

Селіхов Ю.А., к.техн.н., професор, Горбунов К.О., к.техн.н., професор, Стасов В.А.

ІНТЕГРАЦІЯ РОБОТИ ПОНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ОПАЛЮВАННЯ БУДІВЕЛЬ

Національний технічний університет «ХПИ», Харків

Ключові слова: сонячна енергія, двоконтурна сонячна установка, сонячна система, геотермальний тепловий насос, вітроелектрогенератор, прототип, оптимізація, інтеграція, автоматизація, технологічна схема.

В даний час саме в області низькопотенційного використання сонячної енергії отримані найбільш відчутні результати, що дозволяють розглядати Сонце як енергетичну альтернативу при виробництві тепла і холода. У зв'язку з інтенсивним розвитком технологій сонячної енергетики з'явилося безліч конструктивних рішень та варіантів сонячних установок [1, С. 73], які класифікуються за різними критеріями. Однак, сонячні установки, які пропонуються в Україні, іноземних та вітчизняних виробників дорогі як при купівлі, так і при експлуатації [2, С. 125]. На наш погляд, актуальною є концепція створення нових конструкцій сонячних установок, найбільш привабливих для потенційного споживача. Реалізація даної концепції можлива при такому варіанті виконання сонячних установок, коли витрати на вироблення теплової енергії за допомогою цих установок будуть нижче рівня сумарних витрат на отримання теплової енергії традиційними способами (зокрема, в котельних установках). Одночасно з цим термін окупності сонячних установок повинен бути порівняний з гарантійним терміном їх експлуатації. Для виконання поставлених умов представляється доцільною розробка таких конструкцій сонячних установок, які дозволяли б мінімізувати витрати на їх виготовлення, монтаж, обслуговування і ремонт. Це може досягатися за рахунок використання дешевих вітчизняних матеріалів [3, С. 17], випуск яких гарантований в достатніх об'ємах на протязі тривалого терміну. Вище зазначені завдання є актуальними.

У цій роботі пропонується розроблена нова технологічна схема теплоенергетичної установки, до якої входить: двоконтурна сонячна установка [4, С. 2054] для гарячого водопостачання, геотермальний тепловий насос для опалення будівель [5, С. 35] та вітроелектрогенератор [6, С. 242] для електропостачання з цілодобовим комп'ютерним керуванням. Для вирішення поставлених завдань нами виконано аналіз технічних можливостей різних типів сонячних установок, що вже працюють, вивчені матеріали, що застосовуються в цих установках. Вибрано варіант сонячної установки як прототип для оптимізації, інтеграції та автоматизації.

Прототипом [7, С. 103] для подальшої оптимізації, інтеграції та автоматизації роботи вибираємо двоконтурну сонячну установку, яка показана на рис. 1.

Сонячні установки для гарячого водопостачання та опалення будівель зазвичай двоконтурні, що функціонують цілий рік. Подана на рис. 1 сонячна установка працює в такий спосіб. Подача холодного теплоносія здійснюється по мережевому трубопроводу 8 в накопичувальний бак 7. Перший контур роботи установки: холодний теплоносій з накопичувального бака 7 через регульовальні вентиля 6 і 4 циркуляційним насосом 5 подається знизу під тиском в 32 плоских металевих колектора 2, розмір одного колектора 1200x800x0,020 мм, де нагрівається сонячним випромінюванням до необхідної температури. У міру підйому теп-

лоносія знизу вгору колектором, він нагрівається до максимальної температури 63 °С у липні місяці при найвищій сонячній інсоляції. Далі через регулювальний вентиль 3 лінії гарячого теплоносія 9 подається в накопичувальний бак 7. Теплоносій нагрівається до температури 50–63 °С весь світловий день. Нагрітий теплоносій трубопроводом 16 у зазначені вище години подається в будівлі. Другий контур установки працює таким чином. У разі недостатньої інсоляції теплоносій з накопичувального бака 7 циркуляційним насосом 13 через регулювальні вентиля 12 і 14 подається в тепловий дублер 15 де нагрівається до необхідної температури і через вентиль 11 назад надходить в накопичувальний бак 7. По трубопроводу 16 нагрітий теплоносій надходить у систему опалення будівель [8, С. 95].

