

МІНІСТЕРСТВО ЕКОЛОГІЇ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ
НАУКОВО-ДОСЛІДНА УСТАНОВА
«УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ
ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ»

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ В. Н. КАРАЗИНА

ЗУР'ЯН ОЛЕКСІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 504.062.2



**ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА
ОТРИМАННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ**

Спеціальність 21.06.01 – екологічна безпека

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

• Харків – 2016

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано у відділі інноваційних технологій Українського державного геологорозвідувального інституту.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Гошовський Сергій Володимирович,
Український державний
геологорозвідувальний інститут,
директор

Офіційні опоненти: член-кореспондент НАН України, доктор
технічних наук, старший науковий співробітник
Забулонов Юрій Леонідович,
Державна установа «Інститут геохімії навколишнього
середовища Національної академії наук України»,
завідувач відділу ядерно-фізичних технологій

кандидат технічних наук, старший
науковий співробітник
Варламов Євгеній Миколайович,
Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний
інститут екологічних проблем»,
завідувач сектору лабораторії екологічно безпечного
природокористування, засобів і методів моніторингу
довкілля

Захист відбудеться «8» грудня 2016 р. о 11⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої
вченої ради Д 64.812.01 в науково-дослідній установі «Український науково-
дослідний інститут екологічних проблем» за адресою: 61166, м. Харків, вул.
Бакуліна, 6.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці науково-дослідної установи
«Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (61166, м. Харків,
вул. Бакуліна, 6).

Автореферат розіслано « 4 » листопада 2016 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



Т. Ф. Жуковський

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Одне з питань сьогодення, що найгостріше стоїть перед світовим суспільством і потребує вирішення, є питання забезпечення екологічної безпеки. Запаси традиційних вуглеводнів, таких як нафта, газ, вугілля зовсім не є нескінченними. А використання їх пов'язане з негативним впливом на екосистему. Сучасний стан техногенного навантаження (ТН) енергетики на навколишнє середовище характеризується значними викидами забруднювальних речовин (ЗР) підприємств паливно-енергетичного комплексу (ПЕК). Питома вага викидів ПЕК основних парникових газів – діоксиду вуглецю (CO_2) та метану (CH_4) становить відповідно 88 % та 66 % від загального обсягу викидів. Концентрації викидів оксидів азоту сягають 600-1400 мг/м^3 за норми – 200-600 мг/м^3 ; твердих часток – до 1000-1500 мг/м^3 за норми – 50-100 мг/м^3 ; діоксиду сірки – 3000-8000 мг/м^3 за норми – 400-2000 мг/м^3 . Обсяги використання свіжої води та відведення забруднених вод підприємствами галузей електроенергетики становлять відповідно 31 % та 20 % від їх загального обсягу. На території України розміщено понад 1200 породних відвалів вугільних шахт та збагачувальних фабрик, які займають площу понад 10 тис. га, щорічний обсяг накопичення відходів вуглевидобутку й вуглезбагачення становить понад 42 млн т.

Все більше уваги приділяється зменшенню техногенного навантаження на довкілля, а наукові пошуки спрямовуються на забезпечення людства енергією з відновлювальних джерел. Відновлювані джерела – невичерпні, а це, в свою чергу, гарантує стабільність, енергетичну та екологічну безпеку.

Сьогодні з певністю можна сказати, що перші кроки на цьому шляху вже зроблено. Але вони ще досить повільні. Наразі недостатньо науково обґрунтованої матеріально-технічної бази для виготовлення пристроїв перетворення енергії відновлюваних джерел. Актуальними є питання вдосконалення наявних пристроїв, розробки методик проектування енергетичних комплексів і дослідження енергоефективності вже наявних.

Таким чином, дослідження зі зниження техногенного навантаження на навколишнє середовище під час отримання енергії, а саме з мінімізації витрат традиційних енергоресурсів та ефективного використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) є важливими й актуальними.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами й темами. Основні положення дисертаційної роботи виконано відповідно до Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» №1268-ХІІ від 26.06.1991 р., Закону України «Про охорону атмосферного повітря» №2708-ХІІ від 16.10.92 р., Постанови Верховної Ради України «Про основні напрямки державної політики України в галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки» №118/98-ВР від 05.03.1998 р., Енергетичної стратегії України на період до 2030 року, яку ухвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24.07.13 р., № 1071-р., Стратегії державної екологічної політики України на період до 2020 року.

Дисертаційну роботу виконано у відділі інноваційних технологій Українського державного геологорозвідувального інституту (УкрДГРІ) у межах держбюджетної науково-дослідницької роботи «Розробка методичних та технічних засобів для використання відновлюваних джерел енергії» (Тема 731 ГВ, №ДР0109U008381, замовник – Державна служба геології та надр України, в якій автор є відповідальним виконавцем), а також досліджень, що проводилися згідно з договором № КД 2672 від 19.01.2015 р. спільно з Державним підприємством «Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом» (м. Южноукраїнськ, Миколаївська область), за темою «Моніторинг та наукове супроводження надрокористування для будівництва та експлуатації підземних споруд, не пов'язаних з видобуванням корисних копалин».

Метою дисертаційної роботи є зменшення техногенного навантаження на довкілля шляхом удосконалення наявних і створення нових екологічно безпечних технологічних процесів та устаткування для отримання теплової енергії з відновлюваних джерел.

Для досягнення мети поставлено й розв'язано такі основні завдання:

- визначити пріоритетні, найбільш екологічно безпечні джерела енергії для технічних засобів та технологій, що забезпечують раціональне використання природних ресурсів та відповідно зменшують техногенне навантаження на довкілля;

- теоретично обґрунтувати та експериментально підтвердити підвищення екологічної безпеки під час отримання теплової енергії від відновлюваних джерел;

- науково обґрунтувати й експериментально підтвердити залежність ефективності систем, що використовують відновлювані джерела для отримання теплової енергії, від особливостей їх структури та організації системи управління;

- розробити високоефективні апаратно-технологічні схеми систем та пристроїв, що мають мінімізувати викиди шкідливих речовин у навколишнє середовище під час отримання енергії;

- виконати економічну оцінку ефективності рішень для підвищення екологічної безпеки при отриманні теплової енергії з відновлюваних джерел.

Об'єкт дослідження – екологічно небезпечні процеси отримання теплової енергії.

Предмет дослідження – підвищення рівня екологічної безпеки завдяки використанню відновлюваних джерел енергії.

Методи дослідження. Для оцінки економічного й екологічного ефекту використано методи математичної статистики, математичного моделювання та метод розрахунку дисконтного прибутку. Вимірювання здійснювалися за допомогою температурних датчиків, датчиків тиску й кількості потоку теплоносія з безпосереднім відліком і датчиками з електричною передачею інформації на постійному струмі. Обробку цифрової інформації проводив контролер MAXYCON FLEXY та програмне забезпечення на базі відкритого конфігуратора FDB фірми RAUT AUTOMATIK. Для розрахунку запропонованих систем та аналізу отриманих результатів натурних досліджень використовувалися методи, що базуються на засадах теорії теплопровідності, гідромеханіки, теорії диференціальних рівнянь і математичного аналізу.

