

<b>1. ПІБ</b>
Денисова Алла Євсїївна
<b>2. Назва</b>
Інтегровані системи альтернативного теплопостачання для енергозберігаючих технологій (теоретичні основи, аналіз, оптимізація)
<b>3. Спеціальність</b>
05.14.06. – „Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика”
<b>4. Місце роботи</b>
Одеський національний політехнічний університет.
<b>5. Де виконана дисертація</b>
Одеський національний політехнічний університет
<b>6. Науковий керівник</b>
Мазуренко Антон Станіславович, д.т.н, професор
<b>7. Опоненти</b>
Драганов Борис Харлампієвич, д.т.н., професор Нікульшин Володимир Русланович, д.т.н., професор Морозюк Тетяна Владилєнівна, д.т.н., професор
<b>8. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами</b>
<p>Основні теоретичні і практичні результати дисертаційної роботи одержані при виконанні НДР у відповідності до Закону України "Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки" у межах напрямку 3. "Збереження навколишнього середовища (довкілля) та сталий розвиток" та напрямку 6. "Новітні технології та ресурсозберігаючі технології в енергетиці, промисловості та агропромисловому комплексі", у держбюджетах НДР №249-41 № ДР 0196U023204, інв.№0299U001339, НДР №205-41 № ДР 001880080164, інв. № 0297U005012, НДР № 400-41 № ДР 0196U023204, інв. № 02900039569 і господарсько-договірних робіт. Робота виконана у напрямку міжнародної програми INTAS, яка спрямована на розробку енергозберігаючих та екологічно чистих . технологій, її зміст і тематика відповідають також задачам державної програми «TASIS» енергетичного Центру ЄС в Україні, що визначає актуальність теми.</p>
<b>9. Мета і завдання дослідження</b>
<p>Мета роботи - науково-технічне обґрунтування та дослідження умов ефективного впровадження нового класу комбінованих установок - інтегрованих теплонасосних систем теплопостачання з двома відновлювальними джерелами енергії (сонячної та ґрунтової) для вирішення проблем енергозбереження, що базується на поєднанні засобів математичного та фізичного моделювання теплових процесів в її елементах для виконання порівняльних розрахунків системи різної конфігурації, аналізу впливу окремих факторів, визначення найвигідніших параметрів та оптимальних режимів роботи системи при сезонних змінах.</p> <p>Досягнення поставленої мети вимагає вирішення наступних <b>задач</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- розробка концепції та методу розрахунку інтегрованої теплонасосної системи альтернативного теплопостачання на базі двох різнорідних відновлювальних джерел енергії (сонячної і ґрунтової) з урахуванням конструктивних особливостей схеми;</li> <li>- розробка математичної моделі інтегрованої системи альтернативного теплопостачання та визначення параметрів, що впливають на ефективність та надійність роботи системи;</li> <li>- розробка математичної моделі режимів роботи системи у багатоваріантному вигляді та визначення умов ефективного роботи системи при різних режимах роботи;</li> <li>дослідження ефективності теплових процесів у інтегрованій теплонасосній системі</li> </ul>

альтернативного теплопостачання та її складових елементах з урахуванням специфіки впливу двох відновлювальних джерел енергії та великої кількості чинників, що залежать від сезонних умов;

- оцінка впливу режимів роботи інтегрованої системи на її конфігурацію; - визначення умов ефективного використання інтегрованої системи з позиції забезпечення максимального заміщення теплового навантаження за рахунок двох відновлювальних джерел енергії;

- розробка алгоритмів і програм чисельного моделювання інтегрованої системи, пристосованої для умов України, з урахуванням властивостей сонячної і ґрунтової енергії, зміни сезонних умов та особливостей перебігу теплових процесів в її елементах.

