

## ПРАКТИЧНЕ РОБОТА №3 РОЗРАХУНОК ГЕЛІОСИСТЕМ ДЛЯ ОБІГРІВУ БАСЕЙНІВ І ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

**Мета роботи:** опанувати методику розрахунку геліосистем для обігріву басейнів різного типу.

### 3.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.

Теплоспоживання басейну залежить від його типу (критий або відкритий), способу укриття і положення. На теплоспоживання відкритих плавальних басейнів впливають коливання температури атмосферного повітря, зміни хмарності, теплоізоляція плавального басейну і необхідна температура води басейну. Для підтримки температури води відкритого басейну, залежно від типу вимагається енергія еквівалентна 0,5-0,6 кВт/м<sup>2</sup>.

Для критих басейнів теплоспоживання визначається вентиляцією, вологістю і температурою повітря і необхідною температурою води басейну. Для підтримки температури води закритого басейну вимагається енергія еквівалентна 0,1-0,3 кВт/м<sup>2</sup>.

*Існує декілька шляхів рішення задачі за розрахунком геліосистем для обігріву басейну:*

- сонячні колектори передають свою теплову енергію безпосередньо теплообміннику басейну. Теплопередача відбувається при сонячному часі доби. У разі недоліку тепла, що виробляється, сонячними колекторами підключається дублер-нагрівач (газовий, електричний або твердопаливний котел).

- встановлюється подвійний, в порівнянні з першим варіантом, масив сонячних колекторів. Тепло сонячного колектора надлишкове у світлий час доби запасється в бак акумулятор. Надалі за допомогою теплообмінника бак-акумулятор віддає своє тепло воді басейну.

Обидва варіанти мають право на життя. В кожному випадку потрібно розглядати ситуацію індивідуально.

### 3.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.

#### 3.2.1. Розрахунок сонячного колектора для обігріву басейну, об'єму витрат власника на обігрів басейну.

Необхідно розрахувати геліосистему для опалювання закритого (відкритого) басейну площею  $S$  м<sup>2</sup>, що знаходиться в  $N$ -ске за умови, що кількість енергії, що витрачається в годину на підтримку температури 1 м<sup>2</sup> поверхні, дорівнює  $E$  кВт·год/м<sup>2</sup>. Здатність поглинання енергії сонця сонячним колектором  $A$  та складає  $Y$  %, площа поглинання –  $S_{mp}$  м<sup>2</sup>. Розрахуйте витрати, які б поніс власник цього басейну на його обігрів, при використанні електроенергії.

Розрахунок сонячного колектора, необхідного для обігріву басейну, здійснюється за алгоритмом:

1. Кількість енергії, необхідна щогодини для підтримки заданої температури басейну розраховується за формулою:

$$U = ES, \quad (3.1)$$

де  $E$  – кількість енергії, що витрачається в годину на підтримку температури  $1 \text{ м}^2$  поверхні; кВт·год/ $\text{м}^2$ ;  $S$  – площа «дзеркала» води,  $\text{м}^2$ .

2. Розраховуємо кількість енергії, що необхідна для підтримки заданої температури басейну впродовж доби (світлого часу доби) за формулою:

$$U_c = 24U \text{ або } U_c = 8U \quad (3.2)$$

Якщо ми хочемо використовувати енергію сонячних колекторів тільки у світлий час доби, то ми повинні набрати масив колекторів, який забезпечить нас теплом сонячної радіації протягом світлового дня, тобто 8 годин.

3. Розраховуємо кількість енергії, здатну акумулюватися однією трубкою сонячного колектора за формулою:

$$G_{mp} = G_x Y S_{mp}, \quad (3.3)$$

де  $Y$  – кількість сонячної енергії, здатна поглинатися певною маркою колектора, %;

$S_{mp}$  – площа поглинання вакуумної трубки певного колектора,  $\text{м}^2$ ;

$G_x$  – середньомісячне значення сонячної радіації для вказаного міста (додаток 3).

4. Визначаємо необхідне число трубок за формулою:

$$N = \frac{U_c}{G_{mp}} \quad (3.4)$$

5. Розраховуємо витрати на електроенергію в рік для підтримки заданої температури в басейні, за умови, що при перевищенні ліміту 600 кВт·год в місяць діє тариф 1кВт·год = 1,638 грн.

