

## ЕФЕКТИВНІСТЬ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНИХ СИСТЕМ СОНЯЧНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

*Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра теплогазопостачання і вентиляції, Україна*

*Встановлено залежності між різними орієнтаціями теплопоглиначів і різними конструктивними розмірами геліонагрівника. Проаналізовано, як буде змінюватись впродовж року надходження сонячної енергії на геліопанель. Дослідження системи сонячного теплопостачання із плоскими сонячними колекторами та геліопанелями показали ефективність таких установок. Встановлено, що система сонячного теплопостачання дозволяє знизити вартість отримуваної теплової енергії, порівняно з традиційними джерелами теплопостачання (від тепломережі).*

**Постановка проблеми.** Перевагами сонячної енергії, порівняно з традиційними видами палива, є: невичерпність джерела енергії; можливість використання сонячної енергії практично на всіх ділянках земної поверхні; можливість безпосереднього перетворення сонячної енергії в теплову або електричну; можливість отримання високотемпературних теплоносіїв.

Застосування систем сонячного опалення та охолодження дозволяє значно скоротити використання енергоресурсів, що є одним з найголовніших завдань 21 ст. Сьогодні актуальним є вдосконалення існуючих сонячних колекторів та систем сонячного теплопостачання для їх максимальної інтеграції в традиційні системи та широке застосування на практиці.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Підвищенням ефективності використання сонячних колекторів та системи в цілому можна досягнути зменшення вартості систем геліотеплопостачання. Саме тому багато авторів пропонує комбіновані системи сонячного теплопостачання [2, 4].

Для зменшення вартості системи сонячного теплопостачання сонячний колектор поєднують із баком-акумулятором [4, 7].

У випадку багатоквартирних будівель невеликого і середнього розміру може відбуватись акумуляція тепла від сонячних колекторів, а в квартирах передбачено бойлери для догріву теплоносія [6].

Багато робіт [3; 5; 8] присвячено знаходженню оптимальних кутів нахилу колектора до горизонту і азимута повороту, при яких надійде найбільше енергії сонячного випромінювання. Оптимальний кут нахилу сонячного колектора до горизонту залежить від широти місцевості та призначення геліоустановки [9]. Більшість даних вимірювання сонячної радіації отримана для горизонтальної поверхні, але часто потрібно оцінити вплив орієнтації приймаючої поверхні. Для більш довгих періодів часу в місцевостях, де не проходить помітних

сезонних змін атмосферних умов, вплив орієнтації оцінюється на основі розрахунку надходження прямої радіації [1].

**Формулювання цілей та завдання статті.** Необхідно дослідити ефективність низькотемпературних систем сонячного опалення.

**Основна частина.** Для виявлення ефективних кутів встановлення сонячних колекторів були проведені лабораторні дослідження. Для проведення лабораторних досліджень ефективності геліосистеми в залежності від кутів падіння теплового потоку та його інтенсивності була розроблена та змонтована експериментальна установка. Проведено планування експерименту. Факторами були:  $x_1$  - кут нахилу сонячного колектора до горизонту,  $\beta_e^\circ$ ;  $x_2$  - азимутальний кут повороту,  $\gamma_e^\circ$ ;  $x_3$  - інтенсивність радіації, що випромінює джерело,  $I_e$  Вт/м<sup>2</sup>. Функціями відгуку обрано ефективність сонячного колектора  $\eta_{ек}$  та ефективність геліосистеми  $\eta_{ес}$ .

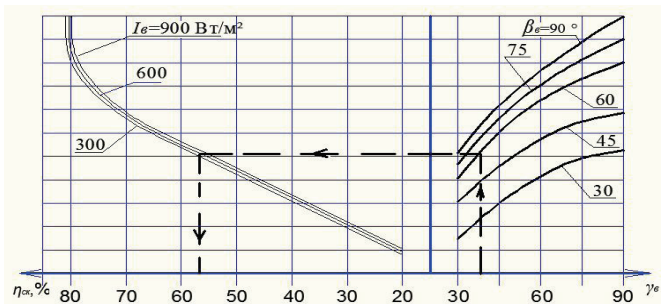


Рис.1. Залежність ефективності сонячного колектора  $\eta_{ек}$  від кутів його встановлення ( $\gamma_e^\circ, \beta_e^\circ$ ) та інтенсивності радіації, що випромінює джерело,  $I_e$

Представлена на рис.1 номограма апроксимована залежністю (1):

$$\eta_{ек} = -63.65 + 2.03 \cdot 10^{-7} \cdot I_e + 1.81 \cdot \gamma_e + 2.76 \cdot 10^{-5} \cdot \gamma_e I_e + 1.84 \cdot \beta_e - 9.33 \cdot 10^{-5} \cdot \beta_e I_e - 0.01 \cdot \gamma_e^2 - 0.0018 \gamma_e \beta_e - 6.67 \cdot 10^{-7} \cdot I_e \gamma_e \beta_e - 0.01 \cdot \beta_e^2 + 10^{-6} \cdot \beta_e^2 I_e \quad (1)$$

Дієвим рішенням підвищення ефективності стаціонарних плоских сонячних колекторів є їх встановлення із потрібною орієнтацією. Проте проведено не достатньо досліджень по виявленню оптимальних кутів встановлення сонячних колекторів такої системи теплопостачання.

