационных затрат на тепловую защиту помещений и климатическое энергосберегающее оборудование в течение срока их эксплуатации.

Целевая функция совместной оптимизации суммарной стоимости тепловой защиты помещений и климатического оборудования, круглогодично обеспечивающих заданный микроклимат

Перед нами классическая задача оптимизации. Ее практическое решение зависит от наличия у проектанта отработанной программы математического моделирования климатического режима объекта, позволяющей за короткий отрезок времени при небольших затратах получить значения целевой функции для вариантов комплектов имеющегося в продаже оборудования совместно с вариантами теплового сопротивления (и соответственно стоимости) ограждений за время нормативного срока эксплуатации. В результате должны быть получены сроки окупаемости вариантов энергосберегающего оборудования и величины экономии, полученной после достижения момента окупаемости до окончания нормативного срока. [2,6,8].

Необходимо отметить, что энергосбережение наиболее эффективно, если оно проводится на всех стадиях жизненного цикла объекта от выбора на этапе проектирования климатического оборудования и величины теплового сопротивления ограждений, проработки целесообразности использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ), объективного и высококвалифицированного энергоаудита по результатам первого года эксплуатации и энергоменеджмента

до момента капитальной модернизации объекта или его полной остановки перед утилизацией оборудования. [3,7].

В этом ключе по результатам первого года эксплуатации желательно сравнить затраты электроэнергии по счетчику с результатами расчетов, обусловивших выбор энергосберегающего оборудования и соотношения затрат на пассивные (ограждения) и активные (оборудование) средства обеспечения микроклимата объекта.

По результатам дополнительного математического моделирования, с учетом фактических затрат энергии за первый год работы, могут быть приняты рекомендации, например, по установке дополнительного энергосберегающего оборудования, усиления теплоизоляции ограждений, сокращения периода между чистками фильтра и т.д.

Учитывая выше изложенное, нами предложена и протестирована следующая целевая функция совместной оптимизации тепловой защиты объекта (теплового сопротивления ограждений помещения), в котором обеспечивается заданный микроклимат, и производительности энергосберегающего климатического оборудования активной системы обеспечения этого микроклимата.

С целью удобства определения предлагаемой целевой функцией она сведена к зависимости от одного универсального параметра-аргумента - суммарной экономии в денежном эквиваленте.

Приведенная ниже целевая функция является разностью начальных дополнительных инвестиций в энергосберегающее оборудование и дополнительную тепловую защиту и экономии за 7 лет эксплуатации, полученной от этого оборудования и усиления тепловой защиты.

$$Prf = \left[\Delta Pst + Pesob - \sum_{i=1}^T \frac{\Delta Qg}{(1+d-R)^i} \right] \quad (1)$$

Целевую функцию (Ptf – target function) для совместной оптимизации предлагаем определять с учетом возможного изменения стоимости электроэнергии и коэффициента дисконтирования валюты;

ΔPst – дополнительная стоимость утепления наружных ограждений с целью усиления тепловой защиты помещений с заданным микроклиматом (это может быть одна наружная стена или все стены наружные стены для отдельностоящего объекта);

$Pesob$ – затраты на покупку и установку в систему энергосберегающего оборудования (например: рекуператора или всего комплекта энергосберегающего оборудования объекта);

i – номер года после ввода в эксплуатацию энергосберегающего оборудования;

ΔQg – годовая экономия стоимости потребляемой электроэнергии в результате использования энергосберегающего оборудования и усиления теплозащиты объекта (рассчитывается по среднемесячным температурам наружной среды), кВт;

d – годовой коэффициент дисконтирования национальной валюты;

R – коэффициент годового роста стоимости кВт·часа;

peI – стоимость кВт часа электроэнергии с НДС.

Целевая функция (1), определяемая для заданных вариантов с помощью программы, выполненной в вычислительной среде Mathcad, позволяет выполнить совместный оптимальный выбор варианта тепловой защиты объекта и комплекта энергосберегающего

Целевая функция (1) имеет универсальный характер и может быть выполнена для определения срока окупаемости.