#### **10. Наукова новизна отриманих результатів**

Наукова **новизна** роботи міститься в одержанні результатів теоретичних та практичних досліджень, спрямованих на підвищення ефективності використання КАСТ в кліматичних умовах України і визначається так:

теоретично обґрунтована технічна можливість створення ефективної інтегрованої теплонаєсної системи для енергозберігаючих технологій на базі двох різнорідних відновлювальних джерел енергії (сонячної і ґрунтової);

- розроблені математичні моделі процесів теплообміну в елементах інтегрованої системи з урахуванням специфіки двох різнорідних відновлювальних джерел енергії;

- створені математичні моделі багатоваріантних режимів роботи інтегрованої системи, що дозволяють обґрунтовано обирати оптимальний режим роботи та оптимальну конфігурацію КАСТ при зміні сезонних кліматичних умов;

- розроблено математичну модель нестационарного процесу теплообміну в ґрунтовій системі, що дозволяє визначати поле температур в ґрунті при довготривалій експлуатації системи з урахуванням зміни кліматичних умов, схемних рішень та конструкцій ґрунтових теплообмінників з метою попередження термічної релаксації ґрунту та запобігання негативного впливу на екологію;

- запропоновано критерій оптимальної структури КАСТ на основі аналізу частки заміщення теплового навантаження за рахунок використання двох різнорідних відновлювальних джерел енергії;

- одержано аналітичні залежності, що дозволяючи, викопувати інженерні розрахунки КАСТ числовими методами;

- розроблено методику, алгоритми і програми числового моделювання режимів роботи у багатоваріантному вигляді з урахуванням конфігурації КАСТ, сезонних умов та специфіки поєднання різнорідних відновлювальних джерел енергії у межах інтегрованої установки теплопостачання.

#### **11. Апробація результатів дисертації**

Основні результати дисертації обговорювались на: Міжнародному Форумі двох міжнародних науково-практичних конференцій: X "Комерційне урахування енергоносіїв" та XI "Вдосконалення вимірювань витрати рідини, газу і пари"(м. Санкт-І Петербург, Росія, 1999); Міжнародній науково-технічній конференції ISES'99"Solar World Congress" (м. Єрусалим, Ізраїль, 1999); VII Міжнародному форумі енергетиків GRE'2000 «Енергетичне господарство і обладнання», (м. Бельсько-Бяла, Польща. 2000); Міжнародному симпозиумі «Екологічні проблеми Чорного моря» (м. Одеса, Україна, 2000); Семінарі регіонального центру енергозбереження та енергоменеджменту, управління державної інспекції з енергозбереження по Одеській області, галузевого центру нетрадиційних технологій та екології, Одеської обласної державної адміністрації «Перспективи впровадження енергозберігаючих технологій та обладнання на підприємствах та в установах Одещини» (м.Одеса, Україна,2000); Семінарі -Проблеми зміни клімату" (м. Одеса, Україна, 2001); IV Міжнародній конференції "Управління енерговикористанням" (м. Одеса, Україна, 2001); III Міжнародній науково-практичній конференції "Проблеми економії енергії", м. Львів, Україна. 2001 ) Науковому семінарі

"Основи практичного використання сонячної енергії м. Одеса, Україна, 2001), Міжнародній конференції "World Sustainable Energy Day (Австрія, 2002), Міжнародному форумі двох міжнародних науково-практичних конференцій XV "Комерційне урахування енергоносіїв та XII. Вдосконалення вимірювань витрати рідини, газу і пари"(м. Санкт-Петербург, Росія, 2002);VIII Міжнародному Форумі Енергетиків GRE'2002" «Енергетичне господарство і обладнання», (м. Бельсько-Бяла, Польща, 2002)

## 12. Список опублікованих праць за темою дисертації

Публікації у фахових виданнях:

1. Денисова А.Е. Равномерное распределение теплоносителя в гелиосистеме теплоснабжения // Труды Одесского политехнического университета. -1998. - Вып. 1(5). - С. 219-222.
2. Андрийчук Н.Д, Воинов А.П., Мазуренко А.С, Денисова Л.Е. О путях развития централизованного теплоснабжения // Придніпровський науковий вісник. Технічні науки.- 1998.-№27(94). - С. 68 - 73.
3. Денисова А.Е. Низкопотенциальные гелиосистемы теплоснабжения для условий Украины // Сб. научных трудов Одесской государственной академии строительства и архитектуры. - 1998. - С. 114 - 116.
4. Денисова А.Е. Моделирование режимов работы комплексной альтернативной системы теплоснабжения (КАСТ) // Труды Одесского политехнического университета. - 1999. -Вып. 1(7).-С. 126-130.
5. Денисова А.Е., Кальдерой Т.У. Сопоставление особенностей распределения интенсивности солнечной радиации в различных регионах Перу и Украины // Труды Одесского политехнического университета. - 1999. - Вып. 2(8), С.119 - 222.
6. Денисова А.Е. Потери напора в распределительных трубопроводах гелиосистемы теплоснабжения // Придніпровський науковий вісник. Технічні науки. 1998. -№43(110). С. 34-37.
7. Денисова А.Е. Математическое моделирование процессов теплообмена в элементах комплексной альтернативной системе теплоснабжения // Труды Одесского политехнического университета. - 1999. - Вып. 3 (9), С.99 - 104.
8. Денисова А.Е., Мазуренко А.С., Тордорцев Ю.К., Дубковский В.А. Использование энергии грунта в теплонасосных гелиосистемах энергоснабжения // Экотехнологии и ресурсосбережение.- 2000. - № 1. - С. 27—31.
9. Денисова А.Е. Математическое моделирование процессов теплообмена в грунтовой системе теплоснабжения // Труды Одесского политехнического университета. - 2000. — Вып. 1(10). - С. 87 - 92.
10. Денисова А.Е., Мазуренко А.С. Оценка эффективности работы комплексной альтернативной системы теплоснабжения // Труды Одесского политехнического университета. - 2000. - Вып. 2(11). - С. 95 - 97.
11. Дубковский В.А., Денисова А.Е. Использование солнечных прудов в комбинированных энергоустановках//Экотехнологии и ресурсосбережение.-2000.-№2.-С. 11 - 13.
12. Дубковский В.Л., Денисова А.Е. Анализ целесообразности солнечных электростанций // Экотехнологии и ресурсосбережение. -2000. -№ 3. С. 17 - 22.
13. Денисова А.Е., Мазуренко А.С, Тордорцев Ю.К. Модель комплексной альтернативной системы теплоснабжения //Экотехнологии и ресурсосбережение. 2(>00.-№5.--С.8-12.
14. Денисова А.Е., Дубковский В.А., Денисов СЮ. Комплексная альтернативная система теплоснабжения на основе низкопотенциальных источников тепла ГЭС и АЭС //Радиационная и ядерная безопасность. - 2000, Т. 3. - Вып. 4. - С. 100 - 103.
15. Денисова А.Е. Модель объекта теплоснабжения комплексной альтернативной системы теплоснабжения // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. - 2000. - Вып.2. - С. 38-41.
16. Денисова А.Е., Мазуренко А.С., Пономарь А.И. Оценка эффективности работы

аккумуляторов теплоты в системах солнечного теплоснабжения // Труды Одесского политехнического университета. 2000. - Вып.3 (12). С.73-77

17. Денисова А.Е. Мазуренко А.С. Оценка эффективности работы теплонасосной гелиогрунтовой системы теплоснабжения // Інтегровані технології та енергозбереження. 2000. №4. С. П 16.

18. Денисова А.Е., Мазуренко А.С. Оценка доли замещения тепловой нагрузки потребителя комплексной альтернативной системой теплоснабжения // Холодильная техника и технология. 2000, Вып. 67. - С. 48 51.

19. Денисова А.Е. Анализ тепловых явлений в грунте при работе теплонасосной грунтовой системы теплоснабжения // Холодильная техника и технология. - 2000. - №69. - С. 75- 78.

20. Денисова А.Е. Особенности работы теплового насоса в комплексной альтернативной системе теплоснабжения//Экотехнологии и ресурсосбережение.- 2001.- №1, С.6-8.

21. Денисова А.Е., Мазуренко А.С. Эффективность работы теплонасосной гелиосистемы с аккумулятором тепла // Холодильная техника и технология. 2001. - № 2 (71). -С. 43 -45.

