

ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

КИБОВСКИЙ СЕРГЕЙ АНДРЕЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
НЕТРАДИЦИОННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ
ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

**Специальность 05.26.01. — Охрана труда
и пожарная безопасность**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

А 6 2922



00756858 (\$)

Диссертация является рукописью.

Работа выполнена в Днепропетровском инженерно-строительном институте.

Научные руководители — доктор технических наук, профессор

Г. А. ЩЕВЕЛЕВ;

— кандидат технических наук, доцент

Л. Н. КУХАРЬ.

Официальные оппоненты — доктор технических наук, профессор

А. Г. ШАПАРЬ;

— кандидат технических наук, доцент

В. В. САФОНОВ.

Ведущая организация — Крымский филиал республиканского проектного института «Укрпроектреконструкция».

Защита диссертации состоится «**24**» **ФЕВРАЛЯ** . . . 19**94** г.
в **15** часов на заседании специального совета К.068.32702 по присуждению
ученой степени кандидата технических наук при Днепропетровском инженерно-
строительном институте по адресу: 320600, г. Днепропетровск, ул. Чернышев-
ского, 24а, ауд. № 202.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института по адресу:
320600, г. Днепропетровск, ул. Чернышевского, 24а.

Автореферат разослан «**11**» **ЯНВАРЯ** . . . 19**94** г.

ЛННБ ім. В. Стефаніка
АН України

Ученый секретарь
специализированного совета

А. К. КАРПУХИНА

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Развитие традиционной энергетики связано со значительным воздействием на окружающую среду. Как известно, продукты полного и неполного сгорания топлива на ТЭЦ, котельных и других теплоисточниках оказывают значительное влияние на изменение климата нашей планеты. Поэтому в настоящее время активизировались научные исследования по использованию различных видов нетрадиционных экологически чистых источников энергии для целей теплоснабжения жилых поселков, микрорайонов и отдельных потребителей и разрабатываются новые энергетические технологии, не оказывающие разрушающего воздействия на окружающую среду.

Кроме того уменьшение запасов и возрастающая стоимость добычи и транспортировки органического топлива требует его экономного расходования. Это возможно также за счет вытеснения традиционных теплогенерирующих источников на установки и системы, использующие экологически чистые источники энергии.

Разработанные в настоящее время установки особенно по преобразованию солнечной энергии в тепловую для систем теплоснабжения в большинстве случаев имеют сезонный характер работы и обладают невысокой энергетической эффективностью по использованию этой энергии. Поэтому повышение энергетической эффективности и экологической безопасности таких установок является актуальной проблемой, которая имеет важное народнохозяйственное значение.

Цель работы состоит в разработке комбинированной системы теплоснабжения с использованием нетрадиционных экологически чистых источников энергии, направленной на энергетическую эффективность и экологическую безопасность ее работы.

Задачи исследования:

- обобщение и анализ основных исходных данных, с учетом их взаимосвязи, для получения значений влияющих на точность исследований и теплотехнических расчетов;
- разработка методики расчета элементов комбинированной системы теплоснабжения с сезонным аккумулярованием теплоты от экологически чистых источников энергии;
- исследование и экспериментальная проверка расчетных параметров работы тепловых насосов в комбинированной системе теплоснабжения с использованием экологически чистого источника энергии на опытно-промышленной установке;
- разработка и исследование принципиально новых технических

решений по распределению, аккумулярованию и передаче теплоты потребителю в комбинированной системе теплоснабжения с использованием солнечной энергии на основе расчетных данных.

Рабочей гипотезой является предположение, что повышение энергетической эффективности и экологической безопасности работы комбинированной системы теплоснабжения возможно за счет круглогодичного использования теплоты от экологически чистых нетрадиционных источников энергии с помощью новой схемы распределения этой теплоты между элементами системы и передаче ее потребителю.

Предмет исследования. Совокупность теплотехнических, технологических и климатологических параметров, влияющих на энергетическую эффективность и экологическую безопасность работы системы.

На защиту выносятся:

- методика расчета поглощения и использования солнечной энергии в комбинированной системе теплоснабжения с сезонным и суточным аккумулярованием теплоты;

- методика расчета аккумулятора теплоты при сезонном аккумуляровании с использованием дополнительной теплоты подземного грунта;

- результаты экспериментального исследования работы тепловых насосов на опытно-промышленной установке с использованием низкопотенциальной теплоты от экологически чистого нетрадиционного источника энергии;

- средства реализации наиболее эффективного использования теплоты от экологически чистых источников энергии в целях теплоснабжения.