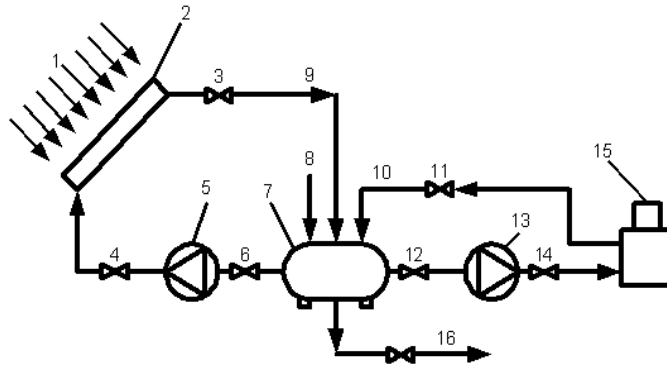


Рисунок 1 – Принципова схема сонячної установки для опалення будівель
 1 – сонячне випромінювання; 2 – сонячний колектор; 3, 4, 6, 11, 12, 14, 16 – регулювальні вентиля; 5, 13 – циркуляційні насоси; 7 – накопичувальний бак; 8 – подача холодного теплоносія; 9, 10 – подача гарячого теплоносія; 15 – тепловий дублер; 16 – подача гарячого теплоносія до споживача

Проаналізувавши роботу установки, було визначено такі недоліки:

- 1) система знаходиться під тиском насоса, що у разі розгерметизації системи призведе до втрати теплоносія;
- 2) відсутня система для хімічної підготовки теплоносія перед подачею до сонячного колектора;
- 3) накопичувальний бак працює і як накопичувальна ємність для холодного теплоносія, так і як накопичувальний бак для гарячого теплоносія;
- 4) робота установки здійснюється тільки в ручному режимі та залежить від обслуговуючого персоналу;
- 5) відсутня система автоматизації установки та зв'язок її з регулюючим органом;
- 6) теплоносій нагрівається в сонячному колекторі до максимальної температури 63 °С;
- 7) велика металомісткість установки;
- 8) дуже погана якість теплоносія, що використовується в установці;
- 9) випадання солей із теплоносія при температурах вище 50 °С забиває прохідні перетини в сонячних колекторах, що знижує ефективність роботи установки та її довговічність;
- 10) теплоносій подається за розкладом (вранці та ввечері).

Для покращення ефективності роботи та здешевлення установки необхідно: покращити конструкцію сонячної установки, застосувавши нове обладнання, матеріали та систему автоматизації всіх вузлів установки; підвищити коефіцієнт корисної дії (ККД)

сонячної установки за рахунок застосування нових матеріалів, теплоносіїв та іншого допоміжного обладнання; удосконалити роботу установки за допомогою ЕОМ; зменшити вартість установки за рахунок зниження матеріаломісткості установки, застосування нових матеріалів та обладнання; зробити подачу теплоносія цілодобовою.

Для вирішення цих завдань ми провели літературний огляд та вибрали сонячну установку [9, С. 193] з плоскокапілярним тонкоплівковим колектором [10, С. 32] безнапірного типу спеціальної конструкції гнучкий полімерний, в якому теплоносій рухається зверху вниз під дією сили тяжіння по похилій поверхні у вигляді плівки рідини.

Застосування тонкоплівкових сонячних колекторів безнапірного типу з полімерної плівки дозволяє зменшити ризик втрати теплоносія за рахунок розриву сонячного колектора від надлишкового тиску, як у прототипі. За ефективністю нагрівання теплоносія на вході в колектор і на його виході, сонячний колектор з полімерної плівки поглинає більше сонячного випромінювання ніж відомі колектора з металу, тим самим забезпечує нагрівання теплоносія до вищої температури (95 °С), ніж колектор виготовлений з металу (63 °С).