22. Аль Уста Айман, Андрийчук Н.Д., Денисова А.Е., Мазуренко А.С. Тепловая эффективность солнечного коллектора с принудительной циркуляцией // Экотехнологии и ресурсосбережение. - 2001. - № 4. - С. 8 31.

23. Денисова А.Е., Мазуренко А.С, Андрийчук Н.Д. Выбор оптимальной ориентации гелиоколлектора с учетом диффузного солнечного излучения // Інтегровані технології та енергозбереження. - 2001. №4. С.13-16

24. Аль Уста Айман, Денисова А.Е., Мазуренко А.С. Термодинамическая эффективность адсорбера солнечного коллектора с принудительной циркуляцией // Экотехнологии и ресурсосбережение. 2001. -№5.- С. 16-21.

25. Денисова А.Е. Моделирование тепловых процессов в объекте теплоснабжения интегрированной системы теплоснабжения // Холодильная техника и технология . -20(1).- №5(74).--С.38-41.

26. Денисова А.Е. Аккумуляция энергии в гелиосистемах теплоснабжения // Экотехнологии и ресурсосбережение. - 2002. - № 2. - С. 9 - 14.

27. Денисова А.Е., Мазуренко А.С. Анализ эффективности интегрированной системы теплоснабжения, работающей в режиме моновалентной теплонасосной грунтовой системы//Холодильная техника и технология . - 2002. - № 3(77). - С. 70-- 72.

28. Денисова А.Е.,Мазуренко А.С. Комбинированные системы теплоснабжения на базе солнечных установок//Экотехнологии и ресурсосбережение.-2002.-№ 6.- С. 14 - 19.

29. Денисова А.Е., Мазуренко А.С. Новаковский Е.В. Экспериментальная установка на основе грунтового теплообменника теплонасосной системы теплоснабжения // Холодильная техника и технология . - 2002. - № 4 (78). - С. 29 - 30.

30. Денисова А.Е., Денисов С.Ю. Перспективы использования ветроэнерго-ресурсов в Украине // Холодильная техника и технология-2002.- № 5(79).- С.72 - 75.

Апробація роботи:

1. Денисова А.Е., Кальдерон Т.У. Оценка эффективности работы гелиосистем теплоснабжения в климатических условиях Украины // Придніпровський науковий вісник. Технічні науки. - 1998. - № 43 (110). - С. 29 - 31.

2. Мазуренко А.С, Денисова А.Е. Идеи развития эффективной солнечной энергетики для теплоснабжения в Украине // Вісник інженерної академії України, Спец. випуск. 1998.-С. 48-49.

3. Денисова А.Е., Кальдерон Т.У. Моделирование энергетической гелионригодности различных регионов Украины // Придніпровський науковий вісник. Технічні науки.- 1998.-№43 (ПО).-С. 31 -34.

4. Мазуренко А.С, Денисова А.Е., Денисов С. Ю. Совершенствование

распределения энергоносителя в многомодульной гелиоколлекторной системе // Сборник материалов Форума двух международных научно-практических конференций «Коммерческий учет энергоносителей» и «Совершенствование измерений расхода жидкости, газа и пара». Санкт-Петербург: Политехника, 1999. - С. 161 - 172.

5. Mazurenko A.S., Denysova A.E. Utilization of Ground Heat in a Heat Pump Combined Solar-Ground Heat Supply Systems // Proc. 1SES'99 Solar World Congress. 1999, Jerusalem (Israel). - P.77 - 78.

6. Denysova A.E., Mazurenko AS. Badanie rozplywy czynnika grzewczego w heliosystemach // Zeszyty Naukowe VII Forumu Energetykow GRE'2000. - Opole (Polska): - Politechnika Opolska, Vol. 49, №. 255.-2000.- P. 53 - 63

7. Денисова А.Е., Мазуренко А.С, Аль Уста Айман. Термодинамическая эффективность адсорбера солнечного коллектора с принудительной циркуляцией интегрированной системы теплоснабжения // Сборник материалов 59-ой научно-технической конференции. - Одесса: ОГАСА, 2001. - С. 28 - 34.

