

Отримані числові дані для 74 презентованих у дослідженні об'єктів "гідропоруда – водосховище – річковий потік" систематизовано у вигляді графічного будівництва параметрів гідропоруд на координатній площині $K-0-lg(V_{вд}^0)$, аналогічно до [1]. Розподіли параметрів статичного, динамічного навантаження та комплексного параметру за безрозмірним об'ємом подано на рисунку. Характер розподілів переважно збігається з такими ж для гідропоруд в Україні, що дає підставу стверджувати можливість застосування критерію довготривалої експлуатації гідропоруд, запропонованого в [1].

Висновки. Камеральний аналіз та натурні спостереження гідропоруд на деяких річках Словаччини та Польщі дав змогу виявити окремі характеристики стабільно функціонуючих гідропоруд. Підтверджено попередньо запроваджений критерій довготривалої експлуатації системи "гідропоруда – водосховище – річковий потік", який накладає обмеження на геометричні та витратні характеристики елементів цієї системи. Передбачається надалі будівництва емпіричних формул для такого критерію з використанням їх для проектування нових гідропоруд.

Література

1. Мачуга О.С. Порівняльний аналіз стану та параметрів навантаженості гідропоруд гірських річок / О.С. Мачуга // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.5. – С. 71-80.
2. Мачуга О.С. Натурні вимірювання та порівняльний аналіз параметрів гідропоруд на малих в Україні / О.С. Мачуга // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2014. – Вип. 24.5. – С. 71-80.
3. Мачуга О.С. Методика дослідження геометричних характеристик гідротехнічних споруд та водосховищ / О.С. Мачуга // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2010. – Вип. 20.11. – С. 67-70.
4. Slovensky priehradný výbor. [Electronic resource]. – Mode of access http://www.skcold.sk/priehrady/nova_databaza_priehrad/.
5. Zespół Elektrowni Wodnych Jelenia Góra. [Electronic resource]. – Mode of access <http://www.tauron-ekoenergia.pl/elektrownie/energia-wodna/zew-jelenia-gora/Strony/elektrownie.aspx>.
6. Zespół Elektrowni Wodnych Kraków. [Electronic resource]. – Mode of access <http://www.tauron-ekoenergia.pl/elektrownie/energia-wodna/zew-krakow/Strony/elektrownie.aspx>.
7. Sedlák V. Deformation measurements on bulk dam of waterwork in east Slovakia/Vladimir Sedlák, Miloš Ječný // Sborník vedeckých prací Vysoké školy báňské. – Technické Univerzity Ostrava. Řada hornicko-geologické. – Vol. L (2004), № 2. – Pp. 1-10.
8. Universitas technica in Zvolen. – Zvolen, 2012. – 216 p.
9. Sústava vodných diel Dobšiná. [Electronic resource]. – Mode of access http://www.skcold.sk/priehrady/najvyznamnejsie_priehrady_na_slovensku/vd_dobsina/.
10. Землинская шиправа. [Электронный ресурс]. – Доступный с http://ru.wikipedia.org/wiki/Землинская_шиправа.
11. VD Ružin. [Electronic resource]. – Mode of access http://www.skcold.sk/priehrady/najvyznamnejsie_priehrady_na_slovensku/.
12. Sprievodná správa. Koncep/resources. [Electronic resource]. – Mode of access <http://publishing.yudu.com/Library/Apgt4>. – С. 117.

Мачуга О.С. Натурные измерения и сравнительный анализ параметров гидросооружений на малых реках в Словакии и Польше

Традиции строительства гидросооружений в странах Центральной Европы, в частности в Словакии и Польше, значительно глубже, по сравнению с Украиной. Каскадное устройство плотин на горных реках обеспечивает системную защиту от паводков и наводнений, обеспечивает промышленное производство электроэнергии. Для выявления особенностей строения успешно эксплуатируемых гидросооружений выполнены натур-

ные измерения и камеральные исследования размеров более 70 плотин, определены параметры загруженности гидросооружений. Проверена справедливость ранее предложенного критерия длительной эксплуатации гидросооружения. Полученные данные систематизированы в таблицах, графических материалах, представлены на фотографиях.

Ключевые слова: гидросооружения, геометрические параметры плотин, критерий длительной эксплуатации.

Machuga O.S. Some Natural measurement and comparative analysis of the hydraulic structures parameters on the small rivers in Slovakia and Poland

Construction traditions of hydraulic structures in central European countries, particularly in Slovakia and Poland are estimated to be much deeper compared to Ukraine. Cascading arrangement of dams on the mountain rivers provides system flood protection and enables industrial power generation. To identify structural features of successfully operated hydraulic construction in situ measurements and desk research of sizes more than 70 dams are performed, and the hydraulic loading parameters are calculated. The fairness of the previously proposed hydraulic structures long-term operation criterion is verified. The data obtained is typed in tables, graphics and introduced on photos.