Методы и исследования. Проведенные исследования выполнены с применением следующих методов: системного анализа, вероятностно-статистического, математического моделирования.

Научная новизна работы. В диссертации впервые разработана методика расчета и исследована работа элементов принципиально новой технологической схемы комбинированной системы теплоснабжения с использованием нетрадиционных экологически чистых источников энергии / А.с. СССР № 1506242, А.с. СССР № 1567653 / и получены закономерности следующих технологических процессов:

- поглощения и использования солнечной энергии с учетом влияния передачи теплоты потребителю в многоконтурной системе;

- теплообмена в водяном аккумуляторе сезонного аккумулярования при подземной установке с учетом использования теплоты

окружающего грунта в качестве дополнительного теплоаккумулятора;
 - работы тепловых насосов с поршневыми компрессорами с учетом влияния температуры конденсации и кипения хладагента на тепловую мощность и коэффициент преобразования установки.

Практическая значимость работы заключается в том, что предложенная методика расчета и результаты исследования использованы для разработки системы солнечного теплоснабжения и установки для преобразования солнечной энергии в тепловую, что позволяет проектировать экологически безопасные комбинированные системы теплоснабжения и проводить с помощью ЭВМ анализ энергетической и экономической эффективности принятых технических решений.

Апробация работы. Основные положения работы были доложены и обсуждены на научно-технических конференциях в ДИСИ в 1987-1990г., на республиканской научно-технической конференции "Проблемы комплексной застройки Южного берега Крыма" /г.Симферополь, 1988г./.

Внедрение результатов работы. Осуществлялось по "Комплексной программе освоения нетрадиционных возобновляемых источников энергии на период до 2005 года" при разработке проектно-технической документации на строительство "Системы солнечного теплоснабжения" для поселка строителей в г.Судак республики Крым и ряда других объектов на Южном берегу Крыма.

Акт о внедрении результатов исследований представлен в приложении к диссертации.

Экономия органического топлива в течение года составила 205 т у.т. на 1 МВт установленной мощности по сравнению с топливной мощностью.

Экономический эффект составляет 24,0 тысяч рублей на 1 МВт установленной мощности в ценах 1984 -1991 г.г.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, приложения и напечатана на 131 странице машинописного текста, включая 33 рисунка в виде схем, графиков, содержит 2 таблицы, одно приложение, список использованной литературы из 104 наименований.

6

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность и практическая значимость темы диссертации, определены цель и методические основы исследования, изложены краткая характеристика работы и основные научно-методические положения, которые выносятся на защиту.

В первой главе дается анализ возможности использования различных видов нетрадиционных экологически чистых источников энергии в системах теплоснабжения. В качестве таких источников рассмотрены: теплота морской воды, сбросная теплота промышленных стоков промпредприятий и очистных сооружений, аккумулируемая теплота подземного грунта, солнечная энергия. Отмечено, что наиболее мощным и доступным из всех рассмотренных источников энергии является солнечная энергия, использование ее в целях теплоснабжения различных зданий и сооружений позволит значительно сократить потребление органического топлива и уменьшить количество выбросов от традиционных энергетических теплоисточников, оказывающих вредное воздействие на окружающую среду. Отмечена недостаточная энергетическая эффективность использования солнечной энергии в рассмотренных системах теплоснабжения и намечены перспективные направления по созданию энергетически эффективной и экологически безопасной комбинированной системы теплоснабжения.

На основе проведенного анализа сформулирована постановка задачи и основные направления исследований данной работы.

Во второй главе выполнено обобщение среднестатистических значений основных исходных данных для выполнения практических расчетов на ЭВМ и анализа энергетической эффективности работы рассматриваемой системы теплоснабжения с круглогодичным использованием солнечной энергии.

В качестве основных исходных данных рассмотрены климатические параметры внешней среды, количество потребляемой электроэнергии в местной энергосистеме и тепловая нагрузка потребителя.