Наукова новизна одержаних результатів

Вперше:

- теоретично обґрунтовано та експериментально визначено оптимальні параметри теплонасосних систем, де як первинне джерело енергії використано екологічно безпечну низькопотенційну теплову енергію приповерхневих шарів землі й енергію сонячного випромінювання, та їх залежність від конфігурації та особливостей експлуатації цих систем;

- розроблено систему отримання теплової енергії від сонячного випромінювання, основним елементом якої є система наведення на сонце сонячних перетворювачів; для цієї системи розроблено спосіб автоматизованого відстеження положення колектора сонячної енергії, в основу якого покладено розроблену структуру впливів зі зворотними зв'язками, виконання яких у запропонованій послідовності дає змогу підвищити ефективність системи й зменшити техногенне навантаження на навколишнє природне середовище під час отримання теплової енергії.

Удосконалено:

- наявні системи, що працюють завдяки різним видам відновлюваних джерел енергії, використовують у своїй структурі екологічно безпечні пристрої перетворення одного виду енергії на інші та мають модульну й змінювану структуру.

Набуло подальшого розвитку:

- наукове обґрунтування зниження техногенного навантаження на довкілля під час отримання енергії з відновлюваних джерел енергії та високоефективних перетворювачів одного виду енергії в інший;

- принципова технологічна схема утилізації відпрацьованого технологічного повітря традиційною системою рекуперації та екологічно безпечна система теплозабезпечення підприємства завдяки використанню гібридної модульної теплонасосної системи;

- комплексне застосування енергії сонячного випромінювання, теплоти верхніх шарів землі та двигуна Стірлінга в роботі теплонасосних систем.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено спосіб автономного забезпечення тепловою енергією споживачів, що дає змогу зменшити техногенне навантаження на навколишнє природне середовище, підвищити ефективність роботи системи завдяки використанню різних видів відновлюваної енергії та зміни структури системи залежно від потреб споживача, умов навколишнього природного середовища та коефіцієнту оцінки ефективності системи. (Патент № 8303 України МПК F24 17/02; B60L 8/00; B60L 16/00; H02J 15/00, заявл. 06.03.2013 р. опубліковано 27.08.2013 р., Бюл. № 16).

Розроблено програмно-апаратний комплекс отримання теплової енергії приповерхневих шарів Землі й енергії сонячного випромінювання для забезпечення гарячого водопостачання та опалення взимку та кондиціонування влітку будівлі Українського державного геологорозвідувального інституту (УкрДГРІ) і дослідження теплофізичних процесів, що відбуваються в цій системі.

Результати досліджень впроваджено на підприємстві ПАТ «ЕЛМІЗ» (акт впровадження від 12.04.2012 р.).

Розроблено ТУ У 20.5-01432032-014:2015 теплоносія для систем опалення на основі пропіленгліколя.

Особистий внесок здобувача полягає в проведенні теоретичних та експериментальних досліджень, обробці отриманих результатів, формулюванні основних наукових положень і висновків, а також випробуванні результатів роботи в реальних умовах експлуатації.

Автором встановлено актуальність проблеми, проведено аналіз наукових джерел, сформульовано мету й завдання досліджень, ідею роботи, основні наукові положення, висновки й рекомендації, обрано та обґрунтовано методи досліджень, розроблено план і методику теоретичних та експериментальних досліджень, проведено експерименти, оброблено отримані результати.

Автор брав участь у створенні нових технічних рішень на основі отриманих експериментальних даних. Оформив патентні заявки.

Апробація результатів роботи

Основні положення та наукові результати дисертаційної роботи доповідались і обговорювались: на 1-й Міжвідомчій науково-практичній конференції «Перспективи використання нетрадиційних джерел енергії в Україні» (м. Євпаторія, 2009 р.); технічні рішення, розроблені за темою дисертації, було представлено на Першій міжнародній виставці й конференції з альтернативної енергетики: «RENEXPO 2009 «Альтернативна енергетика» (виставковий центр «Київ Експо Плаза» м. Київ, 2009 р.); міжнародній виставці GREEEXPO «Альтернативна енергетика» (виставковий центр «Київ Експо Плаза» м. Київ, 2012 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Перспективи використання альтернативних та відновлюваних джерел в Україні» (м. Судак, 2013 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Перспективи використання альтернативних та відновлюваних джерел в Україні» (м. Одеса, 2014 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Перспективи використання альтернативних та відновлюваних джерел в Україні» (м. Одеса, 2015 р.); Євразійському економічному форумі-2015 (м. Сіань, КНР 2015 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Радіаційна і техногенно-екологічна безпека людини та довкілля: стан, шляхи і заходи покращення» (м. Миколаїв, 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні шляхи вирішення актуальних проблем базових галузей, екології, енерго- та ресурсозбереження» (м. Харків, 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення» (м. Харків, 2016 р.); Третьому міжнародному геологічному форумі «Актуальні проблеми та перспективи розвитку геології, наука й виробництво» (с. Коблеве, 2016 р.); Тридцять п'ятому міжнародному геологічному конгресі (м. Кейптаун, ПАР, 2016 р.).

Публікації. За темою дисертаційної роботи опубліковано 33 наукові праці, серед них: 8 публікацій у фахових виданнях України; 2 статті у виданнях іншої держави з напрямку дисертації; 2 патенти на винахід; 11 патентів на корисну модель; 10 тез доповідей на всеукраїнських та міжнародних науково-практичних конференціях.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, загальних висновків і списку використаних джерел зі 182 найменувань на 19 сторінках та 5 додатків на 22 сторінках. Робота містить 77 рисунків, 12 таблиць. Загальний обсяг дисертації становить 213 сторінок, зокрема 172 сторінки основного тексту.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність роботи, показано її зв'язок з науковими програмами, сформульовано мету, об'єкт, предмет і завдання дослідження, способи розв'язання, визначено наукову новизну й практичне значення одержаних результатів, надано інформацію щодо впроваджень і публікацій, а також особистого внеску здобувача й апробації результатів дослідження.

У першому розділі наведені результати аналітичного огляду за темою дисертації. Показано, що в Україні склалася вкрай нераціональна структура природокористування.

Екологічним аспектам економічної глобалізації та її співвідношенню з концепцією сталого розвитку присвячено наукові праці сучасних українських учених: О. Білоруса, І. Вахович, А. Гальчинського, З. Герасимчук, Б. Данилишина, О. Дмитрієвої, Н. Піскулової, Г. Рудька, Е. Семенюка, Н. Стукала, Т. Туниці, О. Трофімчука, С. Циганова, та ін.

Показано, що зростаюче техногенне навантаження на довкілля та загострення у зв'язку з цим проблем екологічної безпеки потребує кардинальної зміни політики у цій сфері та забезпечення збалансованого розвитку економіки, енергетики й екології. А вирішення вказаної проблеми можливе завдяки оптимізації структури енергетичного балансу держави та її регіонів, в якому найбільшу частку мають становити енергоносії, отримані з екологічно безпечних – відновлюваних джерел енергії.

Проблематику використання альтернативної енергії висвітлено в роботах провідних вітчизняних науковців, а саме: С. О. Кудрі, В. І. Бондаренка, Г. Б. Варламова, І. А. Вольчина, А. К. Шиндловського, В. Ф. Шинкаренка. Серед зарубіжних авторів – у працях М. Мак-Корміка, Н. Скотта, С. Буклея, І. Гарднера, К. Палмера, К. Галлінгема, Ж. Ричарда, Я. Ніколайдіса та інших. Науковим засадам отримання екологічно безпечної енергії, техніко-економічному порівнянню варіантів використання відновлюваних джерел енергії й теоретичному обґрунтуванню екологічності їх застосування присвячено роботи професора І. Г. Черваньова.