Тому були проведені наступні дослідження системи сонячного теплопостачання із потрібно-орієнтованими сонячними колекторами. Факторами вибрані азимутальний кут  $\gamma$  -  $x_1$  та кут нахилу сонячного колектора  $\beta$  -  $x_2$ . Параметром оптимізації вибрано коефіцієнт ефективності  $K_{еф}$ , що показує наскільки відрізняється середня за день миттєва теплова потужність системи сонячних колекторів з потрібною орієнтацією від південно-орієнтованої системи.

Отримана емпірична формула:

$$K_{еф} = 115,3 + 3,56 \cdot \gamma - 0,59 \cdot \beta - 0,11 \cdot \gamma^2 - 0,0009 \cdot \gamma \cdot \beta + 0,0041 \cdot \beta^2 \quad (2)$$

Розрахункова залежність (2) дозволяє вибрати максимально ефективні кути встановлення системи сонячних колекторів в комбінованій системі сонячного теплопостачання.

Відомі різні конструкції геліопанелей, що містять захисне покриття, теплоізоляційний шар та розташований між ними теплопровідний шар. Перевагами таких конструкцій є те, що вони є елементами споруд, самостійно сприймають та акумулюють сонячну енергію, надійні, прості в конструкції, монтажі та обслуговуванні, що значно знижує їхню вартість у порівнянні з сонячними колекторами. Але мала поверхня дотику між трубопроводами та захисним покриттям значно знижує коефіцієнт теплопередачі між ними, висока металоемність конструкції значно підвищує собівартість панелі та знижує ефективність її використання. Тому, необхідним є дослідження геліопанелей для визначення оптимальних конструктивних особливостей і зменшення кількості збірних деталей, що дозволить знизити собівартість виробу і підвищити його ефективність.

Було складено експериментальну установку для дослідження в лабораторних умовах геліопанелі та системи сонячного теплопостачання із геліопанелями.

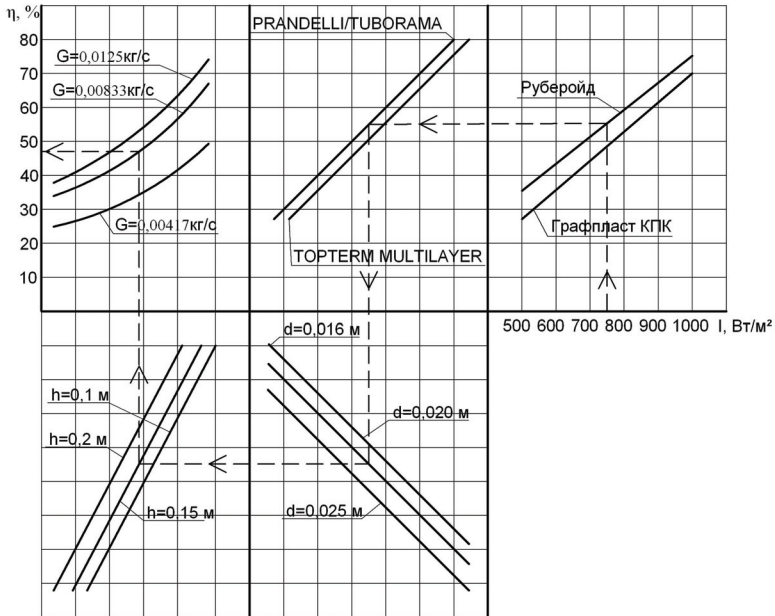


Рис. 2. Ефективність геліопанелей різних конструкцій  $\eta$ .

Фактори: -  $x_1$  діаметр трубок,  $d$ , м; -  $x_2$  крок трубок,  $l$ , м; -  $x_3$  витрата теплоносія,  $G$ , кг/с; -  $x_4$  інтенсивність потоку енергії, що випромінює джерело,

$I_6$  Вт/м<sup>2</sup>. Параметри оптимізації: -  $y_1$  , ефективність геліопанелі, при її покритті руберойдом та використанні трубок традиційної системи опалення TOPTERM MULTILAYER PIPE PEX/AL/PEX; -  $y_2$  , при покритті геліопанелі руберойдом та використанні трубок підлогового опалення PRANDELLI/TUBORAMA 02 STOP; -  $y_3$  , при покритті геліопанелі каучуко-графітовим складом Графпласт КПК та використанні трубок традиційної системи опалення TOPTERM MULTILAYER PIPE PEX/AL/PEX -  $y_4$  , при покритті геліопанелі каучуко-графітовим складом Графпласт КПК та використанні трубок підлогового опалення PRANDELLI/TUBORAMA 02 STOP.

Враховуючи ефективність низькотемпературних систем сонячного опалення доведено доцільність їх застосування, тому необхідні подальші дослідження для зниження їх вартості та терміну окупності.

**Висновки.** Дослідження системи сонячного теплопостачання із плоским сонячними колекторами та геліопанелями показали ефективність таких установок. Встановлено, що ефективність системи теплопостачання із плоскими сонячними колекторами може досягати 80%, а з геліопанелями 70%.

## Література

1. *Даффи Дж. А., Бекман У. А.* Тепловые процессы с использованием солнечной энергии: Пер. с англ. – М: Мир, 1977. – 420 с.