Сонячний колектор з полімерної плівки, запропонований нами, можна замінити у разі потреби при засміченні прохідних перетинів або почистити і це коштуватиме значно дешевше порівняно з витратами на оновлення колекторів із металу.

Ми також дійшли висновку, щоб ефективність роботи колектора не знижувалась, необхідно провести заміну старого обладнання новим. На рис. 2 представлено нову технологічну схему теплоенергетичної установки після її оптимізації.

Нова енергетична установка може працювати як сезонно, так і цілий рік. Принцип дії установки при сезонній роботі – у теплу пору року. Антифриз (тепловий агент) з бака-акумулятора 4 через перший контур теплообмінного апарату 3 циркуляційним насосом 2 подається в колектор сонячної установки 1, де нагрівається до необхідної температури і надходить назад в бак-акумулятор 4. Нагрітий антифриз віддає своє тепло у другому контурі теплообмінника 3 теплоносія (вода), що подається циркуляційним насосом 5 з бака-акумулятора 6, і підігріта надходить у бак-акумулятор 11. Артезіанська вода з свердловини 16 насосом 14 подається в установку хімоводоочищення 7, де очищається від багатьох солей і далі надходить в бак-акумулятор 6. Підігріта до необхідної температури вода [11, С. 53] другого контуру теплообмінника 3 подається в приватне домоволодіння 15 на гаряче водопостачання [12, С. 271]. Коли температура води не задовольняє користувача 15, вода з бака-акумулятора 11 циркуляційним насосом 12 подається в другий контур охолоджувача 9 і далі другий контур конденсатора 17 ґрунтового теплового насоса 10, де догрівається до необхідної температури і надходить до користувача 15. Оборотна вода від користувача 15 подається в установку хімоводоочищення 7, де очищається, і циркуляційним насосом 14 подається в бак-акумулятор 6, або, у разі недостатньої кількості води подається в другий контур охолоджувача 9 і далі в другий контур конденсатора 17 ґрунтового теплового насоса де догрівається і знову надходить користувачеві 15. У разі аварійної ситуації є можливість випустити теплоносій у каналізацію 8 (злив води із системи). У разі підвищення температури повітря на вулиці до некомфортної позначки відключається сонячна установка та включається в тепловому насосі [13, С. 82] режим кондиціонування 25. Вода з ґрунтового теплового контуру циркуляційним насосом 13 подається в контур теплої підлоги, охолоджує площу підлоги та повітря в кімнатах будинку до комфортної температури.

Принцип дії установки для цілорічної роботи. У теплу пору року принцип роботи установки показано вище. А в холодну пору року установка працює наступним чином. Вода з температурою 5–7 °С теплового контуру теплового насоса циркуляційним

насосом 13 подається до другого контуру випарника теплового насоса, де нагріває холодоагент першого контуру, який перетворюється на пару. Пар холодоагенту надходить у компресор, де стискається до високої 160 °С температури та тиску. Далі пара надходить у конденсатор теплового насоса, де віддає своє тепло другому контуру конденсатора, в який подається вода циркуляційним насосом 12 з бака-акумулятора 11 або циркуляційним насосом 14 від користувача 15. Таким чином, вода нагрівається спочатку у другому контурі охолоджувача, а потім у другому контурі конденсатора і надходить до користувача з температурою 75 °С. У разі аварійної ситуації є можливість випустити теплоносії у каналізацію (злив води із системи).