Проведены статистические исследования этих данных для конкретного района строительства этой системы солнечного теплоснабжения. В качестве климатического района принят Южный берег Крыма, в частности г. Судак республики Крым. Для анализа были использованы данные суточных сумм прямой и диффузной солнечной радиации на горизонтальную поверхность, полученные на метеостанции "Кара-Даг" за период наблюдения с 1980 по 1988 годы и графики нагрузки / потребляемой мощности / Крымской энергосистемы за период с 1984

по 1988 году. В результате обработки этих данных получены среднестатистические значения этих величин и построены графики их изменения в течение расчетного / "базисного" / года и расчетных суток, характерных для теплого / 22 июля / и холодного / 22 февраля / периодов года.

Проведено сравнение обобщенных относительных значений этих величин с соответствующими значениями тепловой нагрузки потребителя. В результате анализа выявлена возможность повышения энергетической эффективности работы системы теплоснабжения за счет сезонного аккумулирования в теплый период до 60 % неиспользуемой солнечной энергии для покрытия тепловых нагрузок потребителя в холодный период.

Третья глава посвящена разработке методики для расчета основных элементов комбинированной системы теплоснабжения с использованием экологически чистых теплоисточников.

При этом автором предложены новая принципиальная схема распределения тепловой энергии полученной от коллекторов солнечной энергии / КСЗ /, между элементами в многоконтурной системе, обеспечивающей максимально возможный теплосъем с 1 м^2 КСЗ в течение всего года и методика для ее расчета, основанная на уравнениях теплового баланса.

В соответствии с полученными математическими зависимостями автором предложена блок-схема алгоритма расчета на ЭВМ количества поглощаемой и полезно используемой солнечной энергии в контуре коллекторов солнечной энергии / КСЗ / комбинированной системы теплоснабжения в течение расчетного периода. Использование этого алгоритма при выполнении расчета позволило определить и проанализировать как соотношение количества тепловой энергии, переданной потребителю через отдельные элементы контура КСЗ, так и эффективность поглощения солнечной энергии в КСЗ в целом.

Рассмотрены существующие методики расчета парокомпрессорных тепловых насосов / ТН /. Их анализ показывает, что с целью достижения более полной адекватности режимов работы ТН с режимами системы в целом, математические зависимости должны содержать уравнения, наиболее полно описывающие связь элементов ТН с элементами системы, а для определения основных характеристик ТН они должны быть записаны в относительной форме. Для математического описания работы ТН с поршневыми компрессорами в комбини-

рованной многоконтурной системе теплоснабжения автором предложено пользоваться удельными характеристиками q_0 и q_k , приведенными на единицу теоретического объема, описываемого поршнями компрессора.

Эти характеристики работы являются функциями температур кипения и конденсации рабочего вещества и имеют следующий вид:

$$q_0 = \sum_{i,j=0}^n a_{i,j} \cdot \bar{t}_0^i \cdot \bar{t}_k^j = f_1(\bar{T}_0, \bar{T}_k) \quad / 1 /$$

$$q_k = \sum_{i,j=0}^n b_{i,j} \cdot \bar{t}_0^i \cdot \bar{t}_k^j = f_2(\bar{T}_0, \bar{T}_k) \quad / 2 /$$

где: a, b - коэффициенты полинома; \bar{t}_0, \bar{t}_k - средневзвешенные температуры испарения и конденсации при нагреве теплоносителя в ТН от начальных до конечных параметров. Это дает возможность по средневзвешенным значениям \bar{t}_0 и \bar{t}_k за расчетный период времени ΔZ с учетом удельных характеристик q_0 и q_k и количества работающих теплонасосных установок n определить тепло-и холодопроизводительность блока ТНУ.

$$Q_0^{ТНУ} = q_0 \cdot V_{ком} \cdot n \cdot \Delta Z \quad / 3 /$$

$$Q_k^{ТНУ} = q_k \cdot V_{ком} \cdot n \cdot \Delta Z \quad / 4 /$$

При этом необходимым условием эффективного применения ТНУ в комбинированной системе теплоснабжения является совпадение между располагаемым количеством низкопотенциальной теплоты нетрадиционного источника и расчетной тепловой нагрузкой потребителя, а также их температурных режимов для каждого момента времени.

Автором предложена также методика расчета аккумулятора теплоты подземного грунта, для чего рассмотрена схема распределения теплоты и температурного поля вокруг аккумулятора БСА на расстоянии X от теплопередающей поверхности / рис. I /.

Для расчета процессов передачи теплоты в грунт автором предложено использовать метод конечных разностей температур для отдельных слоев толщиной ΔX с постоянными теплотехническими характеристиками.