На основі детального розгляду альтернативних джерел енергії з'ясовано основні чинники, що визначають можливість використання відновлюваних джерел енергії в Україні, та розроблено класифікацію всіх первинних джерел енергії. До альтернативних джерел енергії зараховано нетрадиційні й відновлювані джерела енергії.

Аналіз сучасних технологій і технічних засобів для одержання екологічно чистої енергії в умовах України доводить, що серед пріоритетних видів ВДЕ, які вже

й нині можуть успішно розвиватися, можна назвати біоенергетику, вітрову, малу гідроенергетику, сонячну та геотермальну енергетику.

Аналіз наявних відновлюваних джерел енергії засвідчує, що в сонячній енергетики є переваги порівняно з іншими видами ВДЕ, крім того, велику перспективу має також використання низькопотенційної енергії доквілля як первинного джерела енергії для роботи теплонасосних систем (ТНС).

Питання використання та перетворення сонячної енергії досліджували науковці: Резцов В. Ф., Швець Є. Я., Бондаренко Д. В., Боярчук В. М., Антонов Ю. М., Чапаєв Д. М., Литовченко В. Г., Махатіло К. В., Лисенко Л. І. Результати досліджень систем теплопостачання на базі ТНС висвітлено в роботах Міхельсона В. А., Мартиновського В. С., Гохштейна Д. П., Розенфельда Л. М., Соколова Е. Я. Широко розглянуто питання використання ТНС з ґрунтовими акумуляторами теплоти та наявні методи розрахунків технічних, експлуатаційних та економічних параметрів цих систем у роботах таких учених, як Басок Б. І., Беляєва Т. Г., Бекман Г. М., Гілі Г. Г., Драганов Б. Х., Забарний Г. М., Маслюкова З. В., Морозов Ю. П., Накорчевський А. І., Недбайло А. М., Хворов М. М., Шурчков А. В. та ін.

Автор детально розглянув конструкції пристроїв для використання енергії сонячного випромінювання та теплової енергії приповерхневих шарів Землі і класифікував їх.

Аналіз отриманих даних також засвідчив актуальність потреби в пошуку нових підходів до комплексного використання в енергетичних системах декількох джерел енергії, зокрема відновлюваних, які мають модульну структуру, що змінюється залежно від умов експлуатації та нових технічних рішень щодо вдосконалення техніки й технологій для підвищення ефективності отримання екологічно безпечної енергії.

Усе вищезазначене визначає напрям проведення теоретичних та експериментальних досліджень.

У другому розділі розглянуто питання зменшення техногенного навантаження на доквілля під час отримання теплової енергії завдяки використанню перетворювачів сонячної енергії в теплову (сонячного колектора) та підвищенню ефективності роботи цих систем.

Проаналізовано ефективність роботи сонячного перетворювача залежно від його параметрів, конструктивних особливостей та пори року й часу доби.

Науково обґрунтовано, що розраховуючи теплопродуктивність сонячного колектора (СК) потрібно врахувати: кількість сонячної енергії, що надходить на його похилу світлопрозору поверхню; наведену поглинальну здатність теплосприймальної пластини й ефективний коефіцієнт тепловтрат колектора.

Визначено, що за типом конструкції найбільшого поширення в системах сонячного теплопостачання отримали плоскі й вакуумні сонячні колектори. З'ясовано переваги та недоліки обох типів колекторів.

Встановлено, що одним з визначальних параметрів, який впливає на теплопродуктивність сонячного колектора, є оптимальне значення кута нахилу сонячного колектора щодо горизонту – β , що залежить від сезону роботи установки

й кута між напрямком нормалі площини колектора за сторонами світу й напрямком на південь.

Теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено, що значення оптимального кута нахилу β СК для систем цілорічної дії дорівнює широті місцевості φ .

Для систем, що працюють тільки в опалювальний сезон $\beta = \varphi + 15^\circ$, і для систем, що працюють тільки влітку $\beta = \varphi - 15^\circ$.

Науково обґрунтовано, що, збільшуючи кут нахилу СК, можна знизити потужність теплового потоку, що знімається геліоустановкою в літні місяці, і підвищити в зимові (рис.1).

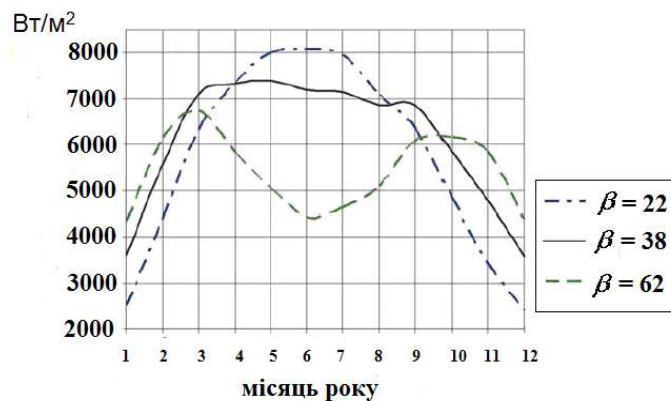


Рис. 1. Теплопродуктивність сонячного колектора при оптимальних кутах нахилу

Розроблено завдання для створення експериментальної установки нагріву води в системі гарячого водопостачання будівлі УкрДГРІ завдяки сонячній енергії, запропоновано схему й виконано проектні роботи зі створення системи нагріву води з використанням сонячних колекторів.

Надано опис створеної експериментальної установки, яку розроблено для дослідження ефективності одержання екологічно безпечної сонячної енергії та раціонального використання природних ресурсів.



Рис. 2. Експериментальна система для нагріву води з використанням сонячних колекторів розроблена з добувачем та сконструйована в УкрДГРІ. (Патент на винахід № 95687, зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на винаходи 25.08.2011 р.)

Конструктивно вся геліосистема складається з двох незалежних геліосистем: стаціонарної та на поворотному пристрої. Сумарний об'єм отримання гарячої води – 400 літрів на добу, два акумулятора тепла по 200 літрів кожний (рис. 2). Середня температура нагріву води залежно від сезону становить від 40° С до 60° С.

Технічний результат моделі полягає в здійсненні механізму рівномірного повороту геліосистеми по азимуту й куту таким чином, щоб вона перебувала під оптимальним кутом до сонця.

Розроблено схему експериментальної установки та методику проведення досліджень.

Розроблено спеціальне програмне забезпечення, що дало змогу за допомогою контролера цілодобово фіксувати параметри роботи системи

Викладено результати серії експериментів, що відображають роботу системи:

- аналіз ефективності роботи вакуумних трубок сонячного колектора встановленого стаціонарно та залежно від кута нахилу по азимуту;

- аналіз ефективності роботи системи в зимовий період;

- аналіз ефективності роботи в літній період.

Оброблено отримані дані та проаналізовано похибки.

Розраховано ефективність роботи системи в різних умовах експлуатації. Розрахункові показники ефективності роботи системи в зимовий період та показники, отримані експериментально, наведено в таб. 1.