2. *Джамаль Камаль Хусейн.* Комбіновані системи тригенерації з використанням сонячної енергії : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.14.06 "Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика" / Джамаль Камаль Хусейн. – О., 2008. – 20 с.

3. *Касперські Я., Левкович М., Петровіч С.* Компактний даховий кондиціонер на сонячній енергії – оптимізація кута нахилу колекторів // Ринок інсталяцій. – 2008. – № 5. – С. 8 – 11.

3. Патент 2 082 922 Российская Федерация, F24J 2/04, 2/34, 2/44. Солнечный коллектор-аккумулятор / Б. В. Берг, Д. Б. Берг – опубл. 27.06.1997.

4. Патент № 53370 UA МПК F24J 2/34 (2006.01). Комбінована система сонячного теплопостачання / С. П. Шаповал // Промислова власність. – 2010. – № 19.

5. *Хрустов Б. В., Авезов Р. Р., Шафеев А. И.* Энергетически оптимальный угол наклона плоских коллекторов // Гелиотехника. – 1986. – № 5. – С. 51 – 55.

6. Централизованная система для аккумуляции солнечной энергии и производства горячей воды с индивидуальными теплопунктами с гидравлическими разделителями / [ гол. ред. А. Губарев ] // Термометр. – декабрь 2010- январь 2011. – № 6 (8). – С. 53-54.

7. *Шаповал С. П.* Підвищення ефективності комбінованих геліонагрівників / С. П. Шаповал, О. Т. Возняк // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури : матеріали III Міжнародної

конференції молодих учених GAC-2010, 25-27 листопада 2010 р. – Л. : В-во НУ "ЛП", 2010. – С. 116-117.

8. *Brugues P.M.* Utilizacion de la energia solar a baja temperatura por medio de captadores planos // Instalador. – 1986. – № 21 – P. 33 – 41.

9. *Wiśniewski G., Gołębiowski S., Grycik M. i in.* Kolektory słoneczne: energia słoneczna w mieszkalnictwie, hotelarstwie i drobnym przemyśle. – Warszawa : "Medium", 2008. – 201 s.

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СИСТЕМ СОЛНЕЧНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

*С. П. Шаповал, М. Е. Касинец.*

Установлены зависимости между различными ориентациями теплопоглотителя и различными конструктивными размерами гелиоагрегата. Проанализировано, как будет меняться в течение года поступления солнечной энергии на гелиопанель. Исследование системы солнечного теплоснабжения с плоскими солнечными коллекторами и гелиопанелями показали эффективность таких установок. Установлено, что система солнечного теплоснабжения позволяет снизить стоимость получаемой тепловой энергии, по сравнению с традиционными источниками теплоснабжения (от теплотсети).

## **EFFICIENCY OF LOW TEMPERATURE HEATING SYSTEMS SOLAR**

*S.P. Shapoval, M.E. Kasynets*

The dependence between different orientations of the absorber and different constructional overall dimensions a determined. Change the incoming solar energy heliopanel during the year was analyzed. Study of solar heating with flat solar collectors and heliopanel showed the effectiveness of such systems. Solar heating can reduce the cost of received thermal energy compared to traditional sources of heat (from heating) has been set.

## СИСТЕМА ПОТРІЙНО-ОРІЄНТОВАНИХ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ ІЗ СЕКЦІЙНИМ БАКОМ-АКУМУЛЯТОРОМ

*Національний університет «Львівська політехніка», Україна*

*Зниження ефективності системи сонячних колекторів у післяобідній час пов'язано із значною температурою теплоносія у бакові-акумуляторі. Для підвищення ефективності запропоновано розділити бак-акумулятор на секції та дослідити, як буде впливати така конструкція бака-акумулятора на ефективність всієї системи. Отримано номограму та функціональну залежність коефіцієнта ефективності даної системи сонячного теплопостачання залежно від азимутального кута повороту сонячних колекторів та кута їх нахилу.*

**Постановка проблеми.** Сьогодні актуальним є вдосконалення існуючих сонячних колекторів та систем сонячного теплопостачання для їх максимальної інтеграції в традиційні системи теплопостачання та широке застосування на практиці. Одним із способів вирішення цього питання є застосування систем сонячного теплопостачання із потрійно-орієнтованими сонячними колекторами. Проте на сьогодні ще не достатньо вивчене питання ефективної взаємоорієнтації системи потрійно-орієнтованих сонячних колекторів, а також питання впливу відхилення азимутального кута та кута нахилу сонячного колектора відносно падаючого випромінювання та його інтенсивності.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Із проведених досліджень роботи плоского стаціонарного сонячного колектора протягом дня можна зробити висновок, що ранішні та вечірні години роботи сонячного колектора є неефективними, тому пропонується встановити групу колекторів, що не лежать в одній площині. Якщо потрібна ефективна система сонячного теплопостачання із стаціонарними сонячними колекторами, яка має працювати протягом дня з необхідною потужністю, потрібно виконати її певної форми, що враховує зміну кута падіння сонячної енергії впродовж дня [1].

Відомий аналіз результатів досліджень, які показують, що застосування дельта систем, замість традиційних, дозволяє продовжити експлуатацію сонячних систем теплопостачання в середньому на 1,5 год. в добу [2]. Проте важливе значення для такої системи будуть мати азимутальні кути встановлення сонячних колекторів [3, 4].