Key words: hydraulic structures, geometric parameters of dams, the criterion of long-term operation.

УДК 620.97:697.329

Асист. С.П. Шаповал, канд. техн. наук –
НУ "Львівська політехніка"

ЭФЕКТИВНОСТЬ ГЕЛИОПОКРЫВЛІ В МЕХАНИЧНОЙ СИСТЕМЕ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЗА ВПЛИВУ НА НЕЇ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ

Описано результати дослідження впливу повітряного потоку на роботу геліопокрівлі без прозорого покриття у механічній системі сонячного теплопостачання та наведено результати. Проаналізовано ефективність використання геліопокрівлі. Геліопокрівля забезпечує підвищення ефективності геліосистеми завдяки збільшенню площі поглинання сонячної енергії. Встановлено залежності між різними швидкостями, напрямками повітряного потоку та ефективністю геліопокрівлі. Показано на скільки зменшується ефективність геліопокрівлі внаслідок дії на неї вітру за зміни його напрямку та швидкості.

Ключові слова: геліопокрівля, повітряний потік, геліосистема.

Вступ. Сьогодні людство активно впроваджує нові екологічно чисті джерела енергії. Інтенсивне використання традиційних джерел енергії призвело до появи екологічних проблем, найбільш актуальними з яких є: збільшення викидів в атмосферу вуглекислого газу і зменшення товщини озонового шару. За останні 100 років концентрація вуглекислого газу в атмосфері Землі збільшилась на 13 %. Потенціал альтернативних джерел енергії є високим: використання 1/100 % енергії Сонця дає змогу припинити використання нафти, газу та інших традиційних джерел.

Вирішення цієї проблеми потребує істотних змін у світовому енергетичному балансі. Альтернативою у цій сфері є використання нетрадиційних поновлюваних джерел енергії: енергія сонця, вітру, надр землі, тепла промислових та каналізаційних відходів, води та ін. Вони є повністю безкоштовними для людства і даються нам практично в необмеженій кількості.

Постановка проблеми. Серед нетрадиційних джерел енергії провідне місце посідає сонячна енергетика. Кількість сонячної енергії, яка надходить на

Землю, становить у середньому 1020 кВт/год, що приблизно в 10 раз більше енергії всіх викопних палив. Існує багато різноманітних конструкцій сонячних колекторів для забезпечення побутових і технологічних потреб [5]. На їх ефективність впливає багато факторів: хмарність, швидкість і напрямок вітру, географічна широта тощо [1, 4]. Тому сьогодні важливим є вивчення всіх факторів, які впливають на роботу сонячних колекторів, та пошук оптимальних режимів їх роботи.

Метою роботи є вивчення впливу напрямку та швидкості повітряного потоку на роботу сонячного колектора.

Виклад основного матеріалу. Експериментальна установка складалася із геліопокрівлі, ємностей з водою, джерела випромінювання та вимірювальних приладів. Схему експериментальної установки зображено на рис. 1.

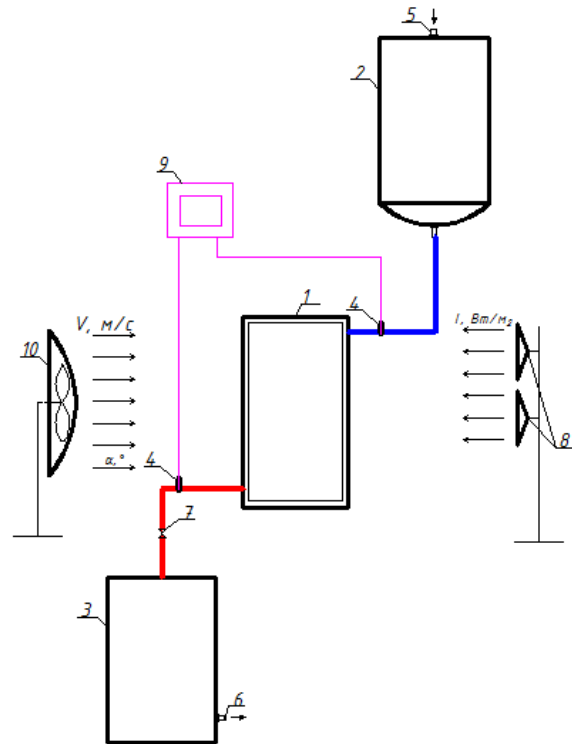


Рис. 1. Принципова схема експериментальної установки: 1) геліопокрівля; 2) ємність з холодною водою; 3) ємність з гарячою водою; 4) термометри опору; 5) патрубок подачі холодної води; 6) патрубок відбору теплоносія; 7) запірний вентиль; 8) джерело випромінювання; 9) дисплей; 10) вентилятор