Таблиця 1

Експериментальні й розрахункові дані ефективності роботи геліосистеми в зимовий період експлуатації

Показник	Січень	Лютий	Грудень	Середня
Розрахункові дані				
Сонячна інсоляція, Квт / день / з м ²	1,07	1,87	0,86	1,26
Потужність геліосистеми, Квт / день	3,72	6,50	2,99	4,40
Показники, отримані в процесі експерименту				
Потужність геліосистеми, Квт / день	4,64	6,5	2,32	4,48
Потрібна потужність для нагріву води до 60° С, Квт / день	12,3	12,3	12,3	12,3
Покриття навантаження, %	37,7	52,8	18,9	36,5

Унаслідок аналізу результатів досліджень встановлено, що виконуючи розрахунки потрібно враховувати особливості розміщення подібних систем, адаптувати окремі конструктивні елементи до умов експлуатації та скоригувати програмне забезпечення системи автоматики.

У роботі запропоновано інноваційні технічні рішення, які підвищують коефіцієнт корисної дії геліосистем, але водночас робота цих систем суттєво залежить від пори року, доби й погодних умов і не може бути стабільною. Для стабілізації необхідно залучення додаткових резервних джерел енергії й пристроїв її акумуляування.

У третьому розділі наведено результати досліджень ефективності використання екологічно безпечної енергії довкілля (води, повітря, ґрунту). Розроблено й сконструйовано діючу експериментальну геотермальну теплонасосну систему, джерелом енергії якої є теплота приповерхневих шарів Землі, а також розроблено методику проведення досліджень. Розроблена геотермальна теплонасосна система дає змогу моделювати різні теплотехнічні умови роботи пристрою й досліджувати в часі процеси, що супроводжують отримання відновлювальної енергії, ефективність окремих пристроїв і вплив їх на довкілля.

Схему експериментальної геотермальної теплонасосної системи низькотемпературного водяного опалення з використанням вертикальних геотермальних теплообмінників наведено на рис. 3.



Рис. 3. Принципова схема експериментальної геотермальної теплонасосної системи, розробленої здобувачем та сконструйованої в УкрДГРІ

Конструкція розробленої ТНС складається з двох частин: підземної й наземної (рис. 4).



Рис. 4. Наземна частина експериментальної геотермальної системи УкрДГРІ

Підземна частина являє собою вісім U-подібних вертикальних зондів ґрунтового колектора, установлених попарно в чотири свердловини. Глибина кожної становить 50 м.

Викладено результати досліджень, що відображають роботу системи в різних режимах її експлуатації.

Виконано дослідження зміни температур у верхніх шарах Землі для встановлення закономірностей сезонної зміни температур і визначення глибини річних змін температур на ділянці, де було змонтовано геотермальне поле.

У процесі дослідження отримано дані, що дали змогу проаналізувати залежність зміни температур ґрунту від глибини та місяця року і вивести залежність середньомісячних температур ґрунту T від глибини h для конкретного ґрунтового масиву м. Києва (рис. 5).

На графіку чітко видно тенденцію зниження різниці екстремальних значень температур T зі збільшенням глибини h , що цілком узгоджується з алгоритмом гіпотези, яку ми вибрали.

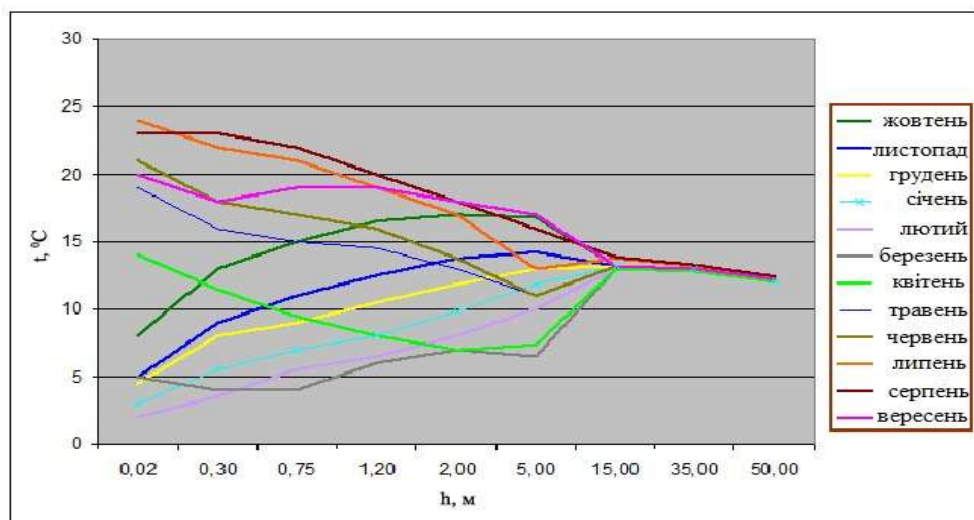


Рис. 5. Експериментально отримані дані залежності змін середньомісячних температур ґрунту T від глибини h для м. Києва

Експериментально отримані дані перевірено способом математичного моделювання. Вивчаючи це питання, проаналізовано низку наукових статей різних авторів. Найбільш прийнятним для досліджуваного об'єкта є математичний апарат, запропонований у роботі М. І. Кідрук. Виконано моделювання системи теплозабезпечення будівлі з використанням відновлюваних джерел енергії, де температурне поле в ґрунті навколо колектора описано диференціальним рівнянням теплопровідності в циліндричних координатах.

Експериментально отримані за результатами науково-дослідної роботи дані про температурний режим ґрунту на геотермальній полігоні УкрДГРІ узгоджуються з результатами, отриманими під час математичного моделювання.

Досліджено теплофізичні процеси в системі «геотермальний теплообмінник – ґрунтовий масив» і встановлено залежності ефективності роботи геотермальної системи тепlopостачання від конструкції геотермального теплообмінника та його теплотехнічних характеристик.

Зміна конструкції геотермального теплообмінника полягала в тому, що під час проведення дослідження змінювалася як кількість задіяних у відборі тепла Землі свердловин з геотермальними теплообмінниками, так і кількість геотермальних

теплообмінників, змонтованих у свердловинах. Експериментально отримані дані на геотермальному полігоні УкрДГРІ зведено в табл. 2.

Таблиця 2

Експериментальні й розрахункові параметри теплонасосної системи

Контур конденсатора геотермальної системи (K_k)							
	Параметр	Режим роботи геотермального теплообмінника					
		4x2	4x1	2x2	2x1	1x2	1x1
K_k	t1 (°C)	45,00	43,50	43,95	43,00	42,98	37,90
	t2 (°C)	36,50	35,70	36,29	36,30	36,41	32,10
	ΔT_1 (°C)	8,50	7,80	7,66	6,70	6,57	5,80
	V1 (m ³)	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42
	W1 (КВт)	13,41	12,31	12,09	10,57	10,37	9,15
	Контур випарника геотермальної системи (K_e)						
	Параметр	Режим роботи геотермального теплообмінника					
		4x2	4x1	2x2	2x1	1x2	1x1
K_e	t1 (°C)	12,70	11,20	11,00	9,00	8,10	7,40
	t2 (°C)	9,90	8,20	8,10	5,75	5,00	3,00
	ΔT_2 (°C)	2,80	3,00	2,90	3,25	3,10	4,40
	V2 (m ³)	3,20	2,85	2,87	2,36	2,40	1,62
	W2 (КВт)	9,96	9,50	9,25	8,52	8,27	7,92

За результатами даних експерименту автор зробив висновок, що оптимальний ступінь охолодження розчину у випарнику, який забезпечує мінімум затрат електроенергії, залежить від загальної довжини геотермального теплообмінника (ГТ), а саме від кількості геотермальних свердловин зі встановленими U-подібними зондами, та несуттєво залежить як від кількості зондів у свердловині, так і від розрахункової температури теплоносія на опалення в діапазоні температур 30-50 °C.