**Формулювання цілей та завдання статті.** Аналіз попередніх досліджень показав зниження ефективності системи сонячних колекторів у післяобідній час, що пов'язано із значною температурою бака-акумулятора. Для підвищення ефективності запропоновано розділити бак-акумулятор на секції та дослідити, як буде впливати така конструкція бака-акумулятора на ефективність всієї системи.

**Основна частина.** Для більш ефективного проведення експериментів і зниження затрат на його організацію проведено планування експерименту відповідно до існуючих методик. Рівні факторів та інтервали їх варіювання подано в табл. 1.

Таблиця 1

Рівні факторів та інтервали варіювання

Назва фактора	Код. познач.	Рівні факторів			Интерв. варіюв.
		-1	0	+1	
Азимутальний кут повороту сонячного колектора, $\gamma, ^\circ$	$x_1$	0	15	30	15
Кут нахилу сонячного колектора, $\beta ^\circ$	$x_2$	$\varphi-15$	$\varphi$	$\varphi+15$	15

Ефективність системи – величина відносна, тому для її визначення застосовується коефіцієнт ефективності, що рівний відношенню корисної енергії, яка отримана із системи сонячних колекторів  $Q_{СБА}$  із секційним баком-акумулятором до енергії, яка отримана із південно-орієнтованих колекторів  $Q_{п.о.}$  без секційного бака:

$$K_{СБА} = \frac{Q_{СБА}}{Q_{п.о.}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де  $Q_{СБА}$ ,  $Q_{п.о.}$  – кількості тепла, отримані баком-акумулятором впродовж одного досліду, Дж.

За параметр оптимізації обрано коефіцієнт ефективності  $K_{СБА}$ , а факторами – азимутальний кут повороту сонячного колектора  $\gamma$  та кут його нахилу до горизонту  $\beta$ . Значення цих факторів встановлювались відповідно до проведених раніше досліджень.

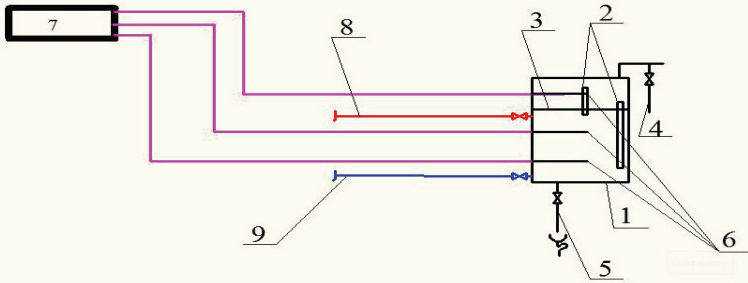


Рис. 1. Схема секційного бака-акумулятора:

- 1 – секційний бак-акумулятор; 2 – патрубок для циркуляції теплоносія;
- 3 – секційна перегородка; 4 – трубопровід подачі теплоносія;
- 5 – трубопровід заливу (зливу) теплоносія; 6 – термоперетворювач опору;
- 7 – вимірник типу РТ- 0102; 8 – трубопровід нагрітого теплоносія від сонячних колекторів;
- 9 – трубопровід охолодженого теплоносія із секційного бака акумулятора.

Була складена матриця планування ПФЕ  $3^2$  з врахуванням ефекту взаємодії факторів (табл. 2). Один дослід проводився впродовж одного дня. Вранці сонячні колектори встановлювались із заданими кутами, відповідно до матриці планування експерименту і фіксувалась витрата теплоносія та його температури в трьох точках по висоті бака-акумулятора умовно розділеного на рівні об'єми. В кінці дня за температурою теплоносія в бакові-акумуляторіві підраховувалась кількість отриманої теплової енергії .

Таблиця 2

Матриця планування ПФЕ  $3^2$

№ дослідів	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_1x_2$	$K_{СБА}, \%$
1	+	-	-	+	100
2	+	0	-	0	111
3	+	+	-	-	96
4	+	-	0	0	97
5	+	0	0	0	105
6	+	+	0	0	93
7	+	-	+	-	95
8	+	0	+	0	102
9	+	+	+	+	91

Результати експериментальних досліджень у графічні формі подано на рис. 2.

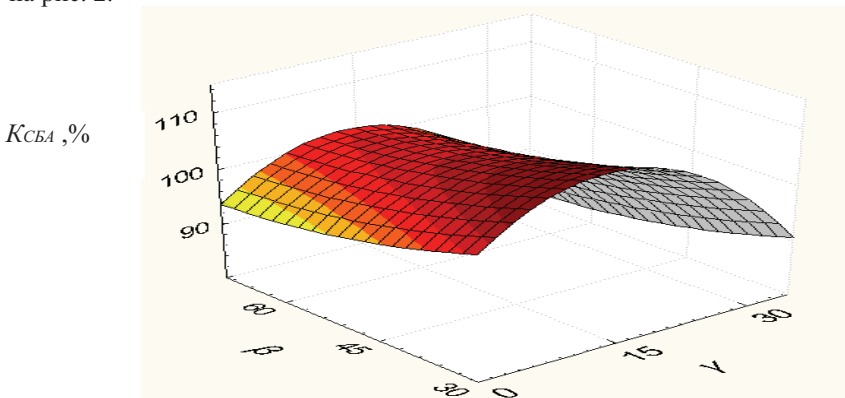


Рис. 2. Залежність коефіцієнта ефективності  $K_{СБА}$  від кута повороту сонячних колекторів  $\gamma$  та від кута його нахилу  $\beta$

Отримане рівняння регресії має наступний вигляд:

$$K_{СБА} = 98,61 - 1,22 x_1 - 22,4 x_2 - 0,022 x_1 x_2. \quad (2)$$

Як випливає з даного рівняння, збільшення обох факторів приводить до зменшення коефіцієнта ефективності.