8. Денисова А.Е., Мазуренко А.С, Аль Уста Айман, Герасименко А.А. Перспективы использования комбинированных систем теплоснабжения на базе солнечных установок // Материалы 4-ой Международной научно-практической конференции «Управление энергоиспользованием». - Киев: 2001. - С. 510 - 515.

9. Денисова А.Е., Мазуренко А.С. Энергосбережение за счет внедрения комплексной альтернативной системы теплоснабжения // Материалы 4-ой Международной научно-практической конференции «Управление энергоиспользованием». - Киев: 2001. - С. 493 - 498.

10. Денисова А.Е., Мазуренко А.С. Влияние точности учета расхода теплоносителя в контуре циркуляции солнечного коллектора на тепловую эффективность установки теплоснабжения // Сборник трудов 15-ой международной научно-практической конференции «Коммерческий учет энергоносителей» и «Совершенствование измерений расхода жидкости, газа и пара». - Санкт-Петербург: Политехника, 2002. - С. 363 - 371.

11. Денисова А.Е., Мазуренко А.С. Эффективность интегрированной теплонасосной системы теплоснабжения в моновалентном грунтовом режиме // Сборник материалов научно-технической конференции «Энергосбережение в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха». -Одесса:ОГАСА,2002. -С17 - 20.

12. Денисова А.Е., Мазуренко А.С, Аль Уста Айман. Перспективы использования комбинированных систем теплоснабжения на базе солнечных установок // Zeszyty Naukowe VIII Forumu Energetykow GRE'2002. - Opole: Politechnika Opolska., Vol. 51, № 280(1).-2002.-P. 141 - 150.

13. Мазуренко А.С, Денисова А.Е., Зайцев О.Н. Опыт подготовки специалистов-энергетиков, владеющих возможностями современных ПЭВМ // Материалы 111 міжнародної науково-методичної конференції «Удосконалення підготовки спеціалістів». - Одеса: ІМК "Місто майстрів", НМЛ ОДАБА. - 1998. - С.93 - 94.

14. Денисова А.Е., Мазуренко А.С., Аль Уста Айман. Анализ тепловой эффективности солнечного коллектора с принудительной циркуляцией // Сборник материалов III Международной научно-практической конференции «Проблемы экономии энергии». - Львов: ЛНТУ, 2001. - С. 220

15. Denysova A.K. Integrated alternate system of thermal consumption // Proc. International Conference World Sustainable Energy Day 2002. - Wels (Austria), 6 8 March, 2002. - С 275.

16. Патент України 48720 А, МКІ Г 24 .1 3/00, Сонячний колектор //Денисова А.С, Мазуренко А.С, Аль Уста Айман. Опубл. Бюл. № 8 від 15.08.2002.

Теоретично обґрунтована технічна можливість створення комплексної системи альтернативного теплопостачання для енергозберігаючих технологій з двома відновлювальними джерелами енергії (сонячної та ґрунтової) на базі теплонасосного

циклу. Розроблені математичні моделі процесів теплообміну в елементах КАСТ з урахуванням енергетичних можливостей двох різнорідних відновлювальних джерел енергії та математичні моделі багатоваріантних режимів роботи системи, що дозволяють обґрунтовано обирати оптимальний режим роботи при сезонних кліматичних змінах.

Розроблено математичну модель нестационарного процесу теплообміну в ґрунтовій системі, що дозволяє визначати поле температур в ґрунті при довготривалій експлуатації системи. Запропоновано критерій оптимізації КАСТ на основі максимальної частки заміщення теплового навантаження за рахунок використання двох різнорідних відновлювальних джерел енергії.

Розроблено методику, алгоритми і програми числового моделювання режимів роботи КАСТ, визначені конструктивні характеристики системи, що забезпечують вимоги теплового споживача без резервування потужності та призводять до зменшення емісії двоокису вуглецю.

**Ключові слова:** альтернативна система тепlopостачання, оптимізація параметрів, сонячна енергія, ґрунтова енергія, тепловий насос.