

ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

УДК 697.34

Олексюк А.О., д.т.н., Челапко С.О.

Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м. Макіївка

ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВИХ І ГРОМАДСЬКИХ БУДИНКІВ

Наведено розрахунки триконтурних теплообмінників для підігрівально-акумуляторних установок систем геотермального теплопостачання з метою визначення оптимальних розмірів енергоресурсозберігаючих установок для індивідуальних теплових пунктів з незалежними системами опалення та гарячого водопостачання в селищі Риб'янцеве, Луганської області.

Вступ, аналіз літератури

Створення високоефективних систем централізованого теплопостачання з індивідуальними тепловими пунктами (ІТП) повинно набувати першорядного значення при переході на двотрубну теплову мережу, так як запаси органічного палива в Україні постійно зменшуються, тому використання альтернативних джерел енергії є актуальною проблемою сьогодення [1, 2, 3].

Для досягнення поставленої мети щодо забезпечення гідравлічної ізольованості місцевих систем опалення та гарячого водопостачання від теплових мереж системи централізованого теплопостачання необхідно на ІТП встановлювати два теплообмінники, а для вирівнювання графіка добової нерівномірності — ще й баки-акумулятори гарячої води [4, 5]. Роздільна установка потребує значних площ для їх розміщення як на ІТП, так і на ЦТП, теплові втрати досягають від 15 до 30 відсотків, і не ефективно використовується теплота первинного теплоносія.

Мета роботи

Створення компактних підігрівально-акумуляторних установок (ПАУ) з триконтурними теплообмінниками для ІТП стає вирішальним у розв'язанні важливої енергоресурсозберігаючої проблеми для систем централізованого теплопостачання. Такий стан проблеми і визначив мету роботи відповідно до вимог державних будівельних норм України.

Викладення основного матеріалу

Одним із перспективних джерел теплової енергії є геотермальні води, які за допомогою ПАУ з триконтурними теплообмінниками можна використати для підігріву теплоносіїв місцевих систем опалення та гарячого водопостачання житлових та цивільних будинків сільського призначення.

Запаси геотермальної води в с. Риб'янцеве Новоковського району Луганської області достатні для використання в системі геотермального теплопостачання населеного пункту за допомогою ІТП з ПАУ і триконтурними теплообмінниками, так як температура геотермальної води досягає 130-140°C і в окремих місцях виходить на поверхню. Використання цієї води має велике значення для економії паливно-енергетичних ресурсів населеного пункту. Система геотермального теплопостачання для незалежних систем опалення та гарячого водопостачання захищена патентом України в 2009 році [5]. Для розробки системи геотермального постачання необхідно провести оптимізацію схем приєднання систем опалення та гарячого водопостачання будинків з різною площею забудови.

Конструктивний розрахунок ПАУ з триконтурним теплообмінником для незалежної системи опалення і гарячого водопостачання проводиться на прикладі житлових будинків населеного пункту з різною площею забудови зводиться в таблицю 1.

Таблиця 1
Оптимізація основних параметрів ПАУ для геотермального теплопостачання будинків

S_2 , м ²	m, чол	Q_O , Вт	Q_B , Вт	$Q_{ГВ}$, Вт	$Q_{П}$, Вт	$Q_{ПАУ}$, Вт	ГВ		Опалення	
							$d_{н}$, мм	δ , мм	$d_{н}$, мм	δ , мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
40	3	3963	1189	872	131	6155	5	0,3	32	0,4
60	4	5944	1783	1163	174	9065	5	0,3	32	0,4
80	5	7926	2378	1454	218	11975	5	0,3	32	0,4
100	6	9907	2972	1745	262	14886	5	0,3	40	0,4
120	7	11889	3567	2035	305	17796	5	0,3	40	0,4
140	8	13870	4161	2326	349	20706	6	0,3	45	1
160	9	15852	4755	2617	393	23616	6	0,3	50	1
180	10	17833	5350	2908	436	26526	6	0,3	57	1
200	11	19814	5944	3198	480	29437	6	0,3	60	1

Продовження таблиці 1

S_2 , м ²	l, м	Геотерм.		n, шт	k_1 , Вт/м ² °С	k_2 , Вт/м ² °С	$V_{БА}$, л	Габаритні розміри, мм		
		$d_{н}$, мм	δ , мм					a	b	c
40	0,5	100	1,5	3	1901,34	935,01	25	245	245	500
60	0,6	100	1,5	4	1782,51	779,18	33	255	255	600
80	0,8	100	1,5	4	1782,51	730,48	42	250	250	800
100	0,8	120	1,5	4	1778,01	876,57	50	275	275	800
120	1	120	1,5	4	1706,89	818,14	58	270	270	1000
140	1	130	1,5	4	1792,23	770,97	67	290	290	1000
160	1	140	1,8	4	1839,26	867,35	75	305	305	1000
180	1	150	1,8	4	1810,52	963,72	83	320	320	1000
200	1	170	2	4	1909,4	1060,1	92	340	340	1000