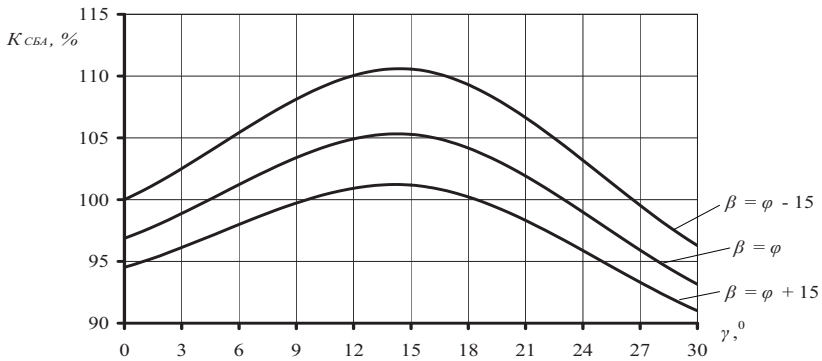


Рис. 3. Номограма залежності коефіцієнта ефективності системи сонячного теплопостачання із секційним баком-акумулятором для термоаккумуляції  $K_{CBA}$  від азимутального кута повороту сонячних колекторів  $\gamma$  та кута їх нахилу  $\beta$

Номограма залежності  $K_{CBA}=f(\gamma,\beta)$  апроксимована наступною функціональною залежністю (3):

$$K_{CBA} = 118,37 + 1,19\gamma - 0,65\beta - 0,044\gamma^2 + 0,0002\beta\gamma + 0,0042\beta^2. \quad (3)$$

**Висновки.** У результаті проведених експериментальних досліджень отримано номограму та функціональну залежність коефіцієнта ефективності системи сонячного теплопостачання із секційним баком акумулятором для термоаккумуляції від азимутального кута повороту сонячних колекторів та кута їх нахилу. Поєднання потрійно-орієнтованих сонячних колекторів із секційним баком-акумулятором показує ефективність застосування таких схемних рішень сонячного теплопостачання та можливість збільшення кількості отриманого тепла до 11%.

**Перспективи подальших досліджень.** Проведені дослідження потрійно-орієнтованої системи сонячних колекторів та такої системи із секційним баком-акумулятором для термоаккумуляції, встановили ефективність даного рішення. Проте такі системи є дорогими і не завжди знаходять місце в системах теплопостачання, тому важливим є вдосконалення комбінованих регіонаривників, як продовження даних досліджень.

## Література

1. Солнечная энергетика / [под. ред. Ю. Н. Малевского, М. М. Колтуна]. – М. : Мир, 1979. – 390 с.
2. Новаківський С. В. Підвищення ефективності використання сонячної енергії в комбінованих системах промислового теплопостачання : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.14.06 "Технічна

теплофізика та промислова теплоенергетика" / Є. В. Новаківський. – Одеса, 2004. – 22 с.

3. Козлов Я. М. Оптимізація розташування сонячних колекторів в геліосистемах / Я. М. Козлов, М. П. Сухий, К. М. Сухий // Восточно-Европейский журнал передових технологій. – 2010. – № 2/10 (44). – С. 58-64.

4. Шаповал С. П. Ефективність "дельта-системи" плоских сонячних колекторів за різних кутів їх встановлення / С. П. Шаповал // Вісник Національного університету "Львівська політехніка" ["Теорія і практика будівництва"]. – Л. : В-во НУ "ЛП", 2010. – № 664. – С. 331-335.

## **СИСТЕМА ТРИЖДЫ-ОРИЕНТИРОВАННЫХ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ С СЕКЦИОННЫМ БАКОМ-АККУМУЛЯТОРОМ**

*С. П. Шаповал*

Снижение эффективности системы солнечных коллекторов в послеобеденное время связано со значительной температурой теплоносителя в баке-аккумуляторе. Для повышения эффективности предложено разделить бак-аккумулятор на секции и исследовать, как будет влиять такая конструкция бака-аккумулятора на эффективность всей системы. Получена номограмма и функциональная зависимость коэффициента эффективности данной системы солнечного теплоснабжения в зависимости от азимутного угла поворота солнечных коллекторов и угла их наклона.

## **THE SYSTEM OF THE TRIPLY-ORIENTED SOLAR COLLECTORS WITH A SECTIONAL STORAGE BATTERY**

*Stepan P. Shapoval*

The decline of efficiency of the system of solar collectors in postprandial time is related to the considerable temperature of теплоносія in to the tank-accumulator. For the increase of efficiency it is suggested to divide a tank-accumulator on a section and probe, as such construction of tank-accumulator will influence on efficiency of all of the system. Nomogramu and functional dependence of coefficient of efficiency of this system of sun heat supply is got depending on the azimuth corner of turn of sun collectors and angle of their slope.