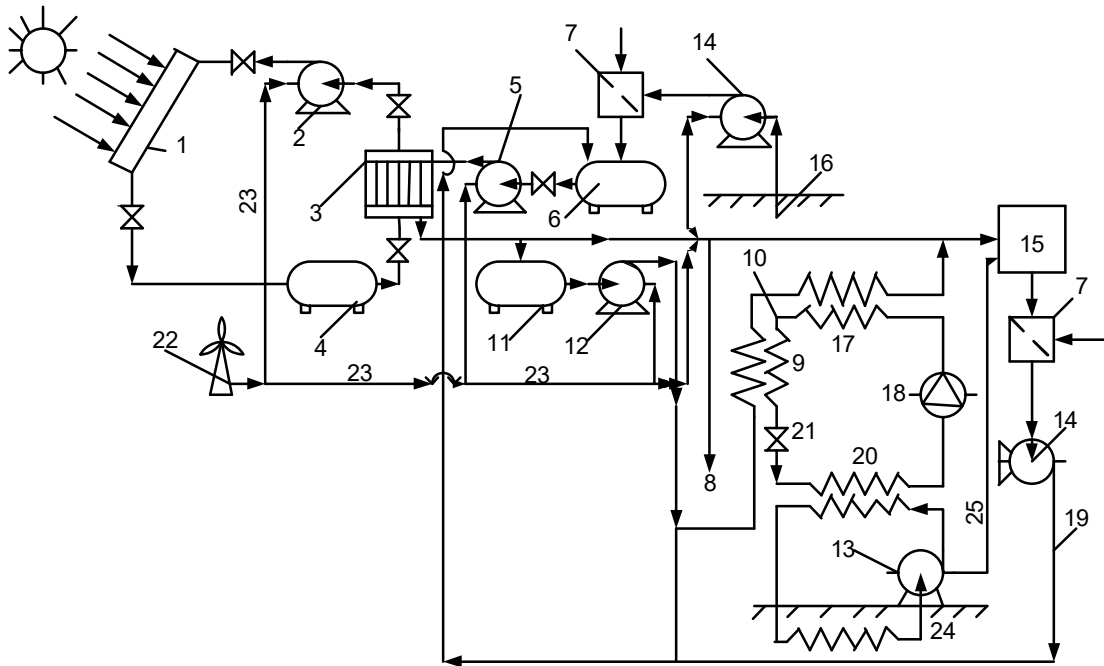


Рисунок 2 – Технологічна схема енергетичної установки для гарячого водопостачання та опалення приватного будинку

- 1 – Двоконтурна сонячна установка; 2 – Відцентровий насос;
 3 – Двоконтурний теплообмінний апарат; 4 – Бак-акумулятор;
 5 – Відцентровий насос; 6 – Бак-акумулятор; 7 – Установки хімоводоочищення; 8 – Аварійний злив теплоносія із установки; 9 – Охолоджувач; 10 – Ґрунтовий тепловий насос (ґрунт–вода); 11 – Бак-акумулятор; 12 – Відцентровий насос; 13 – Відцентровий насос; 14 – Відцентрові насоси; 15 – Садиба; 16 – Артезіанська свердловина; 17 – Конденсатор; 18 – Компресор; 19 – Трубопровід оборотної води; 20 – Випарник; 21 – Дросельний вентиль; 22 – Вітроелектрогенератор; 23 – Лінії електропередач; 24 – Тепловий контур ґрунтового теплового насоса; 25 – Трубопровід подачі холодного теплоносія (режим кондиціонування)

У сучасних технологіях, пов'язаних з переробкою речовини та енергії, важливе місце займають об'єкти, створення та вдосконалення яких потребує використання термодинаміки. Класичний апарат цієї науки часто виявляється недостатнім для вирішення нових завдань, необхідних не тільки для її подальшого розвитку, а й повідомлення з елементами системного підходу та економіки. Під впливом цих вимог в останні десятиліття було розроблено ексергетичний метод [14, С. 84]. Його основна ідея полягає у введенні поряд із загальним, фундаментальним поняттям енергії, додаткового показни-

ка – ексергії, що дозволяє врахувати той факт, що енергія в залежності від зовнішніх умов може мати різну цінність для практичного використання (наприклад, кількість теплоти за різного температурного потенціалу джерел). Для перевірки ефективності роботи нової теплоенергетичної установки з різноманітності методів, ми вибрали ексергетичний метод розрахунку. Застосовуємо методику оцінки ефективності роботи системи з ексергії-нетто [14, с. 243]. Як приклад у табл. 1 та табл. 2 наведено витрати ексергії на виготовлення прототипу та нової установки відповідно.