Срок расчетной эксплуатации $T=7$ лет предлагается для дальнейшего обсуждения. Принято считать, что срок окупаемости энергосберегающего оборудования, равен сроку гарантии на это оборудование 2- 4 года, а срок получения прибыли после срока окупаемости, равной начальным инвестициям в энергосберегающие мероприятия, с учетом коэффициента дисконтирования в пределах 3-5 лет. Использовать срок службы на оборудование вентиляции и кондиционирования 15-20 лет, приведенный в ДБН В.2.5-67:2013, в целевой функции (1) нерационален.

Пример оптимизации выбора рекуператора в приточно-вытяжной системе и толщины теплоизоляции наружной стены на ранней стадии проектирования

В данном примере рассматривается совместная оптимизация тепловой защиты зала и рекуператора приточно-вытяжной вентиляции на ранней стадии проектирования для помещения кафе в г. Одессе, с круглогодично поддерживаемым в зале микроклиматом. В этом примере некоторые параметры, незначительно влияющие на тепловой баланс зала кафе, приняты постоянными. В качестве варьируемой величины рассматривается тепловая защита только южной наружной стены, так как северная стена граничит с застекленной верандой, а две другие стены граничат с подсобными помещениями.

Эта оценочная методика может быть использована для совместного выбора агрегата приточно-вытяжной системы с рекуперацией, инверторного кондиционера и конструкции соответствующих

наружных ограждений на ранней стадии проектирования. При необходимости на стадии рабочего проекта может быть выполнен поверочный уточненный расчет, а по итогам первого года эксплуатации сверка уточненного расчета с расходом электроэнергии по счетчику.

Нами рассмотрена методика совместной оптимизации тепловой защиты южной наружной стены зала кафе, инверторного кондиционера (тепловой насос "воздух - воздух") ASYG 18 LF /AOYG18LF фирмы FUJITSU и рекуператора LGH-50RX5-E серии Lossnay по целевой функции (1).

Предварительно были выбраны по вышеприведенным исходным данным агрегаты с рекуперацией: VX 700E фирмы Systemair (индекс параметров в расчете - S) и LGH-50RX5-E серии Lossnay фирмы Mitsubishi Electric [2] (индекс параметров в расчете - M).

В данном примере определен срок окупаемости агрегатов с рекуперацией, выбран рекуператор, проведена совместная оптимизация капитальных и эксплуатационных затрат на рассматриваемые варианты комплектов теплозащиты и энергосберегающего оборудования по величине целевой функции (1).

Стоимость дополнительных монтажных работ при установке в приточно-вытяжную вентиляцию агрегатов с рекуперацией принята одинаковой для обоих агрегатов - 3000 грн

Мы определили величину срока окупаемости и целевой функции при использовании рекуператоров по среднемесячным температурам для г. Одессы.

Помесячно были определены значения °С

1. Мощность, необходимая для нагрева без рекуператора приточного воздуха до температуры в помещении, Вт
2. Температура приточного воздуха после пластинчатого рекуператора, оС
3. Мощность, необходимая для нагрева приточного воздуха после пластинчатого рекуператора до температуры в помещении, Вт
4. Экономия электроэнергии, расходуемой на нагрев приточного воздуха при использовании пластинчатого рекуператора.

Суммарная годовая экономия затрат на электроэнергию при использовании рекуператора, VX 700E, $EgS=16291.59$ грн, а рекуператора LGH-50RX5-E $EgM=21173.55$ грн

Определили срок окупаемости по оптимизационной форме для рекуператора VX 700E 6.86, а для рекуператора LGH-50RX5-E 3.636 года.

Анализ приведенного расчета показал заказчику проекта, что из 2-х рассмотренных типов агрегатов приточно-вытяжной вентиляции предпочтительней выбрать LGH-50RX5-E серии Lossnay. Основным агрегатом, поддерживающим в зале кафе круглогодичный микроклимат, является инверторный кондиционер (тепловой насос "воздух - воздух") ASYG18LF/AOYG18LF фирмы FUJITSU. Этот тепловой насос может работать с теплопроизводительностью от 0.9 до 6 кВт на охлаждение и от 0.9 до 9.1 кВт на обогрев. Гарантия 3 года.