Розрахунки для конкретних вихідних даних засвідчили, що оптимальне співвідношення між параметрами контуру теплообмінника насамперед змінюється залежно від типу ґрунту, слабо залежить від теплофізичних характеристик теплоносія та майже не залежить від температурних умов роботи ТНС.

Наведено результати аналізу застосування додаткових відновлюваних джерел енергії для підвищення коефіцієнту корисної дії геотермальних теплонасосних систем.

Розраховано коефіцієнт корисної дії теплонасосної системи як під час самостійної роботи, так і спільно з геліоколектором.

Дійсний коефіцієнт трансформації теплового насоса φ може мати вигляд:

$$\varphi = \varphi_T \eta_{ТН}, \quad (1)$$

де $\eta_{ТН}$ – коефіцієнт, що враховує реальні процеси, які здійснюються робочим тілом в ТН, який можна прийняти за 0,6; φ_T – теоретичний коефіцієнт трансформації ТН, який можна визначити за співвідношенням:

$$\varphi_T = 1 / (1 - T_B^{ТН} / T_K^{ТН}) = 1 / [1 - (273 + t_c^{ВІХ} - \Delta t_i) / (273 + t_k + \Delta t_k)], \quad (2)$$

де $T_B^{ТН}$ – температура випаровування робочого агента у випарнику ТН, К; $T_K^{ТН}$ – температура конденсації робочого агента в конденсаторі ТН, К; $t_c^{ВІХ}$ – температура середовища на виході з випарника, ° С; t_k – температура води на виході з конденсатора, ° С; Δt_i – різниця температур середовища й робочого тіла ТН на виході з випарника; Δt_k – різниця температур робочого тіла ТН і води на виході з конденсатора.

Можна однозначно зробити висновок про те, що коефіцієнт трансформації теплового насоса залежить від різниці температур $t_c^{ВІХ}$ та t_k . При цьому з огляду на те, що t_k задано і в низькотемпературних системах не перевищує значення 40 – 45°С, то $t_c^{ВІХ}$ визначається самим джерелом поновлюваної енергії. І в разі забору її з ґрунту не перевищує значення 10-12 °С.

У таблиці 3 на основі експериментально отриманих даних наведено розрахункові дані коефіцієнта трансформації теплового насоса за умови відбору тепла з ґрунту завглибшки 0,3; 1,2; 5,0; 50,0 м для трьох зимових місяців за умови $t_k = 45$ °С.

Таблиця 3

Залежність коефіцієнта трансформації теплового насоса φ від глибини встановлення h ґрунтового колектора та місяця року

Глибина (h, м)	0,3	1,2	5	50
Місяць				
грудень	4,1	4,4	4,49	4,5
січень	3,9	4,1	4,3	4,5
лютий	3,7	3,95	3,99	4,5

У роботі запропоновано інноваційні технічні рішення, які підвищують коефіцієнт корисної дії теплонасосних систем.

Четвертий розділ присвячено дослідженню енергетичних систем, які використовують декілька джерел енергії, зокрема альтернативних.

Проаналізовано базові принципи побудови структурно-функціональної схеми комбінованих автономних енергосистем на основі використання відновлюваних джерел енергії.

Під гібридною енергетичною системою з відновлюваними джерелами енергії запропоновано вважати енергосистему, яка об'єднує безліч традиційних і відновлюваних джерел енергії в єдину енергосистему.

Обрано та обґрунтовано можливі структури комбінованої енергосистеми, яка працює на відновлюваних джерелах енергії.

Виконано моделювання режимів роботи системи, яка використовує декілька джерел енергії, зокрема відновлювані, і має модульну структуру, що змінюється залежно від умов роботи системи.

Система зі змінною структурою та відновлюваними джерелами енергії для забезпечення визначеної температури в процесі поставки теплоносія споживачам, як кортеж S , має вигляд:

$$S = \{БДТЕ, БТС, БС\},$$

де БДТЕ – безліч джерел теплової енергії;

БТС – безліч технічних засобів;

БС – безліч структур.

Отримані моделі надають змогу виявити властивості автоматизованої системи управління й розробити структуру та алгоритми її зміни.

На основі отриманих теоретичних даних запропоновано інноваційні технічні рішення автономних комбінованих енергосистем (рис. 6).

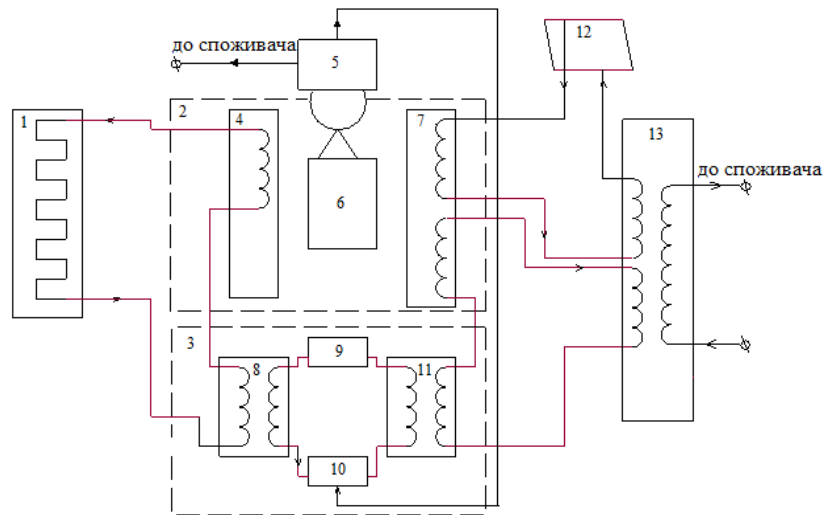


Рис. 6. Система автономного енергозабезпечення для генерування електричної й теплової енергії

1 – ґрунтовий колектор; 2 – двигун Стирлінга; 3 – тепловий насос; 4 – камера охолодження двигуна Стирлінга; 5 – блок генерування електричної енергії; 6 – поршнева група двигуна Стирлінга; 7 – камера нагріву двигуна Стирлінга; 8 – випарник теплового насоса; 9 – терморегулювальний клапан; 10 – компресор теплового насоса; 11 – конденсатор теплового насоса; 12 – пристрій перетворення сонячної енергії; 13 – акумулятор теплової енергії.

Розроблено систему автономного забезпечення споживачів тепловою та електричною енергією завдяки техніці та технологіям, які використовують декілька джерел енергії, зокрема відновлюваних, і мають модульну структуру, що змінюється залежно від умов роботи системи, забезпечуючи тим самим ефективне одержання екологічно безпечної енергії й раціональне використання природних ресурсів.