## НІМЕЦЬКІЙ ДОСВІД СТАЛОГО БУДІВНИЦТВА ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

*Київський національний університет будівництва і архітектури*

*У статті викладено найбільш важливі аспекти досвіду ФРГ в реалізації програм «Зеленого будівництва», а саме: 1) розробка та впровадження системи сертифікації зеленого будівництва – DGHB; 2) енергозберігаюча санація існуючих будівель; 3) інформація про міжнародний конкурс Solar Decathlon Europe.*

**Вступ.** Протягом двох років працює проект “Зелене будівництво – КНУБА” (Green Building). З метою його реалізації, за наказом ректора КНУБА, було створено міжнародну робочу групу, до складу якої увійшли провідні експерти України, Німеччини, представник Міністерства регіонального розвитку України.

“Зелене будівництво” ведеться по трьох напрямках. Перше – зниження затрат на експлуатацію будівлі за рахунок економії енергії та води. Друге – поліпшення мікроклімату в будівлі за рахунок використання будівельних матеріалів з дуже низьким рівнем шкідливих для людини виділень, з метою не заподіяння шкоди здоров’ю людей. Третє – зменшення негативного впливу будівлі на навколишнє середовище у процесі його експлуатації.

Стратегічним партнером у реалізації і розвитку даного проекту на національному рівні є Федеративна Республіка Німеччини.

Університет успішно співпрацює з Німецьким товариством міжнародного співробітництва (GIZ GmbH). У 2011 – 2012 р. було проведено п’ять семінарів з залученням провідних фахівців з ФНР. Учасники отримали сучасну інформацію про стан вирішення проблем у будівельній галузі ФНР. Найважливішими, з нашої точки зору є: 1) впровадження системи сертифікації зеленого будівництва, 2) розробка та реалізація програми санації існуючих будівель, 3) стимулювання участі викладачів та студентів будівельних факультетів університетів у міжнародних коонкурсах по впровадженню енергозберігаючих та екологічних технологій.

**1. Система сертифікації зеленого будівництва DGHB.** Всі рейтингові системи зеленого будівництва мають спільний підхід з багатьма критеріями, який включає в себе такі теми як:

- Енергетика та водокористування
- Внутрішнє середовище
- Забруднення
- Транспорт
- Матеріали
- Відходи
- Та інші

Найбільш відомими міжнародними системами сертифікації зеленого будівництва є британська BREEAM, американська LEED і німецька

DGNB. Система DGNB забезпечує більш чіткі принципи та структури, які однакові для оцінки всіх типів будівель. Ця система працює з близько з 60 основними критеріями, які зважуються відповідно до їх важливості для певного типу будівлі. Важливою перевагою системи сертифікації DGNB є що приймається до уваги весь життєвий цикл будівлі. Фахівці будівельної галузі вважають систему сертифікації DGNB найбільш привабливою для України. У КНУБА, спільно з німецькими партнерами, розробляються програми підготовки експертів, які можуть прийняти участь у процесі сертифікації.

**2. Енергозберігаюча санація існуючих будівель.** Концепція енергозберігаючій модернізації існуючих будівель передбачає:

- Теплоізоляцію вікон
- Утеплення зовнішніх стін
- Утеплення даху
- Заміну однотрубною системи опалення на двохтрубну

Це дає можливість визначити витрати на опалення та гарячу воду згідно з споживанням. Потреба у теплі значно зменшується. За рахунок збереження енергії можливо більш у два рази скоротити комунальні витрати для мешканців і також викиди CO<sub>2</sub>.

Яскравим прикладом енергозберігаючої санації у ФНР є мікрорайон великопанельної забудови у районі Райнікендорф міста Берлін в якому знаходяться будівлі на 15000 квартир для 50000 мешканців. У 3000 квартирах з 2009 р. була проведена енергозберігаюча санація.

Комплексна модернізація це означає, що опалювальне устаткування, інженерні комунікації і електрика приводяться згідно існуючим стандартам, кухні і ванни модернізуються, дома отримують нові вікна.

Санація мікрорайону повинна завершитися через 10 років.

**3. Міжнародний конкурс Solar Decathlon.** Команди із будівельних коледжів і факультетів університетів з усього світу беруть участь у конкурсі **Solar Decathlon**. Завданням команд – учасниць є проектування та будівництво будинків, які споживають якомога менше природних ресурсів і продукують мінімальну кількість відходів протягом всього їх життєвого циклу. Особливий акцент робиться на зниженні енергоспоживання.

Під час конкурсу команди змагаються в десятих дисциплінах (саме тому називається Decathlon – «десятиборство»), які вирішують, яка з команд буде переможцем :

1. Архітектура
2. Ринкова привабливість
3. Інженерні технології
4. Комунікації
5. Доступність
6. Комфортність
7. Енергетичний баланс
8. Гаряча вода

9. Техніка

10. Званий вечір у будинку

Ідея конкурсу народилась в Сполучених Штатах. Перші змагання за межами США- Solar Decathlon Europe, відбулися в Мадриді в червні 2010 року. Перемогла команда з університету міста Розенгайма (Німеччина).

Ініціативна група з КНУБА вирішила започаткувати аналогічний конкурс в Україні та навала його Solar Decathlon Україна. Так як проведення подібного заходу буде вперше в Україні, було прийнято рішення провести це змагання спочатку на базі університету. Якщо воно виявиться успішним, то поширити

Його на національний рівень із залученням до участі інших українських вузів.