Таблиця 1 – Расходи ексергії на проектування і виготовлення прототипу

Матеріал	Маса M_a , кг	Питома енергоємність \mathcal{E}_a , МДж/кг	Повні витрати ексергії E , МДж	Питомі витрати ексергії, m_a	$m_a \cdot \mathcal{E}_a$
Котел з газовим пальником	135	430	58050	0,00338	1,45
Ємність для газу $V = 9 \text{ м}^3$	750	60	45000	0,0188	1,125
Металевий лист	40	60	2400	0,001	0,06
Теплоізоляція, м^2	100	114	11400	0,0025	0,285
Вентилі	20	150	3000	0,0005	0,075
Розширювальний бак $V = 0,050 \text{ м}^3$	5	60	300	0,000125	0,0075
Насоси, 2 шт	6	150	900	0,00015	0,0225
Трубопроводи метал.	40	60	2400	0,001	0,06
Трубопроводи ПВХ	20	50	1000	0,0005	0,025
Радіатори опалення 80 шт.х 8 кг	640	150	96000	0,016	2,4
Вода $0,6 \text{ м}^3$	600	30	18000	0,015	0,45
Всього	–	–	238450	–	5,985
Усього з урахуванням витрат ексергії на обробку та складання обладнання (коефіцієнт 1,2)	–	–	286140	–	–

Було зроблено економічний та ексергетичний розрахунки терміну окупності нової теплоенергетичної установки. Похибка розрахунків становила 5%. Аналіз експериментальних даних показав, що заміна прототипу новою установкою виявилася ефективною.

Висновки. Виконано аналіз технічних можливостей різних типів сонячних установок, вивчено матеріали, що застосовуються в установках. Вибрані: варіант сонячної установки як прототип для оптимізації, інтеграції та автоматизації; матеріали, що застосовуються у нових розробках сонячних установок та обладнання. Складено нову технологічну схему як проект нової теплоенергетичної установки. Було виконано розрахунок ексергетичної ефективності застосування нових матеріалів та обладнання. Це

дозволяє збільшити: температуру теплоносія до 95 °С; ККД сонячної установки до 92% порівняно з прототипом - 72%, при цьому термін окупності установки можна порівняти з терміном монтажу всієї установки. Установка: забезпечує електроенергією, гарячою водою та опаленням приватне домоволодіння, в якій спільно з вітроелектрогенератором використовується тепловий насос «грунт-вода», акумулятори електроенергії та теплоти, що дозволяє: зменшити собівартість теплової енергії за рахунок зниження матеріаломісткості та витрат на обладнання; економити органічне паливо; виробляти електроенергію та надлишок її віддавати в державну електромережу; зменшити теплове навантаження та забруднення навколишнього середовища.

Таблиця 2 – Расходи ексергії на проектування і виготовлення нової теплоенергетичної установки

Матеріал	Маса M_b , кг	Питома енергоємність \mathcal{E}_b , МДж/кг	Повні витрати ексергії E , МДж	Питомі витрати ексергії, m_b	$m_b \cdot \mathcal{E}_b$
Насоси, 6 шт	24	150	3600	0,0006	0,09
Теплоізоляція, м ²	600	114	68400	0,015	1,71
Вентилі	20	150	4500	0,00075	0,1125
Бак-акумулятор – 2 шт. $V = 6 \text{ м}^3$	500	60	30000	0,0125	0,75
Установка хімводоочищення 2 шт.	200	150	30000	0,005	0,75
Теплообмінник – 2 шт.	150	40	6000	0,00375	0,15
Тепловий насос – 1шт.	200	430	86000	0,005	2,15
Вода 0,8 м ³	800	30	24000	0,02	0,6
Трубопроводи метал.	100	60	6000	0,0025	0,15
Трубопроводи ПВХ	70	50	3500	0,00175	0,0875
Всього	–	–	311767	–	7.7942
Усього з урахуванням витрат ексергії на обробку та складання обладнання (коефіцієнт 1,2)	–	–	374120.4	–	–

Результати ексергетичного розрахунку ККД прототипу та нової установки, та термін окупності представлені в табл. 3.