На ПАТ «ЕЛМІЗ» проведено дослідження й обґрунтовано доцільність впровадження екологічно безпечної системи теплозабезпечення підприємства завдяки використанню гібридної системи утилізації відпрацьованого технологічного повітря (акт впровадження від 12.04.2012 р.).

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі розв'язано важливе наукове завдання – зниження техногенного навантаження на довкілля. Це завдання вирішується шляхом удосконалення наявних і створення нових екологічно безпечних технологічних процесів та устаткування. У результаті дисертаційного дослідження отримано такі наукові й практичні результати:

1. Теоретично обґрунтовано переваги використання відновлюваної енергії як екологічно безпечної. На підставі літературного огляду й патентних досліджень проаналізовано сучасні технології й технічні засоби для одержання екологічно чистої енергії в умовах України. Визначено головні переваги й недоліки наявних систем і з'ясовано перспективні напрями впровадження таких, що працюють на енергії сонячного випромінювання й у своїй структурі мають теплонасосні технології перетворення одного виду енергії на інший.

2. Створено дві експериментальні установки: експериментальну геліоустановку, джерелом енергії якої є енергія сонячного випромінювання, що складається з двох незалежних систем: стаціонарної й на поворотному пристрої, і геотермальну теплонасосну установку, джерелом енергії якої є теплота приповерхневих шарів Землі. Вона складається з підземної частини з чотирма геотермальними зондами 2U-подібної конфігурації, які встановлено у свердловини завдовжки 50 м, і наземної частини. Ці установки за допомогою вимірювальних приладів і спеціально розробленого програмного забезпечення дають змогу досліджувати теплофізичні характеристики систем у різних умовах їх експлуатації.

3. Науково обґрунтовано й експериментально підтверджено, що геліосистема є ефективним пристроєм отримання екологічно чистої енергії впродовж року. Економія традиційних енергоресурсів під час використання геліосистеми взимку становить 30%, влітку – 90%. Визначено, що геліосистема влітку може виробити до 50 % надлишкової теплової енергії, що негативно впливає на працездатність системи й може суттєво зменшувати її коефіцієнт корисної дії. Розроблено технічні заходи що підвищують ефективність системи.

4. Досліджено й з'ясовано, що оптимальний ступінь охолодження розчину у випарнику, який забезпечує мінімум затрат електроенергії, залежить від загальної довжини геотермального теплообмінника (ГТ), а саме від кількості геотермальних свердловин зі встановленими U-подібними зондами та несуттєво залежить як від кількості зондів у свердловині, так і розрахункової температури теплоносія на опалення в діапазоні температур 30 – 50°C. Крім того, показано, що оптимальне співвідношення між параметрами контуру теплообмінника насамперед залежить від типу ґрунту, менше залежить від теплофізичних характеристик теплоносія й майже не залежить від температурних умов роботи ТНС.

5. Визначено, що коефіцієнт трансформації геотермальної теплонасосної системи може коливатися в межах 3,7 – 4,5 залежно від глибини встановлення геотермального теплообмінника. Водночас експериментальні дані й розрахунки засвідчують, що коефіцієнт корисної дії теплонасосної системи взимку під час використання як додаткового первинного джерела енергії сонячного випромінювання, перетвореної в теплову вакуумними колекторами, становить від

3,7 до 7,0. Це свідчить про достатню ефективність використання сонячної енергії в теплонасосних системах низькотемпературного опалення.

6. Запропоновано й розроблено низку інноваційних технічних рішень, які вдосконалюють уже відомі технічні пристрої й технології одержання екологічно безпечної енергії, що забезпечують раціональне використання природних ресурсів.

7. Науково обґрунтовано й розроблено екологічно безпечний спосіб отримання теплової енергії. Виконано економічну оцінку ефективності рішень і з'ясовано, що очікуваний економічний ефект від упровадження розроблених технологій становить 35 млн грн й забезпечує можливість їх використання зі строком окупності в шість з половиною років.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Гошовський С.В. Эффект «нічного нагріву» сонячного колектора – критерії і фізичні основи / С.В. Гошовський, О.В. Зур'ян // Мінеральні ресурси України. – 2012. – № 4. – С. 43–47.

2. Гошовський С.В. Дослідження фізичних процесів у системі геотермальний теплообмінник (зонд) – ґрунтовий масив з метою вивчення впливу відбору низькопотенційної енергії геотермальними системами закритого типу на регенераційні процеси у верхніх шарах землі / С.В. Гошовський, О.В. Зур'ян // Мінеральні ресурси України. – 2013. – № 2. – С. 41–47.

3. Гошовский С.В. Грунтовые теплообменники (ГТ) для геотермальных систем теплоснабжения, оптимальные конструкции и характеристики / С.В. Гошовский, А.В. Зурьян // Сборник научных трудов Украинского государственного геологоразведочного института. – 2013. – № 4. – С. 168–184.

4. Гошовский С.В. Анализ изменений температур соляного раствора в процессе извлечения теплоты из верхних слоев Земли / С.В. Гошовский, А.В. Зурьян // Сборник научных трудов Украинского государственного геологоразведочного института. – 2014. – № 4. – С. 20–26.

5. Гошовский С.В. Анализ применения различных источников возобновляемой энергии для оптимальной работы теплонасосных систем / С.В. Гошовский, А.В. Зурьян // Сборник научных трудов Украинского государственного геологоразведочного института. – 2015. – № 2. – С. 9–20.

6. Гошовський С.В. Зниження техногенного навантаження на довкілля при одержанні енергії / С.В. Гошовський, О.В. Зур'ян // Науково-практичний журнал «Екологічні науки». – 2015. – №10. – С. 202–213.

7. Гошовский С.В. Моделирование режимов работы системы с несколькими возобновляемыми источниками энергии / С.В. Гошовский, А.В. Зурьян // Сборник научных трудов Украинского государственного геологоразведочного института. – 2016. – № 3. – С. 73–86.

8. Гошовский С.В. Эффективное получение экологически безопасной энергии комбинированными энергосистемами / С.В. Гошовский, А.В. Зурьян // Научно-практический журнал «Экология и промышленность». – 2016. – № 3. – С. 96–100.

9. Гошовский С.В. Построение энергетических комплексов с возобновляемыми источниками энергии / С.В. Гошовский, А.В. Зурьян // научно-практический журнал «Энергоэффективность». – Минск. – 2016. – № 7. – С. 9–20.

10. Гошовский С.В. Снижение техногенной нагрузки при использовании теплонасосных систем / С.В. Гошовский, А.В. Зурьян // Научно-технический журнал НТЖ «Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова». – Белгород, 2016. – № 8. – С. 102–107.

11. Пат. 62857 Україна, МПК F24J2/38, F24J2/40, F24J2/52. Спосіб автоматичного відстеження положення колектора сонячної енергії / С.В. Гошовський, О.В. Зур'ян, П.Т. Сиротенко ; власник Укр. держ. геологорозвідувальний ін-т. – № а200912052 ; заявл. 24.11.09 ; опубл. 26.09.11 ; Бюл. № 18.

12. Пат. 95686 Україна, МПК F24J2/54, F24J2/38. Система наведення на сонце сонячних перетворювачів / С.В. Гошовський, О.В. Зур'ян ; власник Укр. держ. геологорозвідувальний ін-т. – № а200912052 ; заявл. 24.11.09 ; опубл. 26.09.2011 ; Бюл. № 18.