Складний теплообмін, який протікає в ПАУ з триконтурним теплообмінником, можна записати через рівняння теплового балансу, Вт:

$$Q_{ПАУ} = Q_O + Q_B + (Q_{ГВ} + Q_{П}), \quad (1)$$

де Q_O — розрахункова витрата на опалення, Вт, які визначаються за формулою:

$$Q_O = q_0 \cdot V_H \cdot (t_B - t_H) \cdot \eta, \quad (2)$$

де q_0 — питома витрата тепла на одиницю об'єму будинку, $q_0=0,6$ Вт/м³;

V_H — об'єм будинку за зовнішнім обмірюванням, m^3 ;

t_{BH} — температура внутрішнього повітря в приміщенні, $t_{BH} = 20^\circ C$;

t_{HO} — температура зовнішнього повітря для проектування систем опалення, $^\circ C$;

η — поправний коефіцієнт, що приймається рівним 1, 2.

Q_B — розрахункові втрати тепла на нагрів зовнішнього повітря, що поступає в приміщення, Bt , які визначаються за формулою:

$$Q_B = 0,3 \cdot Q_O. \quad (3)$$

Q_{GB} — розрахункова витрата тепла на гаряче водопостачання, Bt , які визначаються за формулою:

$$Q_{GB} = \frac{m \cdot a \cdot (t_G - t_X) \cdot 1,163 \cdot k_C}{24}, \quad (4)$$

де m — число жителів або споживачів у будинку, чоловік;

a — норма витрати гарячої води на людину за добу, $a = 100$ л/чол за добу;

t_G — температура гарячої води, $^\circ C$;

t_X — температура холодної водопровідної води, $^\circ C$;

k_C — коефіцієнт добової нерівномірності, $k_C = 1,2$ (приймається).

Q_{II} — втрати тепла в подаючих і циркуляційних трубопроводах системи гарячого водопостачання, Bt , які визначаються за формулою:

$$Q_{II} = 0,15 \cdot Q_{GB}. \quad (5)$$

Дані для розрахунку:

$\tau_1 = 135^\circ C$ — температура геотермальної води в подаючому трубопроводі;

$\tau_2 = 75^\circ C$ — температура геотермальної води у зворотному трубопроводі;

$T_{10} = 90^\circ C$ — температура води в подаючому трубопроводі системи опалення;

$T_{20} = 70^\circ C$ — температура води у зворотному трубопроводі системи опалення.

Визначаємо площу теплообмінної поверхні для нагріву води опалювального контура F_1, m^2 і системи гарячого водопостачання F_2, m^2 за формулами:

$$F_1 = \frac{Q_O}{\Delta t_{cp}^1 \cdot k_1}; \quad (6)$$

$$F_2 = \frac{Q_{GB}}{\Delta t_{cp}^2 \cdot k_2}, \quad (7)$$

де Δt_{cp}^1 — середньологарифмічна різниця температур для опалювального контуру $^\circ C$, визначається за формулою

$$\Delta t_{cp}^1 = \frac{(\tau_1 - T_{10}) - (\tau_2 - T_{20})}{\ln \frac{\tau_1 - T_{10}}{\tau_2 - T_{20}}}; \quad (8)$$

Δt_{cp}^2 — середньологарифмічна різниця температур для системи гарячого водопостачання $^\circ C$, визначається за формулою

$$\Delta t_{cp}^2 = \frac{(T_{20} - t_X) - (T_{10} - t_G)}{\ln \frac{T_{20} - t_X}{T_{10} - t_G}}. \quad (9)$$

Задаючись коефіцієнтами теплопередачі через теплообмінну поверхню системи опалення $k_1' = 1600 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$ і гарячого водопостачання $k_2' = 1000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$ визначаємо площі теплообмінних поверхонь за формулами (6), (7).

За теплообмінну поверхню для нагріву води системи опалення і гарячого водопостачання приймаються трубки сталеві безшовні холоднодеформовані (ГОСТ 8734-75).

Кількість труб визначається за формулою

$$n_i = \frac{F_i}{\pi \cdot d_i \cdot l_i} \quad (10)$$

Проводимо розрахунок площ теплообмінних поверхонь для системи опалення і гарячого водопостачання за формулою

$$F_i' = \pi \cdot d_{cp} \cdot l_i \cdot n, \quad (11)$$

де d_{cp} — середній діаметр трубок, м, визначається за формулою

$$d_{cp} = d_H - \delta. \quad (12)$$

Корпус теплообмінника проектується з труби (ГОСТ 8734-75).