При этом получены аналитические зависимости для определения температуры грунта в характерной точке рассматриваемого слоя \bar{t}_n

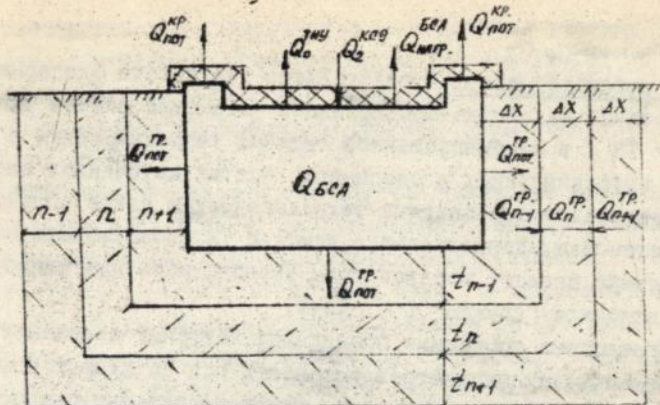


Рис. I. Схема распределения теплоты и температурного поля вокруг аккумулятора сезонного аккумулирования БСА

в конечный момент времени $t + \Delta t$

$$t_n^1 = \frac{\Delta t \lambda_{гр}}{\Delta X \cdot C_{гр} \cdot \rho_{гр} \cdot V_n^{гр}} [F_{n-1}^{гр} (t_{n-1} - t_n) + F_{n+1}^{гр} (t_{n+1} - t_n)] + t_n \quad / 5 /$$

или для первого слоя:

$$t_1^1 = \frac{k_1^{БСА} \cdot F_1^{БСА} (t_{БСА}^{БСА} - t_1^{гр}) + \lambda_{гр} \cdot F_2^{гр} (t_2 - t_1)}{C_{гр} \cdot \rho_{гр} \cdot V_1^{гр}} + t_1 \quad / 6 /$$

где: $\lambda_{гр}$ — коэффициент теплопроводности грунта; $C_{гр}$ — удельная теплоемкость грунта; $V_n^{гр}$ — объем рассматриваемого слоя грунта;

$F_{n-1}^{гр}, F_{n+1}^{гр}$ — соприкасаемые поверхности слоев $n-1, n+1$;

t_{n-1}, t_n, t_{n+1} — температура грунта в характерных точках слоев: $n-1, n, n+1$; $k_1^{БСА}$ — коэффициент теплопередачи через ограждающую конструкцию аккумулятора БСА.

Полученные зависимости и разработанные математические модели расчета элементов комбинированной системы теплоснабжения позволили составить программу расчета на 365-дневного цикла работы всей системы в целом.

Разработанная методика расчета и полученные значения исходных данных для "базисного года" были использованы при разработке проектно-технической документации на комбинированную систему солнечного теплоснабжения для жилого поселка в р. Сулак республики

Крым.

В четвертой главе представлены результаты экспериментальных исследований на опытно-промышленной установке работы тепловых насосов / ТН / в комбинированной системе теплоснабжения с использованием нетрадиционных экологически чистых источников энергии.

Представлена и описана технологическая схема опытно-промышленной установки, позволяющей с помощью ТН использовать низко-потенциальную теплоту морской воды Черного моря для тепловых нагрузок пансионата "Дружба" в г. Ялта.

Предложена программа проведения натурных изменений основных теплотехнических параметров установки при различных режимах работы ТН, а также схема включения компрессоров теплонасосной установки / ТН /.

Синхронные замеры необходимых параметров производились постоянно в течение года при каждом изменении режима работы установки и регистрировались с помощью установленных контрольно-измерительных приборов. Данные, полученные в результате измерений, обрабатывались ежедневно по лентам регистрирующих приборов в соответствии с методическими указаниями, принятыми при испытаниях холодильных машин.

По обработанным измерениям определены часовые и суточные значения фактической холодо и теплопроизводительности ТН, фактическая мощность, затраченная на привод компрессоров, фактическое значение коэффициентов преобразования установки.

В результате экспериментальных исследований получены фактические значения основных технических параметров ТНУ при работе оборудования в реальных условиях в течение годового цикла на покрытие тепловых и холодильных нагрузок потребителя в комбинированной системе теплоснабжения.