Експериментальна установка працює так: холодна вода через патрубок подачі холодної води 5 поступає у ємність з холодною водою 2. Після відкриття запірного вентиля 7 з певною витратою вода проходить через геліопокрівлю 1, в якій нагрівається, та поступає у ємність з гарячою водою 3. Відбір нагрітого теплоносія здійснюється через патрубок 6. Заміри температури води в нижньо-

му та верхньому баках-акумуляторах здійснювались ртутними термометрами 4. Швидкість та напрямок повітряного потоку змінювались вентилятором 10.

Здійснювався контроль за тим, щоб на проведення експерименту не впливали інші фактори (сонячна енергія через вікно, гладкі поверхні, затінення сонячного колектора тощо). Інтенсивність потоку енергії, що випромінювало джерело, вимірювалась актинометром. Температура теплоносія вимірювалась у трьох точках системи (на виході з геліопокрівлі, на вході в геліопокрівлю) термометрами опору. Температура зовнішнього повітря та його швидкість вимірювалась термоелектроанемометром TESTO 405 – V1.

Витрата води становила 12 л/год, що відповідає значенню 1 л/(хв·м²). Після завершення дослідів виключались теплові випромінювачі, зупинялась циркуляція теплоносія, зливався теплоносій і система заповнювалась новою порцією охолодженого теплоносія. Рівні факторів та інтервали варіювання подано у таблиці.

Табл. Рівні факторів та інтервали варіювання

| Назва фактора | Кодоване позначення | Рівні факторів | | | Інтервал варіювання |
|--|---------------------|----------------|-----|-----|---------------------|
| | | -1 | 0 | +1 | |
| Швидкість повітряного потоку V , м/с | x_1 | 2 | 4 | 6 | 2 |
| Напрямок повітряного потоку α , ° | x_2 | 0 | 45 | 90 | 45 |
| Інтенсивність теплового потоку I_e , Вт/м² | x_3 | 300 | 900 | 600 | 300 |

Параметром оптимізації вибрано коефіцієнт ефективності геліопокрівлі без прозорого покриття K_{ef} . Його визначають за формулою

$$K_{ef} = \frac{y_i}{y_{cm}}, \quad (1)$$

де: y_{cm} – теплова енергія, отримана геліосистемою за кутів падіння променів – $\alpha = 90^\circ$ і $\beta = 90^\circ$; y_i – отримана теплова енергія геліосистемою за інших кутів падіння променів. Теплова енергія, що акумулювалась в бак-акумуляторі, визначалась за формулою:

$$Q_{бак} = m \cdot c \cdot (t_k - t_n), \quad (2)$$

де: m – маса теплоносія в бак-акумуляторі, кг; c – питома теплоємність теплоносія, Дж/(кг·К); t_k, t_n – відповідно кінцева та початкова температури води в бак-акумуляторі, К. Результати експериментальних досліджень подано у графічній формі (рис. 2, 3).

За результатами було отримано емпіричну залежність:

$$K_{ef} = (0,7915 + 0,0003x_3) + (-0,1214 + 0,0001x_3) \cdot x_1 + (0,0004 - 1,333 \cdot 10^{-6}x_3) \cdot x_2 + (0,0128 - 1,7333 \cdot 10^{-5}x_3) \cdot x_1^2 + (-0,0005 + 6,6667 \cdot 10^{-7}x_3) \cdot x_1 \cdot x_2 + (-1,0972 \cdot 10^{-6} - 1,3718 \cdot 10^{-8}x_3) \cdot x_2^2$$

З графіків (рис. 2, 3) спостерігається різке збільшення температури води після 15 хв. Після цього за інтенсивності теплового потоку 300 Вт/м² нагрівання теплоносія зупиняється. За інтенсивності теплового потоку 900 Вт/м² теплоносій нагрівається до вищої температури.