Рассмотрим методику совместной оптимизации тепловой защиты южной наружной стены зала кафе, инверторного кондиционера (тепловой насос "воздух - воздух") ASYG18LF/AOYG18LF фирмы FUJITSU и рекуператора LGH-50RX5-E серии Lossnay по целевой функции (1). Получили оптимальную толщину изоляции (рис.1) [3,6].

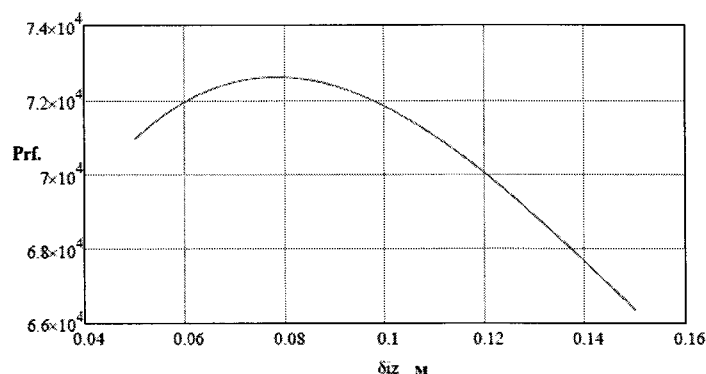


Рисунок 1 – Зависимость величины экономии за 7 лет эксплуатации от толщины теплоизоляции на стене

Оптимизация целевой функции показывает, что максимальная экономия за 7 лет эксплуатации соответствует толщине изоляции 0.08 м

Разработанная комплексная математическая модель с использованием полученной целевой функции. содержит принципиально новый подход к выбору оптимального климатического оборудования для поддержания комфортных параметров. В результате выполненных исследований решен комплекс задач по энергосбережению. направленных на разработку основных рекомендаций по подбору оборудования с минимальным сроком окупаемости. Полученная функция рассмотрена для кафе города Одессы. Подобрано оптимальное климатическое оборудование, с минимальным сроком окупаемости и найдена экономически-целесообразная толщина изоляции. На основе разработанной программы, возможно, оценить климатическое оборудование для любого региона и выбрать оптимальное.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Табунщиков Ю.А. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. / Ю.А.Табунщиков, М.М. Бродач. – М.: АВОК-ПРЕСС. – 2002. – 194 с
2. Перепека В.И. Расчеты систем кондиционирования и вентиляции. / В.И., Перепека, Н.В. Жихарева – Одесса: «ТЭС», 2014. – 240 с.
3. Жихарева Н.В. Особенности расчета теплопритоков в помещении при кондиционировании // Н.В.Жихарева / Холодильная техника и технология – 2015 Том.51 . – № 6– С. 17–20.
4. Жихарева Н.В. Экономически-целесообразная толщина изоляции современных изоляционных материалов плодоовощехранилища // Н.В.Жихарева, М.Г. Хмельнюк, О.В. Ольшевкая/ Холодильная техника и технология 2015. – №3 Том.51– Одесса: «ТЭС», 2016. – 171 с.
5. Жихарева Н.В. Метод расчета годового потребления холода систем кондиционирования воздуха // Н.В.Жихарева/ Холодильная техника и технология 2016. –Том.52 №4. –С. 42 – 47.
6. Оносовский В.В. Моделирование и оптимизация холодильных установок. – Ленинград: Издательство Ленинградского университета, 1990.
7. Жихарева Н.В. Оценка энергетической эффективности системы охлаждения плодоовощехранищ // Н.В.Жихарева, Хмельнюк М.Г. / Холодильная техника . 2015. – №3 Том.51 –С. 53 – 57
8. Жихарева Н.В. Моделювання та оптимізація систем кондиціонування повітря . / Жихарева Н.В. – Одесса: «ТЭС», 2016. – 172 с.