Визначаємо коефіцієнти теплопередачі через теплообмінну поверхню системи опалення k_1 і гарячого водопостачання k_2 , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$ за формулою

$$k_i = \frac{Q_i}{\Delta t_i^{cp} \cdot F_i'} \quad (13)$$

Визначаємо швидкість руху теплоносія в трубках триконтурного теплообмінника для систем опалення, гарячого водопостачання і геотермальної води v_i , м/с, за формулою

$$v_i = \frac{G_i}{n \cdot f_i^{mp}}, \quad (14)$$

де n — кількість трубок, шт.;

G_i — витрата теплоносія, кг/с, визначається за формулою

$$G_i = \frac{Q_i}{4187 \cdot (t_n - t_o)}, \quad (15)$$

f_i^{mp} — площа поперечного перетину для проходу теплоносія, м^2 , визначається за формулою

$$f_i^{mp} = \frac{\pi \cdot d^2}{4}. \quad (16)$$

Визначаємо об'єм бака акумулятора V_{BA} , м^3 , за формулою

$$V_{BA} = \frac{m \cdot a}{12} \cdot 10^{-3}. \quad (17)$$

Триконтурний теплообмінник знаходиться всередині акумулюючої ємності (рис. 1), що дозволяє підтримувати температуру гарячої води навіть при відсутності водорозбору, тому що вона догрівається через поверхню корпусу теплообмінника, в якому протікає геотермальна вода з середньою температурою $\tau_{cp} = 105^\circ\text{С}$.

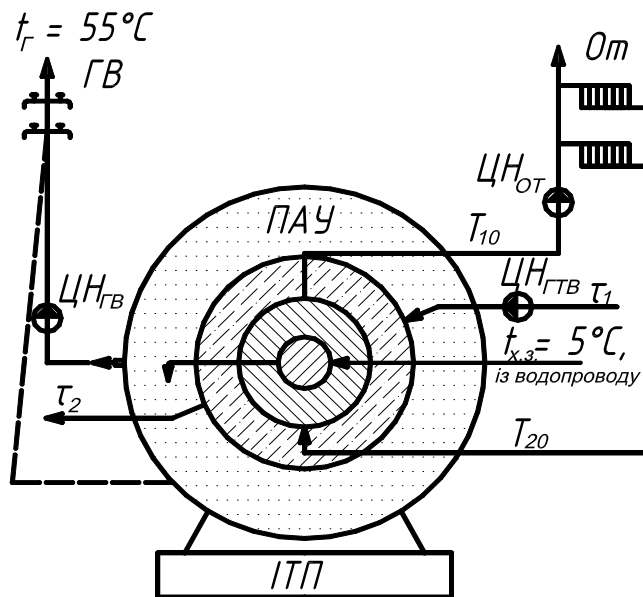


Рис. 1 Схема розподілу геотермальної води і нагрівних теплоносіїв для систем опалення та гарячого водопостачання в ПАУ з триконтурним теплообмінником

Висновки

1. Теоретично і експериментально доведено, що незалежна, саморегульована система опалення та гарячого водопостачання від ІТП з ПАУ і триконтурними теплообмінниками характеризується надійністю та працездатністю при використанні геотермальної води в якості первинного теплоносія.

2. Розроблена математична модель складного теплообміну є основою для одержання аналітичних залежностей теплообмінних процесів, що виникають в ПАУ з триконтурним теплообмінником, які дозволяють визначити поверхні нагріву для систем опалення і гарячого водопостачання і співвідношення між ними, та величиною бака-акумулятора на ІТП.

3. Визначено оптимальну товщину проміжку щільного простору, при якому досягається найкраща ефективність теплообміну, $\delta_{щ} = 3-4 \text{ мм}$.

4. Схема геотермального теплопостачання для місцевих систем опалення та гарячого водопостачання захищена патентом України, що характеризує нове технічне рішення даної проблеми [5].

5. Визначено оптимальні розміри ПАУ з триконтурними теплообмінниками для будинків різної житлової площі.

Список літератури

1. Огуречников Л.А. Геотермальные ресурсы в энергетике / Л.А. Огуречников // Альтернативная энергетика и экология. — 2005. — № 11 (31). — С. 58-66.
2. Геотермальное теплохладоснабжение жилых и общественных зданий и сооружений. Нормы проектирования: ВСН 56-87. — М.: ЦНИИЭП инженерного оборудования Госкомархитектуры, 1988. — 70 с.
3. Олексюк А.О. Енергоресурсозбереження при використанні нетрадиційних джерел: навчальний посібник для студентів економічних спеціальностей в галузі теплогазопостачання та вентиляції / А.О. Олексюк, В.А. Сербін, Н.Ф. Радько. — Донецьк: ДАЖКГ Держжитлокомунгоспу України, 2004. — 156 с.
4. Олексюк А.А. Теплообменные процессы, протекающие между теплоносителем и нагреваемой водой в ПАУ с трехконтурным теплообменником на ИТП // Современные проблемы строительства / А.А. Олексюк. — Донецк: Донецкий Промстрой НИИпроект. ООО«Лебедь», 2000. — С. 110-115.
5. Патент 46558 Україна МПК (2009) F24D11/00. Триконтурний теплообмінник для незалежних систем опалення та гарячого водопостачання / А.О. Олексюк, С.О. Челапко. — Опубл. 2009, Бюл. № 24.

Рецензенти: д.т.н., проф., С.П. Висоцький, АДІ ДВНЗ «ДонНТУ»;
д.т.н., проф., А.Я. Найманов, «ДонНАБА»

Стаття надійшла до редакції 12.10.10
© Олексюк А.О., Челапко С.О., 2010