Таблиця 3 – Результати розрахунків

η_a	η_b	$\tau_{i\hat{e}}$, ГОД.
0,4	0,802	2,1

де η_a , η_b – ексергетичний ККД порівнюваних варіантів використання первинної ексергії, $\tau_{i\hat{e}}$ – термін окупності нової теплоенергетичної установки.

Література

1. Селихов Ю.А., Ведь В.Е., Костин В.М. Конструкционные особенности увеличения эффективности работы гелиоустановок. Экотехнологии и ресурсосбережение.– Киев: Типография НАН Украины, № 3, 2004.– с. 70–75.
2. Даффи Дж. А., Бекман У.А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. – М.: Мир, 1977. – 420 с.
3. Щербина О. Сонячна енергія. Енергія для всіх: Техн. довідник. –Ужгород, 2000. – Розд. 1. – С. 9–32.
4. Yuriy A. Selikhov, Victor A. Kotsarenko, Jiří J. Klemeš, Petro O. Kapustenko/ The Performance of Plastic Solar Collector as Part of Two Contours Solar Unit/ CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS VOL. 70, 2018, P. 2053–2058, Copyright © 2018, AIDIServizi S.r.l.
5. Овчаренко В.А. Овчаренко А.В. Використання теплових насосів //Холод М+Т, 2006, №2 с. 34–36.
6. Даффи Дж., Бекман У.А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. – М.: Мир,1977. – 420 с.
7. Харченко Н.В. Индивидуальные солнечные установки.–М.:Энергоатомиздат, 1991. – 208 с.
8. Особенности современных систем водяного отопления. – К.: П ДП «Такі справи», 2003. – 176 с. – ил.
9. Селихов Ю.А., Селихова Л.Ю., Селихова Н.В. Двоконтурна геліоводонагрівна установка, Патент України, № 64198 А, Бюл. № 2, 2004.
10. Селихов Ю.А., Селихова Л.Ю. Полімерна композиція, Патент України, № 72078 А, Бюл. № 10, 2004.
11. Бекман У., Гилли П. Тепловое аккумулирование энергии. М., Мир. 1987. – 224 С.
12. Сарнацкий Э.В. Системы солнечного тепло- и хладоснабжения. – М.: Стройиздат, 1990 – 324 с.
13. Рей Д., Макмайкл Д. Тепловые насосы: Пер. с англ. – М.:Энергоиздат, 1982. – 224 с.
14. Эксергетические расчеты технических систем: Справ. Пособие / Бродянский В.М. и др.: Под ред. Долинского А.А., Бродянского В.М. АН УССР. Ин-т технической теплофизики.– Киев: Наук. Думка, 1991. – 360 с.

Bibliography (transliterated)

1. Selihov Yu.A., Ved V.E., Kostin V.M. Konstruktsionnyie osobennosti uvelicheniya effektivnosti raboty gelioustanovok. Ekotehnologii i resursosberezhenie.– Kiev: Tipografiya NAN Ukrainyi, # 3, 2004.– p. 70–75.
2. Daffi Dzh. A., Bekman U.A. Teplovyie protsessy s ispolzovaniem solnechnoy energii. – M.: Mir, 1977. – 420 p.
3. Scherbina O. Sonyachna energiya. Energiya dlya vsih: Tehn. dovidnik. –Uzhgorod, 2000. – Rozd. 1. – P. 9–32.