По результатам обработки экспериментальных данных построены графические зависимости влияния температуры кипения и конденсации хладагента на тепловую и электрическую мощность ТН, а также на действительный коэффициент преобразования ТНУ.

Выявлено, что независимо от температуры кипения хладагента, увеличение тепловой мощности ТНУ при снижении температуры конденсации остается постоянной и может быть описано уравнением первой степени: $Q = A + B t_k$, где значение коэффициента A - зависит от температуры испарения, а B - постоянная.

Анализ полученных результатов исследований показал, что действительный коэффициент преобразования ТНУ изменяется от $\varphi_0 = 4,2$ при $t_k = 55^\circ\text{C}$ до $\varphi_0 = 2,7$ при $t_k = 65^\circ\text{C}$, что незначительно отличается от расчетных данных. Отклонение при этом не превышает 1 %

Аналогичный результат был получен также при проведении экспериментальных исследований на промышленной теплонасосной установке предназначенной для теплохолодоснабжения гостиницы "Ялта", расположенной в г. Ялта республики Крым и введенной в эксплуатацию в 1990 году. Исследования проводились по программе "Елсел" при помощи измерительного комплекса "Ханивелл" как для режима комбинированной выработки тепла и холода, так и для режима выработки тепла для системы горячего водоснабжения при использовании низкопотенциальной теплоты морской воды Черного моря.

На основании проведенных измерений получены фактические значения коэффициента преобразования ТНУ за период наблюдений и построены графики его изменения для исследуемых режимов работы системы теплоснабжения. При этом действительный коэффициент преобразования установки изменялся незначительно от $\varphi_0 = 3,19$ до $\varphi_0 = 3,13$ в режиме кондиционирования и от $\varphi_0 = 4,25$ до $\varphi_0 = 3,9$ в режиме выработки тепла на горячее теплоснабжение, что также соответствует расчетным значениям.

Анализ проведенных экспериментальных исследований показывает совпадение экспериментальных данных работы ТНУ в комбинированных системах теплоснабжения с расчетными, с достаточной для практических целей точностью. Отклонение опытных значений от расчетных не превышает 3 %.

Полученные значения фактического коэффициента преобразования и графические зависимости работы ТНУ позволяют скорректировать расчетные значения этих величин при проектировании аналогичных систем теплоснабжения с привлечением низкопотенциальной теплоты от различных нетрадиционных источников энергии при помощи теплонасосных установок.

В пятой главе представлены результаты практической реализации исследований и научно-технических разработок по повышению энергетической эффективности использования солнечной энергии в целях теплоснабжения зданий и сооружений и экономии топливно-энергетических ресурсов.

Для повышения энергетической эффективности использования

солнечной энергии автором предложены: новая принципиальная схема распределения этой энергии между элементами в комбинированной системе теплоснабжения / рис. 2 / и определена последовательность передачи ее потребителю / рис. 3 /, / А.с. № 1506242 /. При этом в работе комбинированных систем солнечного теплоснабжения возникает новое свойство, а именно: избирательность в регулируемой передаче потребителю поглощенной солнечной энергии в соответствии с заданным приоритетом.

На основании полученных результатов научных исследований автором разработана также комбинированная система теплоснабжения с использованием солнечной энергии и провальной электроэнергии, которая отвечает всем требованиям экологической безопасности /рис.4/, / А.С. № 1567852 /. Разработанная система теплоснабжения включает в качестве основного теплоисточника солнечную теплонасосную станцию / ТНС / с сезонным и суточным аккумулированием теплоты в качестве дополнительного теплоисточника - электротеплоаккумулирующую котельную. Источниками низкопотенциальной теплоты, используемой для работы ТНС является солнечная радиация и аккумулированная теплота грунта. Для работы электротеплоаккумулирующей котельной используется электроэнергия, потребляемая в период ночного "провала" суточного графика энергопотребления. В разработанной системе реализованы все основные научно-технические решения, рассмотренные в данной работе, что обеспечивает высокую эффективность при ее работе.

На основании предложенной методики и составленной программы "STNSSA" проведены технологические расчеты на ЭЕМ и определены оптимальные параметры и режимы работы основного оборудования при разработке проектно-технической документации на строительство данной системы солнечного теплоснабжения для жилого поселка строителей пансионата "Медвежонск" в г. Судак республики Крым.