Для варіантів значення вихідних величин наведено у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Вихідні данні для розрахунку сонячного колектора для обігріву басейну

Величини і одиниці їх виміри	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Місто проживання	Київ	Дніпро	Чернігів	Херсон	Пол- тава	Львів	Одеса	Луцьк	Ужго- род	Рівне
Тип басейну	відкр.	закр.	відкр.	закр.	відкр.	закр.	відкр.	закр.	відкр.	закр.
$S, \text{ м}^2$	13	12,6	14,2	15,1	15,3	13,4	12,8	13,8	14,3	15,3
$E, \text{ кВт*год/м}^2$	0,29	0,3	0,27	0,28	0,31	0,33	0,32	0,26	0,29	0,3
$Y, \%$	80	79,5	79,3	80,2	81	78,9	79,2	80,5	80,8	82
$S_{mp}, \text{ м}^2$	0,08	0,076	0,082	0,081	0,079	0,078	0,077	0,083	0,084	0,081

**Розв’язання.** Приймаємо наступні умови: Необхідно розрахувати геліосистему для опалювання відкритого басейну площею  $S=12 \text{ м}^2$ , що знаходиться в Запоріжжі за умови, що кількість енергії, що витрачається в годину на підтримку температури  $1 \text{ м}^2$  поверхні, дорівнює  $E=0,33 \text{ кВт*год/м}^2$ . Здатність поглинання енергії сонця сонячним колектором Атаба складає  $Y=81\%$ ,

площа поглинання –  $S_{mp}=0,082 \text{ м}^2$ .

Кількість енергії, необхідна для щогодинної підтримки заданої температури басейну розраховується за формулою:

$$U = ES = 0,33 \cdot 12 \approx 4 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Розраховуємо кількість енергії, що необхідна для підтримки заданої температури басейну світлого часу доби:

$$U_c = 8U = 8 \cdot 4 = 24 \text{ кВт}$$

Розраховуємо кількість енергії, здатну акумулюватися однією трубкою сонячного колектора:

Середньомісячне значення сонячної радіації для Запоріжжя згідно Додатка 3 складає  $G_x=3,44 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2/\text{день}$ .

$$G_{mp} = G_x Y S_{mp} = 3,44 \cdot 0,81 \cdot 0,082 \approx 0,23 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Визначаємо необхідну кількість трубок:

$$N = \frac{U_c}{G_{mp}} = \frac{24}{0,23} \approx 104$$

Розраховуємо витрати на електроенергію в рік для підтримки заданої температури в басейні, за умови, що при перевищенні ліміту  $600 \text{ кВт} \cdot \text{год}$  в місяць діє тариф  $1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 1,638 \text{ грн}$ .

$$Z = 365 \cdot U_c \cdot 1,638 = 365 \cdot 24 \cdot 1,638 = 14348,88 \text{ грн.}$$

### 3.2.2 Розрахунок об'єму бака акумулятора при обігріві житлового будинку

Для опалювання будинку впродовж доби буде потрібно  $Q$  ГДж теплоти. При використанні для цієї мети сонячної енергії теплова енергія може бути запасена у водяному акумуляторі. Допустимо, що температура гарячої води  $t_1$  °С. Яка має бути місткість бака-акумулятора  $V$  (м<sup>3</sup>), якщо теплова енергія може використовуватися в опалювальних цілях до тих пір, поки температура води не знизиться до  $t_2$  °С?

Необхідний об'єм бака-акумулятора  $V$  (м<sup>3</sup>) для води можна визначити за відомим рівнянням для ізобарного процесу, якщо знати: добову потребу в тепловій енергії для будинку  $Q$  (ГДж); температуру гарячої води, що утворюється в сонячних панелях  $t_1$  °С; найменшу температуру в баку  $t_2$  °С, при якій ще можлива дія опалювальної системи:

$$V = \frac{Q}{\rho C_p (t_1 - t_2)} \quad (3.5)$$

де  $\rho$  – щільність морської води. Приймаємо для Чорного моря  $1014 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;

$C_p$  – питома масова теплоємність води при  $p=\text{const}$  дорівнює  $4,218 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

Для варіантів значення вихідних величин наведено у табл. 3.2.

**Розв'язання.** Приймаємо наступні умови: Для опалювання будинку протягом доби буде потрібно  $Q=0,65$  ГДж теплоти. При використанні для цієї мети сонячної енергії теплова енергія може бути запасена у водяному акумуляторі. Допустимо, що температура гарячої води  $t_1 = 50$ °С, а температура

води не знизиться до  $t_2=30^\circ\text{C}$ .

Таблиця 3.2 – Вихідні данні для розрахунку об'єму бака-акумулятора при обігріві житлового будинку

Величини і одиниці їх виміри	Варіанти завдань									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$Q$ , ГДж	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,56	0,64	0,62	0,60	0,58
$t_1$ , $^\circ\text{C}$	52	50	54	50	52	54	52	50	52	50
$t_2$ , $^\circ\text{C}$	31	30	29	28	27	31	30	29	28	27

Необхідний об'єм бака-акумулятора визначаємо

$$V = \frac{Q}{\rho C_p (t_1 - t_2)} = \frac{0,65 \cdot 10^9}{1014 \cdot 4,218(50 - 30)} \approx 7,6 \cdot 10^3 \text{ м}^3$$

### *Питання для самоконтролю*

1. Наведіть особливості теплоспоживання басейнів.
2. Наведіть шляхи рішення задач з розрахунку геліосистем для обігріву басейну.
3. Наведіть методику визначення об'єму бака-акумулятора для обігріву житлових приміщень.
4. Як підбирають сонячні колектори для обігріву басейну?
5. Як визначають кількість енергії, здатну акумулюватися однією трубкою сонячного колектора?