4. Yuriy A. Selikhov, Victor A. Kotsarenko, Jiří J. Klemeš, Petro O. Kapustenko/ The Performance of Plastic Solar Collector as Part of Two Contours Solar Unit/ CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS VOL. 70, 2018, P. 2053–2058, Copyright © 2018, AIDIServizi S.r.l.
5. Ovcharenko V.A. Ovcharenko A.V. Viktoristannya teplovih nasosiv //Holod M T, 2006, #2 p. 34–36.
6. Daffi Dzh., Bekman U.A. Teplovyie protsessyi s ispolzovaniem solnechnoy energii. – M.: Mir, 1977. – 420 p.
7. Harchenko N.V. Individualnyie solnechnyie ustanovki.–M.:Energoatomizdat, 1991. – 208 p.
8. Osobennosti sovremennyih sistem vodyanogo otopeniya. – K.: P DP «Taki spravi», 2003. – 176 p. – il.
9. Selihov Yu.A., Selihova L.Yu., Selihova N.V. Dvokonturna geliovodonagrivna ustanovka, Patent Ukrayini, # 64198 A, Byul. # 2, 2004.
10. Selihov Yu.A., Selihova L.Yu. Polimerna kompozitsiya, Patent Ukrayini, # 72078 A, Byul. # 10, 2004.
11. Bekman U., Gilli P. Teplovoe akumulirovanie energii. M., Mir. 1987. – 224 p.
12. Sarnatskiy E.V. Sistemyi solnechnogo teplo- i hladosnabzheniya. – M.: Stroyizdat, 1990 – 324 p.
13. Rey D., Makmaykl D. Teplovyie nasosyi: Per. s angl. – M.:Energoizdat, 1982. – 224 p.
14. Eksergeticheskie raschetyi tehniceskikh sistem: Sprav. Posobie / Brodyanskiy V.M. i dr.: Pod red. Dolinskogo A.A., Brodyanskogo V.M. AN USSR. In-t tehniceskoy teplofiziki.– Kiev: Nauk. Dumka, 1991. – 360 p.

УДК 662.997

Селіхов Ю.А., к.техн.н., професор, Горбунов К.О., к.техн.н., професор, Стасов В.А.

ІНТЕГРАЦІЯ РОБОТИ ПОНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ОПАЛЮВАННЯ БУДІВЕЛЬ

Сонячна енергія широко використовується в сонячних системах, де поєднуються економічність та екологія. А саме це є важливим моментом в епоху виснаження енергетичних ресурсів. Використання сонячної енергії є перспективною статтею економії для всіх країн світу, відповідаючи їхнім інтересам ще й щодо енергетичної незалежності, завдяки чому вона впевнено завойовує стійкі позиції у світовій енергетиці. Вартість тепла, одержуваного за допомогою використання сонячних установок, значною мірою залежить від радіаційно-кліматичних умов місцевості, де застосовується сонячна установка. Кліматичні умови нашої країни, особливо південь, дозволяють використовувати енергію Сонця для покриття значної частини потреб у теплоті. Зменшення запасів органічного палива та його подорожчання призвели до розробок оптимальних технічних рішень, ефективності та економічної доцільності застосування сонячних установок. І

сьогодні це вже не пуста цікавість, а усвідомлене прагнення домовласників зберегти не лише свій фінансовий бюджет, а й здоров'я, що можливе лише при використанні альтернативних джерел енергії, таких як: двоконтурні сонячні установки, геотермальні теплові насоси (ТН), вітроелектрогенератори. Особливо гостро проблема в теплопостачанні об'єктів житлово-комунального господарства (ЖКГ), де витрати палива на виробництво теплоти, перевищують у кілька разів витрати на електропостачання. Основними недоліками централізованих джерел теплопостачання є низька енергетична, економічна та екологічна ефективність. А високі транспортні тарифи на доставку енергоносіїв та часті аварії на теплотрасах ускладнюють негативні фактори, притаманні традиційному централізованому теплопостачанню. Одним із ефективних енергозберігаючих способів, що дають можливість економити органічне паливо, знижувати забруднення навколишнього середовища, задовольняти потреби споживачів у технологічному теплі є застосування теплонасосних технологій виробництва теплоти.