По результатам расчета проведено теоретическое исследование работы основных блоков системы в течение годового цикла и составлены сравнительные диаграммы годового покрытия тепловой нагрузки потребителя от отдельных элементов системы. При этом определена доля покрытия тепловой нагрузки от дополнительного источника / теплоаккумулирующей котельной /, которая составила 7 % от общей величины, что говорит о высокой энергетической эффективности выбранных технических решений и получены значения температуры теплоаккумулирующей среды внутри аккумуляторов БСА и БКА. На

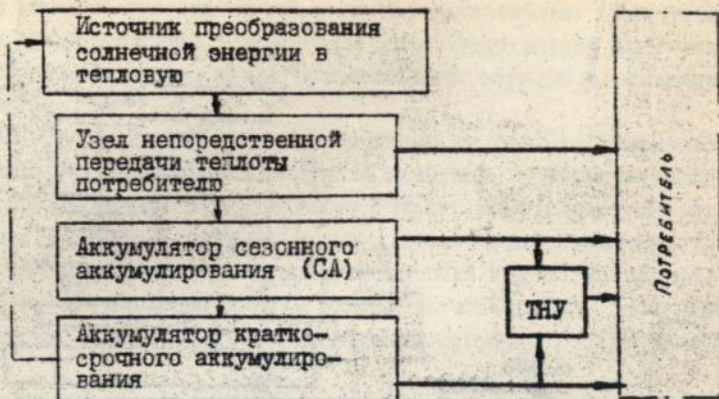


Рис.2. Схема распределения энергии и передачи ее потребителю (А.с. 150.62.42)

		Передача "провальной" электро-энергии	От электротеплоаккумулирующей котельной
		Передача солнечной энергии Непосредственно Через ТНУ	Из бака сезонного аккумулирования (БСА)
Из бака краткосрочного аккумулирования (БКА)			
Из бака сезонного аккумулирования (БСА)			
Из бака краткосрочного аккумулирования (БКА)			
От коллекторов солнечной энергии (КСЭ)			

Уменьшение приоритета

Рис.3. Последовательность передачи тепловой энергии потребителям в комбинированной системе теплоснабжения от различных источников.