**Висновки.** Досвід Німеччини має розповсюджуватися у будівельних організаціях та навчальних закладів України. Реалізація проекту “Зелене будівництво – КНУБА” сприяє цьому. Більш детальнішу інформацію можливо отримати за адресою – [www.eepp.org.ua](http://www.eepp.org.ua)

## **НЕМЕЦКИЙ ОПЫТ УСТОЙЧИВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ**

*Ю. В. Четвериков*

В статье изложены наиболее важные аспекты опыта ФРГ в реализации программ «Зелёного строительства», а именно: 1) Разработка и внедрение системы сертификации зелёного строительства – DGNB; 2) Энергосберегающая санация существующих зданий; 3) Информация о международном конкурсе Solar Decathlon Europe.

## **GERMAN EXPERIENCE OF SUSTAINABLE BUILDING AND ENERGY SAVING**

*Yurij V. Chetverikov*

In this article presented some important aspects of German experience in the field of “Green Building : 1) DGNB Certification System; 2) Energy saving sanation of existing buildings; 3) Information about international students Competition Solar Decathlon Europe.

(1 інтервал)

**НАЗВА СТАТТІ** (Times New Roman, 14 пт, напівжирний, по центру)

(1 інтервал)

*Місце роботи автора, країна* (Times New Roman, 14 пт, курсив, по центру)

(1 інтервал)

**Анотація мовою статті** (Times New Roman, 14 пт, напівжирний курсив, з абзацу, по ширині)

(Інтервал відсутній. Починається текст статті, який відповідає вимогам МОНмолодьспорту України до наукових публікацій, тобто повинен мати відповідну структуру. Шрифт Times New Roman, 14 пт.)

**Постановка проблеми.** Текст ...**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Текст ...**Формулювання цілей та завдання статті (або Постановка задачі).** Текст**Основна частина.** Текст статті ... (Times New Roman, 14 пт.)

(1 інтервал)

Рисунки мають бути чіткими, підготовленими для безпосереднього відтворення з урахуванням масштабування.

**Рис.1.** Назва рисунку

(Вставляється як напис під рисунком. Times New Roman, 12 пт, центровано відносно рисунку)

(1 інтервал)

Текст статті ... (Times New Roman, 14 пт.)

$$z = f(x, y)$$
 (центровано.)

(Times New Roman, 14 пт) (1)

Текст статті ... (Times New Roman, 14 пт.)

(1 інтервал)

(Times New Roman, 14 пт, курсив, по правому краю) *Таблиця 1***Назва таблиці** (Times New Roman, 14 пт, по центру)

--	--	--

(1 інтервал)

Текст статті ... (Times New Roman, 14 пт.)

**Висновки.** Текст ... (Times New Roman, 14 пт.)

(1 інтервал)

**Література** (Times New Roman, 14 пт, напівжирний, по центру)

(1 інтервал)

1. *Обухова В.С.* Конструктивно-прикладная теория нелинейных осевых отображений и ассоциированных с ними алгебраических поверхностей: Дис...доктора техн. наук: 05.01.01. – К. 1991.- 414 с.

2. ... (Times New Roman, 14 пт, з абзацу, П.І.П. авторів виділити курсивом)

(2 інтервали)

Додатково подається анотація на інших двох мовах відмінними від мови, якою написана стаття: російською, англійською.

**НАЗВАНІЕ СТАТЬИ** (Times New Roman, 14 пт, напівжирний, по центру)*І. О. Фамилия* (Times New Roman, 14 пт, напівжирний, курсив, по центру)

(1 інтервал)

Текст анотації ... (Times New Roman 14, з абзацу)

(1 інтервал)

**TITLE OF THE ARTICLE** (Times New Roman, 14 пт, напівжирний, по центру)*Name S. Lastname* (Times New Roman, 14 пт, напівжирний, курсив, по центру)

(1 інтервал)

The text of the summary... (Times New Roman 14, з абзацу)

**ЗВЕРНІТЬ УВАГУ!** Поля: ліве, праве, нижнє та верхнє - 20 мм, відступи абзаців - 12,5 мм., відстань між рядками – одинарний інтервал. Обсяг статті не повинен перевищувати 5 повних сторінок