13. Пат. 98547 Україна, МПК E21B47/02, E21B7/06, E21B4/02. Автоматизована система керування напрямком горизонтального буріння свердловини / С.В. Гошовський, В.С. Гошовський, О.В. Зур'ян, О.В. Зур'ян ; власник Укр. держ. геологорозвідувальний ін-т. – № а201012701 ; заявл. 26.10.10 ; опубл. 25.05.2012 ; Бюл. № 10.

14. Пат. 83083 Україна. МПК F2417/02, B60L8/00, B60L16/00, H02J15/00. Спосіб автономного забезпечення тепловою і електричною енергією споживачів / С.В. Гошовський, О.В. Зур'ян, П.Т. Сиротенко ; власник Укр. держ. геологорозвідувальний ін-т. – № u201302828 ; заявл. 06.03.13 ; опубл. 27.08.13 ; Бюл. № 16.

15. Пат. 83084 Україна, МПК F2417/02, B60L8/00, B60L16/00, H02J15/00. Система автономного енергозабезпечення для генерування теплової і електричної енергії / С.В. Гошовський, О.В. Зур'ян ; власник Укр. держ. геологорозвідувальний ін-т. – № u201302829 ; заявл. 06.03.13 ; опубл. 27.08.13 ; Бюл. № 16.

16. Пат. 88772 Україна, МПК F25B30/00, F24D11/02, F25B9/00, F24J 3/00. Модульна універсальна теплонасосна система / С.В. Гошовський, О.В. Зур'ян ; власник Укр. держ. геологорозвідувальний ін-т. – № u201313768 ; заявл. 27.11.13 ; опубл. 25.03.14 ; Бюл. № 6.

17. Пат. 89759 Україна, МПК F24J3/00, F24H7/00, F28D11/00. Геотермальна модульна теплонасосна система / С.В. Гошовський, О.В. Зур'ян ; власник Укр. держ. геологорозвідувальний ін-т. – № u201314822 ; заявл. 17.12.13 ; опубл. 25.04.14 ; Бюл. № 8.

18. Пат. 89760 Україна, МПК F24J3/08, F24H7/00, F28D20/02. Грунтовий теплообмінник / С.В. Гошовський, О.В. Зур'ян ; власник Укр. держ. геологорозвідувальний ін-т. – № u201314823 ; заявл. 17.12.13 ; опубл. 25.04.14 ; Бюл. № 8.

19. Пат. 95099 Україна, МПК F24J2/20, F24J2/40, F24J2/42. Геліосистема з ролетним пристроєм запобігання режиму стагнації / С.В. Гошовський, О.В. Зур'ян ; власник Укр. держ. геологорозвідувальний ін-т. – № u201407114 ; заявл. 24.06.14 ; опубл. 10.12.14 ; Бюл. № 23.

20. Пат. 95100 Україна, МПК F24J2/20, F24J 2/40, F24J2/42. Геліосистема з повітряним пристроєм запобігання режиму стагнації / С.В. Гошовський, О.В. Зур'ян ; власник Укр. держ. геологорозвідувальний ін-т. – № u201407115 ; заявл. 24.06.14 ; опубл. 10.12.14 ; Бюл. № 23.

21. Пат. 95101 Україна, МПК F24J2/20, F24J2/40, F24J2/42. Геліосистема з пристроєм керування потужності колектора / С.В. Гошовський, О.В. Зур'ян ; власник Укр. держ. геологорозвідувальний ін-т. – № u201407116 заявл. 26.04.14 ; опубл. 10.12.14 ; Бюл. № 23.

22. Пат. 98992 Україна, МПК F24D11/02, F24D19/10. Геотермальна теплонасосна система з послідовно підключеним геліоколектором / С.В. Гошовський, О.В. Зур'ян ; власник Укр. держ. геологорозвідувальний ін-т. – № u201413530 ; заявл. 16.12.14 ; опубл. 12.05.15 ; Бюл. № 9.

23. Пат. 98993 Україна, МПК F24D19/10, F24D11/02. Геотермальна теплонасосна система з паралельно підключеним геліоколектором / С.В. Гошовський, О.В. Зур'ян ; власник Укр. держ. геологорозвідувальний ін-т. – № u201413531 заявл. 16.12.14; опубл. 12.05.15; Бюл. № 9.

24. Гошовський С.В. Економічні та екологічні аспекти використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії / С.В. Гошовський, О.В. Зур'ян // Перспективи використання нетрадиційних джерел енергії в Україні: матеріали 1-ї Міжвідомч. наук.-практ. конф., 25–28 серп., 2009 р., Євпаторія, АР Крим, Україна. – УкрДГРІ, 2009. – С. 29 - 32.

25. Гошовский С.В. Анализ изменения температур в верхних слоях Земли при решении задач грунтового аккумуляирования и извлечения теплоты геотермальными системами закрытого типа / С.В. Гошовский, А.В. Зурьян // Перспективы использования альтернативных и возобновляемых источников энергии в Украине, 9-13 сентяб., 2013 г., Судак, АР Крым, Украина : тезисы докл. –УкрГГРИ, 2013. – С. 32–37.

26. Гошовский С.В. Анализ изменений температур соляного раствора вертикального геотермального теплообменника в процессе извлечения теплоты геотермальной системой закрытого типа в режимах отличных от номинального / С.В. Гошовский, А.В. Зурьян // Перспективи використання альтернативних та відновлюваних джерел енергії в Україні: матеріали Міжнар. геол. форуму, 7-13 вер., 2014 р., Одеса, Україна. – УкрДГРІ, 2014. – Т. 2. – С. 204 – 209.

27. Гошовский С.В. Зурьян А.В. Анализ принципов построения энергетических комплексов с возобновляемыми источниками энергии / С.В. Гошовский, А.В. Зурьян // Перспективи використання альтернативних та відновлюваних джерел енергії в Україні: матеріали Міжнар. геол. форуму, 7-12 вер., 2015 р., Одеса, Україна. – УкрДГРІ, 2015. – Т. 2. – С. 52 – 53.

28. Зур'ян О.В. Аналіз використання різних відновлюваних джерел енергії для оптимальної роботи теплонасосних систем / О.В. Зур'ян // 2015 Euro-Asia Economic Forum, Sept. 24–26, 2015, Xian, China: Conference Abstract Book / QICC, Xian, China, 2015. – P. 356.

29. Гошовський С.В. Побудова енергоефективних та екологічно безпечних енергетичних комплексів на підприємствах з центральною повітряною системою

кондиціювання / С.В. Гошовський, О.В. Зур'ян // Інноваційні шляхи вирішення актуальних проблем базових галузей, екології, енерго- та ресурсозбереження: матеріали XIV Міжнародної наук.-практ. конф., 6–10 червня 2016 р., Харків, Україна / ГП «УкрНТЦ «Енергосталь», 2016. – С. 65–71.

30. Гошовський С.В. Використання відновлювальних джерел енергії для зниження техногенного навантаження на довкілля / С.В. Гошовський, О.В. Зур'ян // Радіаційна і техногенно-екологічна безпека людини та довкілля: стан, шляхи і заходи покращення: матеріали XII Міжнародної наук.-практ. конф., 9–11 червня 2016 р., Миколаїв, с. Коблеве, Україна / ЧДУ ім. Петра Могили, 2016. – С. 45–46.