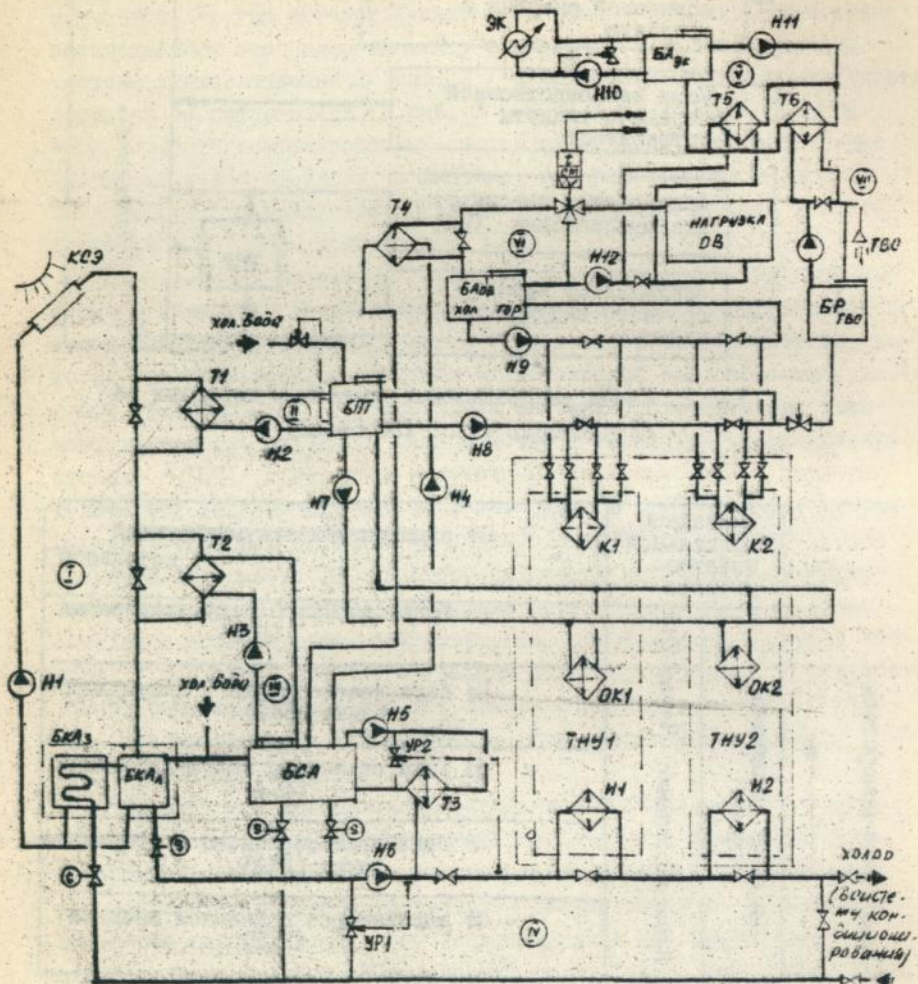


Рис. 4. Принципиальная схема комбинированной системы солнечного теплоснабжения (А.с. 1567852).

основании которых составлены графические зависимости изменения расчетной среднемесячной температуры этой среды внутри аккумуляторов в течение годового цикла при процессах зарядки и разрядки аккумуляторов.

Используя разработанную автором методику расчета аккумулятора сезонного аккумуляирования получены значения температурного поля грунта, окружающего аккумулятор БСА при работе системы теплоснабжения в течение годового цикла и графическая зависимость, характеризующая изменение температурного поля грунта на расстоянии до 9,0 м от теплопередающей поверхности БСА. При этом выявлена область эффективного использования теплоты, поступающей в грунт.

Проведенный анализ температурных режимов работы аккумулятора БСА показывает, что стабилизация процессов теплопередачи наступает только на 3-й год работы аккумулятора, когда температурное поле вокруг бака БСА приобретает устойчивый характер. При этом количество теряемой теплоты составляет 5 - 10 %, что приемлемо для данной системы и не превышает нормативных значений.

Проведенные теоретические исследования работы аккумулятора БСА показывает возможность и целесообразность использования аккумулятора теплоты подземного грунта для повышения энергетической эффективности работы системы в целом.

Для выбора основного оборудования и определения оптимальных параметров и режимов его работы выполнен анализ энергетической эффективности работы всей системы и ее элементов. Для оценки их энергетической эффективности предложены определенные критерии, характеризующий работу системы за ее расчетный период времени и аналитические зависимости для их вычисления.

Проведение вычисления и анализ работы разработанной комбинированной системы теплоснабжения показали достаточно высокую энергетическую эффективность принятых технических решений и возможность их широкого применения при проектировании аналогичных систем с использованием нетрадиционных источников энергии.

Экономия органического топлива в течение года составляет 205 т.у.т. на 1 МВт установленной мощности по сравнению с котельной на органическом топливе.

Экономический эффект при внедрении данной системы теплоснабжения составляет 24 тысячи рублей на 1 МВт установленной мощности в ценах 1984 - 1991 г.г.

Снижение выбросов вредных продуктов сгорания в районе теплоисточника в течение года составляет:

- твердых веществ	/ золи /	- 4,8 тонны
- окислов серы	/ в пересчете на SO_2 /	- 1,1 тонны
- окиси углерода	/ CO /	- 1,7 тонны
- окиси азота	/ NO_2 /	- 0,6 тонны

на 1 МВт установленной мощности теплоисточника.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Выполненные теоретические и экспериментальные исследования совместно с результатами внедрения основных положений диссертации позволили сделать следующие выводы:

1. Обоснована возможность использования некоторых видов экологически чистых нетрадиционных источников энергии для целей децентрализованного теплоснабжения, с учетом их суточного и сезонного аккумулирования в течение расчетного периода.

2. Получены графические закономерности изменения климатических параметров внешней среды для г. Судак республики Крым и потребляемой нагрузки Крымской энергосистемы расчетного "базисного" года. Так как существующие значения этих параметров, приведенные в справочной литературе значительно осреднены и не учитывают их взаимосвязи с тепловой нагрузкой потребителя в течение расчетного периода года.

3. Предложена методика и алгоритм расчета на ЭВМ контура коллекторов солнечной энергии; которая позволяют определять количество поглощенной и полезно использованной солнечной энергии с учетом влияния передачи полученной теплоты потребителя в многоконтурной комбинированной системе теплоснабжения.