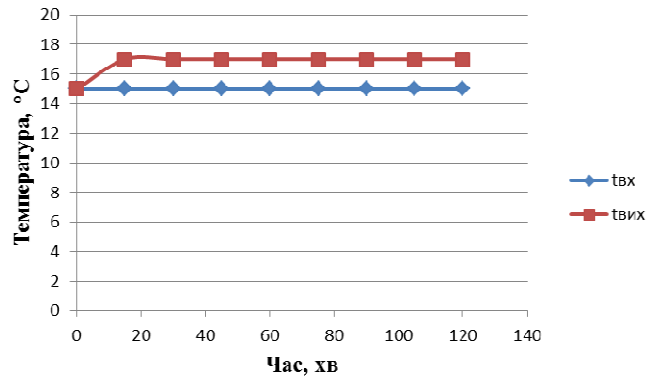


Рис. 2. Результати експериментальних досліджень геліопокрівлі без прозорого покриття для $I_6 = 300 \text{ Вт/м}^2$: $t_{\text{вх}}$ – температура води на вході в геліопокрівлю, $^\circ\text{C}$; $t_{\text{вих}}$ – температура води на виході з геліопокрівлі, $^\circ\text{C}$

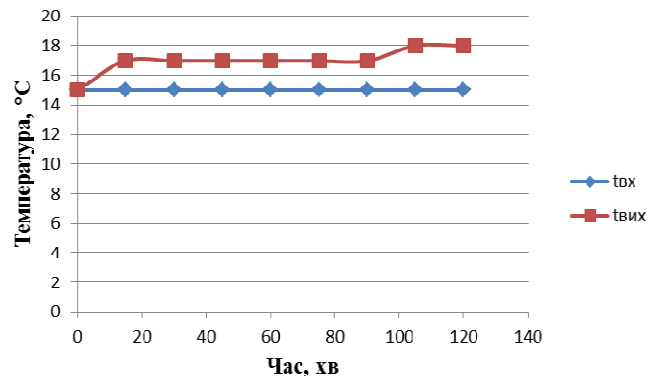


Рис. 3. Результати експериментальних досліджень геліопокрівлі без прозорого покриття для $I_6 = 900 \text{ Вт/м}^2$: $t_{\text{вх}}$ – температура води на вході в геліопокрівлю, $^\circ\text{C}$; $t_{\text{вих}}$ – температура води на виході з геліопокрівлі, $^\circ\text{C}$

Висновки. Проаналізувавши експериментальні дослідження, можна зробити висновок, що ефективність геліопокрівлі без прозорого покриття у механічній системі теплопостачання не є високою. Так, після 2 год. нагріву теплоносії у геліопокрівлі нагрівся до 17°C за інтенсивності теплового потоку 300 Вт/м^2 та до 18°C – за інтенсивності теплового потоку 900 Вт/м^2 . Ці дані свідчать про те, що важливим фактором для підвищення ефективності геліопокрівлі в механічних системах теплопостачання є застосування прозорого покриття для зменшення тепловтрат.

Література

1. Возняк О.Т. Основи наукових досліджень у будівництві : навч. посібн. / О.Т. Возняк, В.М. Желих. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка", 2003. – 176 с.
2. Андерсон Б. Солнечная энергия (Основы строительного проектирования) : пер. с англ. А.Р. Анисимова / Б. Андерсон. – М. : Изд-во "Стройиздат", 1982. – 375 с.
3. Использование низко потенциальных солнечных установок / Г.Я. Умаров, Р.Т. Раббимов, Р.Р. Аvezов, М.У. Установ. – Ташкент : Вид-во "Фан", 1976. – 97 с.

4. Шаповал С.П. Эффективность системы теплоснабжения на основе солнечного коллектора при зміні кута надходження теплового потоку / С.П. Шаповал, О.Т. Возняк, О.С. Дацько // Вісник Національного університету "Львівська політехніка" : зб. наук. праць. – Сер.: Теорія і практика будівництва. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2009. – № 655. – С. 299-302.

Шаповал С.П. Эффективность гелиокровли в механической системе теплоснабжения при воздействии на нее воздушного потока

Описаны результаты исследования влияния воздушного потока на работу гелиокровли без прозрачного покрытия в механической системе теплоснабжения и приведены результаты. Проанализирована эффективность использования гелиокровли. Гелиокровля обеспечивает повышение эффективности гелиосистемы за счет увеличения площади поглощения солнечной энергии. Установлены зависимости между различными скоростями, направлениями воздушного потока и эффективностью гелиокровли. Показано на сколько уменьшается эффективность гелиокровли при воздействии на нее ветра за изменения его направления и скорости.

Ключевые слова: гелиокровля, воздушный поток, гелиосистема.

Shapoval S.P. The Efficiency of the Helioroof in Mechanical Heating System under the Influence of Air Flow

The results of investigations of air flow to work of helioroof without a transparent cover in the mechanical heating supply are described. The efficiency of the helioroof is analysed. Helioroof is proved to enhance the efficiency of solar system by increasing the area of the absorption of solar energy. The dependences between different speeds, directions of air flow and efficiency of the helioroof are identified. It is shown by reduced efficiency of the helioroof exposed to wind direction and speed.

Key words: helioroof, air flow, solar heating supply, cover, solar system.