Ключові слова: сонячна енергія, двоконтурна сонячна установка, сонячна система, геотермальний тепловий насос, вітроелектрогенератор, прототип, оптимізація, інтеграція, автоматизація, технологічна схема.

Селихов Ю.А., Горбунов К.А., Стасов В.А.

ИНТЕГРАЦИЯ РАБОТЫ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЙ

Солнечная энергия широко используется в солнечных системах, где соединяются экономичность и экология. А именно это представляет важный момент в эпоху истощения энергетических ресурсов. Использование солнечной энергии является перспективной статьей экономии для всех стран мира, отвечая их интересам еще и в плане энергетической независимости, благодаря чему она уверенно завоевывает стойкие позиции в мировой энергетике. Стоимость тепла, получаемого за счет использования солнечных установок, в значительной мере зависит от радиационно-климатических условий местности, где применяется солнечная установка. Климатические условия нашей страны, особенно юг, позволяют использовать энергию Солнца для покрытия значительной части потребностей в теплоте. Уменьшение запасов органического топлива и его удорожание привели к разработкам оптимальных технических решений, эффективности и экономической целесообразности применения солнечных установок. И сегодня это уже не праздное любопытство, а осознанное стремление домовладельцев сохранить не только свой финансовый бюджет, но и здоровье, что возможно только при использовании альтернативных источников энергии, таких как: двухконтурные солнечные установки, геотермальные тепловые насосы (ТН), ветроэлектрогенераторы. Особенно остро проблема обозначилась в теплоснабжении объектов жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), где затраты топлива на производство теплоты, превосходят в несколько раз затраты на электроснабжение. Основными недостатками централизованных источников теплоснабжения являются низкая энергетическая, экономическая и экологическая эффективность. А высокие транспортные тарифы на доставку энергоносителей и частые аварии на теплотрасах усугубляют негативные факторы, присущие традиционному

централизованному теплоснабженню. Одним из эффективных энергосберегающих способов, дающих возможность экономить органическое топливо, снизить загрязнение окружающей среды, удовлетворять нужды потребителей в технологическом тепле, является применение теплонасосных технологий производства теплоты.

Ключевые слова: солнечная энергия, двухконтурная солнечная установка, солнечная система, геотермальный тепловой насос, ветроэлектрогенератор, прототип, оптимизация, интеграция, автоматизация, технологическая схема.

Selikhov Yu.A., Gorbunov K.A., Stasov V.A.

RENEWABLE ENERGY INTEGRATION FOR HOT WATER SUPPLY AND HEATING OF BUILDINGS

Solar energy is widely used in solar systems, where economy and ecology are combined. Namely, this represents an important moment in the era of depletion of energy resources. The use of solar energy is a promising economical item for all countries of the world, meeting their interests also in terms of energy independence, thanks to which it is confidently gaining a stable position in the global energy sector. The cost of heat obtained through the use of solar installations largely depends on the radiation and climatic conditions of the area where the solar installation is used. The climatic conditions of our country, especially the south, make it possible to use the energy of the Sun to cover a significant part of the need for heat. A decrease in the reserves of fossil fuel and its rise in price have led to the development of optimal technical solutions, efficiency and economic feasibility of using solar installations. And today this is no longer an idle curiosity, but a conscious desire of homeowners to save not only their financial budget, but also health, which is possible only with the use of alternative energy sources, such as: double-circuit solar installations, geothermal heat pumps (HP), wind power generators. The problem is especially acute in the heat supply of housing and communal services (HCS), where the cost of fuel for heat production is several times higher than the cost of electricity. The main disadvantages of centralized heat supply sources are low energy, economic and environmental efficiency. And high transport tariffs for the delivery of energy carriers and frequent accidents on heating mains exacerbate the negative factors inherent in traditional district heating. One of the most effective energy-saving methods that make it possible to save fossil fuel, reduce environmental pollution, and meet the needs of consumers in process heat is the use of heat pump technologies for heat production.

Keywords: solar energy, double-circuit solar installation, solar system, geothermal heat pump, wind power generator, prototype, optimization, integration, automation, technological scheme.