4. Предложен метод расчета работы тепловых насосов с поршневыми компрессорами в системе теплоснабжения с использованием низкопотенциальной теплоты экологически чистых источников энергии, который заключается в использовании удельных характеристик тепло и холодопроизводительности, приведенных на единицу теоретического объема, описываемого поршнями компрессора, что позволяет определить их основные параметры в зависимости от температурных режимов экологически чистого источника энергии и потребителя теплоты.

5. Предложена методика расчета процессов теплообмена в водя-

ном аккумуляторе сезонного аккумулирования, которая позволила разработать алгоритм расчета на ЗЕМ работы этого аккумулятора с учетом использования теплоты окружающего грунта в качестве дополнительного теплоисточника.

6. На основе предложенных методик расчета основных элементов комбинированной системы теплоснабжения с использованием экологически чистых источников энергии разработана программа расчета на ЗЕМ годового цикла работы этой системы.

7. Получены закономерности изменения основных технических параметров теплонасосной установки при ее работе в реальных условиях в течение годового цикла в зависимости от влияния температурных режимов экологически чистого источника энергии и потребителя теплоты, что позволило установить совпадение с экспериментальных данных с расчетными, с достаточной для инженерных целей точностью.

8. Предложена новая принципиальная схема распределения и передачи потребителю солнечной энергии, преобразованной в теплоту в комбинированной системе теплоснабжения.

9. Разработана и предложена для внедрения комбинированная система теплоснабжения с сезонным и суточным аккумулированием с одновременной выработкой тепла и холода, в которой дополнительно используется теплота подземного грунта, что позволило повысить энергетическую эффективность работы системы по сравнению с существующими.

10. Полученные в работе результаты исследований внедрены при разработке проектно-технической документации на строительство системы солнечного теплоснабжения жилого поселка строителей пансионата "Медвежонок" в г. Судак республики Крым и ряда других объектов на Южном берегу Крыма.

Экономия органического топлива в течение года составляет 205 т. у. т. на 1 МВт установленной мощности по сравнению с котельной на органическом топливе.

Экономический эффект при внедрении данной системы теплоснабжения составляет 247,8 на 1 МВт установленной мощности - в ценах 1984 - 1991 г.г.

Снижение выбросов вредных продуктов сгорания в районе теплоисточника в течение года составляет:

- | | |
|--|-------------|
| - твердых веществ / зола / | - 4,8 тонны |
| - окислов серы / в пересчете на SO_2 / | - 1,1 тонны |

- окись углерода	/ CO /	- 1,7 тонны
- окиси азота	/ NO ₂ /	- 0,6 тонны

на 1 МВт установленной мощности теплоисточника.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах автора:

1. Кибовский С.А., Рыбалкин Л.М., Маринина И.Д. Применение теплоаккумулирующих котельных в регулировании графика нагрузки энергосистемы. // Сборник научных трудов. - М. : ВНИПИэнергопром, 1987, с.140 - 147.

2. Кибовский С.А., Огородник И.Д., Звагольский К.Н., Корчевский В.П. Перевод существующих холодильных станций в теплонасосный режим. // Материалы республиканской научно-технической конференции - "Проблемы комплексной застройки Южного берега Крыма". Том II. - Симферополь, 1988 г. с. 38 - 39.

3. А.с. 1506242 СССР Г24 2/42. Установка для преобразования солнечной энергии в тепловую. / В.П.Корчевский, К.Н.Звагольский, С.А.Кибовский, И.С.Суслова. - Заявлено 27.10.87 ; опубликовано 07.09.89. - Бл. № 33 - 2с.

4. А.с. 1567853 СССР Г24 2/42. Система солнечного теплоснабжения. /С.А.Кибовский, К.Н.Звагольский, В.П.Корчевский. - Заявлено 29.06.88. ; опубликовано 30.05.90. Бл. № 20 - 4 с.

Ильин

AB 29.022
AB 29.022

**Разработка комбинированной системы теплоснабжения
с использованием нетрадиционных экологически чистых источников энергии**
Кибовский Сергей Андреевич

Сдано в набор 22.12.93. Подписано в печать 22.12.93.
Формат 60X84¹/₁₆. Бумага писчая. Печать ротационная.
Усл. печ. л. 0,93. Усл. кр.-отт. 1,16. Тираж 100 экз.
Заказ № 9788. Бесплатно.

Гортилография, 333000, г. Симферополь, ул. Горького, 8.