31. Зур'ян А.В. Экологически безопасные технологии преобразования энергии возобновляемых источников / А.В. Зур'ян // Актуальні проблеми та перспективи розвитку геології, наука й виробництво: матеріали Міжнар. геол. форуму, 15–20 серп. 2016 р., с. Коблеве, Україна / УкрДГРІ, 2016. – С. 124–127.

32. Гошовський С.В. Екологічно безпечні системи отримання теплової енергії / С.В. Гошовський, О.В. Зур'ян // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: матеріали XII Міжнародної наук.-практ. конф., 5–9 вер. 2016 р., Харків, Україна / УКРНДІЕП, 2016. – С. 91–95.

33. Зур'ян А.В. Экологические аспекты использования геотермальных скважин / А.В. Зур'ян // 35TH International geological congress, Environmental Geosciences, 27 august - 2 september, 2016, Cape Town, South Africa: Thursday programme / 35IGS, Cape Town, SA, 2016. – P. 30.

Особистий внесок здобувача в роботах, опублікованих у співавторстві, полягає в наступному: [1, 2, 5, 24] – розроблено і реалізовано методику дослідження, здійснено науковий аналіз і обробку експериментальних результатів, зроблено висновки; [3, 4, 25, 27] – проведено літературний і патентний огляд, досліджено теплофізичні параметри соляного розчину й оптимальні конструкції екологічно безпечних геотермальних теплообмінників; [6,23,29] – визначено негативний вплив традиційної енергетики на довкілля й проаналізовано переваги використання відновлюваних джерел енергії; [7, 26, 30, 31] – обґрунтовано й запропоновано високоефективні інженерно-конструкторські рішення щодо отримання теплової енергії з підвищеними вимогами до екологічної безпеки; [8, 28] – розроблено технологічні схеми одержання екологічно безпечної енергії з відновлювальних джерел; [10–22] – проведено патентний пошук і систематизовано результати, запропоновано технічні рішення які узгоджуються з умовами патентоспроможності, оформлено патентну документацію.

АНОТАЦІЇ

Зур'ян О.В. – Екологічно безпечні відновлювані джерела отримання теплової енергії

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. – Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» та Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків, 2016.

Дисертація присвячена зменшенню техногенного впливу на навколишнє середовище під час отримання енергії завдяки удосконаленню наявних і створенню нових екологічно безпечних технологічних процесів та устаткування.

Вивчено екологічні умови й виявлено чинники негативного впливу на навколишнє середовище продуктів горіння вуглеводнів під час отримання енергії, здійснено технологічні заходи стосовно поліпшення цих умов і забезпечення екологічної безпеки.

Теоретично обґрунтовано й експериментально підтверджено доцільність використання відновлюваних джерел енергії для зменшення техногенного навантаження й забезпечення екологічної безпеки.

Визначено залежність ефективності систем, що використовують відновлювані джерела енергії, від місця їх розміщення, сезону роботи, конструктивних особливостей, структури й організації системи управління.

Удосконалено наявні й розроблено нові вискоефективні пристрої й системи перетворення відновлюваних джерел енергії. З'ясовано оптимальні параметри запропонованих систем.

Представлено розробки з ресурсозбереження, що зменшують техногенне навантаження на довкілля під час отримання енергії. Розроблено модульну теплонасосну систему отримання теплової енергії за рахунок утилізації відпрацьованого технологічного повітря. Очікуваний економічний ефект від впровадження даної систем становить 35 млн грн, а термін окупності складає шість з половиною років.

Ключові слова: забруднення, довкілля, екологічна безпека, відновлювані джерела енергії, утилізація, економічний ефект.

Зурьян А.В. – Экологически безопасные возобновляемые источники получения тепловой энергии

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 21.06.01 – экологическая безопасность. – Научно-исследовательское учреждение «Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем» и Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина, Харьков, 2016.

Диссертация посвящена уменьшению техногенного воздействия на окружающую среду при получении энергии путем усовершенствования существующих и создания новых экологически безопасных технологических процессов и оборудования.

Изучена экологическая обстановка и выявлены факторы негативного воздействия на окружающую среду продуктов горения углеводородов при получении энергии и осуществлены технологические мероприятия для улучшения этой обстановки и обеспечения экологической безопасности.

Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность использования возобновляемых источников энергии для улучшения техногенной нагрузки и обеспечения экологической безопасности.

Установлена зависимость эффективности систем, использующих возобновляемые источники энергии от места их расположения, сезона работы, конструктивных особенностей, структуры и организации системы управления.

Усовершенствованы существующие и разработаны новые высокоэффективные устройства и системы преобразования возобновляемых источников энергии. Определены оптимальные параметры предлагаемых систем, их конфигурация.

Представлены ресурсосберегающие разработки, уменьшающие техногенную нагрузку на окружающую среду при получении тепловой энергии. Разработана модульная теплонасосная система получения тепловой энергии за счет утилизации технологического воздуха. Ожидаемый экономический эффект от внедрения данной системы составляет 35 млн грн, а срок окупаемости составляет шесть с половиной лет.

Ключевые слова: загрязнение, окружающая среда, экологическая безопасность, возобновляемые источники энергии, утилизация, экономический эффект.

Zuryan O.V. – Ecologically safe renewable sources of thermal energy

Dissertation for the degree of the Candidate of Technical Science in specialty 21.06.01 – ecological safety. Scientific Research Institution «Ukrainian Scientific Research Institute of Ecological Problems» and V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, 2016.

The thesis deals with the means to reduce the anthropogenic impact on the environment while producing energy by enhancing the existing and creating new environmentally safe processes and equipment.

The author studies environmental conditions, determines the factors of the negative environmental impact caused by hydrocarbon combustion products during power generation, and proposes technological measures to enhance these conditions and provide for environmental safety.

Feasibility of usage of renewable energy sources to reduce anthropogenic load and to provide environmental safety has been theoretically justified and experimentally validated.

Dependence of efficiency of the systems using renewable energy sources on their location, operation season, design features, structure and organization of the management system has been discovered.

The new high-performance facilities and systems for transformation of renewable energy sources have been developed and existing ones have been enhanced. Optimal parameters for suggested systems have been established.

Resource-saving solutions reducing the anthropogenic load on the environment while producing energy have been introduced. A modular heat pump system for production of thermal energy utilizing process waste air was developed. The economic benefit of the introduction of this system is UAH 35 million per 15 years of operation, the payback period is six and a half years.

Keywords: pollution, environment, environmental safety, renewable energy sources, utilization, economic benefit.

Підписано до друку 02.11.2016.
Формат 60×84¹/8. Ум.-друк. арк. 0,9
Тираж 100 прим. Зам. № 278

Видавництво УкрДГРІ
Р. с. серія ДК № 182 від 18.09.2000 р.
04114, м. Київ-114, вул. Автозаводська, 78а

Адреса редакції та п/п: інформаційно-видавничий відділ УкрДГРІ
04114, м. Київ-114, вул. Автозаводська, 78а
тел.: 206-35-18; тел./факс: 432-35-22
E-mail: mru@ukrdgri.gov.ua