## ЗМІСТ

---

<b>Підгорний О. Л.</b> ГЕОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ВІДБИТОЇ ІНСОЛЯЦІЇ В АРХІТЕКТУРІ	3
<b>Корбут В. П.</b> ВИМОГИ ДО ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ЯКОСТІ ПОВІТРЯ ПРИ ФОРМУВАННІ ВНУТРІШНЬОГО МІКРОКЛІМАТУ СПОРУД	9
<b>Прокопов В. Г., Фиалко Н. М., Черных Л. Ф., Ключ Л. Г., Сухоросов И. М., Савенко В. И., Фаренюк Г. Г.</b> ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ – ОТ НАУЧНЫХ РАЗРАБОТОК ДО ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ	15
<b>Бабаев В. Н., Говоров Ф. П., Рапина Т. В., Рапина К. А.</b> ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ ИХ ТЕРМОМОДЕРНИЗАЦИИ	23
<b>Сергейчук О. В.</b> ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ	27
<b>Landolfi Maurizio</b> EFFICIENCY ENERGY AND RENEWABLE ENERGY IN PRODUCTION OF HOT WATER FOR A WINE PRODUCER IN ROME – ITALY	35
<b>Куценко Л. М., Савченко О. О.</b> МОДЕЛЮВАННЯ ДІЇ МОРСЬКИХ ХВИЛЬ НА ГЛИБИНІ З МЕТОЮ ВИКОРИСТАННЯ ЇХ ЕНЕРГІЇ	40
<b>Росковшенко Ю. К., Штиленко В. П.</b> ІНДИВІДУАЛЬНЕ АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТА ОБЛІК ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ	50
<b>Гарбарук Ю. В., Кундрат Т. М., Пугачов Є. В.</b> ВПЛИВ КОЕФІЦІЄНТА СВІТЛОВІДБИВАННЯ НА КОЕФІЦІЄНТ КОРИСНОЇ ДІЇ СВІТЛОВИХ ШАХТ КВАДРАТНОГО ПЕРЕРІЗУ	57
<b>Бродський М. О., Шулдан Л. О.</b> ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ АРХІТЕКТУРНИХ РІШЕНЬ ТА МІКРОКЛІМАТ БУДІВЕЛЬ	62
<b>Дворецкий А. Т., Дворецкий Д. А.</b> СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ ОРАНЖЕРЕИ В ТЕПЛОМ БАЛАНСЕ МАЛОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ	67
<b>Гламаздин П. М., Гламаздин Д. П.</b> ДОСВІД МОДЕРНІЗАЦІЇ ВОДОГРІЙНИХ КОТЛІВ ВЕЛИКОЇ ПОТУЖНОСТІ	73

<b>Довгалюк В. Б., Рудзинський В. О.</b>	78
ОЦІНКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОВІТРООБМІНУ ТА ПОВІТРOROЗПОДІЛЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ ЗІ СКЛАДНОЮ ГЕОМЕТРІЄЮ	
<b>Мартинов В. Л.</b>	86
ОПТИМІЗАЦІЯ БАГАТОГРАННОЇ ФОРМИ ТА ПАРАМЕТРІВ УТЕПЛЮВАЧА ПРИБУДОВАНОЇ ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНОЇ БУДІВЛІ	
<b>Фаренюк Г. Г., Семко О. В., Борисенко О. Б.</b>	91
ОСОБЛИВОСТІ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ З НАВІСНИМИ ЗАЛІЗОБЕТОННИМИ ПАНЕЛЯМИ	
<b>Приймак А. В., Гламаздин П. М.</b>	97
СИСТЕМИ ТЕПЛОСНАБЖЕННЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ С ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫМИ ОРГАНИЧЕСКИМИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯМИ	
<b>Сухонос М. К.</b>	99
РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА ФОРМИРОВАНИЯ ПРИОРИТЕТА ДЛЯ ОТБОРА ЭНЕРГОИНФРАСТРУКТУРНЫХ ПРОЕКТОВ	
<b>Шамбина С. Л.</b>	103
О НЕКОТОРЫХ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ НАРУЖНОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ЗДАНИЙ	
<b>Данько К. С.</b>	109
АНАЛІЗ ПЕРЕДУМОВ ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ЖИТЛА У М. ПОЛТАВІ	
<b>Беляев Н. Н., Нагорная Е. К., Хорсев П. В., Тищенко С. С.</b>	114
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА МАССОПЕРЕНОСА С УЧЕТОМ ЭНЕРГОЭФЕКТИВНОСТИ В ВЕРТИКАЛЬНОМ ОТСТОЙНИКЕ	
<b>Диб Мохамад</b>	121
ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПАССИВНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ ВО II АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОМ КЛИМАТИЧЕСКОМ РАЙОНЕ УКРАИНЫ	
<b>Казаков Г. В.</b>	128
ВИКОРИСТАННЯ В АРХІТЕКТУРІ ОПТИЧНИХ СИСТЕМ ПЕРЕРОЗПОДІЛУ ПРЯМОГО СОНЯЧНОГО СВІТЛА	
<b>Несенчук А. П., Качар И. Л.</b>	132
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОТДАЧИ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ, РАБОТАЮЩЕЙ НА ОСНОВЕ ВИХРЕВОГО ТЕПЛОГЕНЕРАТОРА	
<b>Скочко В. І.</b>	137
ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ СУШІННЯ ТА ПРОГРІВУ БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ НА ОСНОВІ ЇХ ГЕОМЕТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ	

<b>Шитюк В. П.</b>	141
ВІДНОВЛЕННЯ ГРАФІКА РІЧНОГО ХОДУ ТЕМПЕРАТУРИ ЗА ВІДОМИМИ СЕРЕДНЬОМІСЯЧНИМИ ДАНИМИ	
<b>Шаповал С. П., Касинець М. Є.</b>	145
ЕФЕКТИВНІСТЬ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНИХ СИСТЕМ СОНЯЧНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ	
<b>Шаповал С. П.</b>	150
СИСТЕМА ПОТРІЙНО-ОРІЄНТОВАНИХ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ ІЗ СЕКЦІЙНИМ БАКОМ-АКУМУЛЯТОРОМ	
<b>Четверіков Ю. В.</b>	155
НІМЕЦЬКИЙ ДОСВІД СТАЛОГО БУДІВНИЦТВА ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	
<hr/>	
ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ	158
<hr/>	
ЗМІСТ	159