

УДК 697.34

Олексюк А.О., д.т.н. Долгов М.В., Горделюк А.А., Челапко С.О.

Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м. Макіївка

МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ З БАГАТОКОНТУРНИМИ ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИМИ УСТАНОВКАМИ НА ІНДИВІДУАЛЬНИХ ТЕПЛОВИХ ПУНКТАХ

Розглядаються гідравлічні режими роботи, що протікають в теплових мережах при складному рельєфі місцевості на моделі п'єзометричного стенда. Побудовано п'єзометричні графіки, що дозволяють зробити правильний вибір насосного обладнання та вибрати оптимальну схему приєднання індивідуальних теплових пунктів з багатоконтурними теплообмінниками до теплових мереж.

Вступ

Спостереження за індивідуальними тепловими пунктами (ІТП) в системах центрального теплопостачання дозволяє повністю перейти на двотрубну теплову мережу та забезпечити теплом місцеві системи опалення й гарячого водопостачання будівель різної поверховості. Для цього необхідно встановити на ІТП підігрівально-акумуляторну установку з триконтурним теплообмінником, або два швидкоплинних чи пластинчатих теплообмінники з баком-акумулятором гарячої води для вирівнювання графіка добової нерівномірності її споживання. Якщо на ІТП розміщувати теплообмінники для систем опалення та гарячого водопостачання роздільно, ще й з баком-акумулятором, то габарити ІТП зростають вдвічі, а металоємність і теплові втрати збільшуються майже в 2 рази.

Тому спорудження ІТП з багатоконтурними комбінованими підігрівально-акумуляторними установками для незалежних місцевих систем опалення та гарячого водопостачання різноповерхових будівель набувають першорядного значення.

Мета: Створення діючої моделі теплових мереж для дослідження гідравлічних режимів роботи для підвищення гідравлічної стійкості теплових мереж та створення нових гідравлічно стійких установок ІТП для незалежних систем опалення та гарячого водопостачання.

Ув'язка гідравлічних режимів, які виникають в теплових мережах в місцях приєднання ІТП, можлива за допомогою дросельних діафрагм, коли немає труб необхідного діаметра, що випускаються промисловістю.

Різноманітні режими роботи можливо спостерігати на п'єзометричному стенді, який показано на рисунку 1.

Діюча модель теплової мережі зі складним рельєфом місцевості складається із основних елементів:

- 1) насосної установки джерела теплоти;
- 2) теплової мережі з різким перепадом геодезичних відміток місцевості;
- 3) абонентів, що імітують системи опалення будівель;
- 4) водорозбірних кранів в кінці магістралей верхньої та нижньої зон, що характеризують відкриту систему гарячого водопостачання;
- 5) вимірювальних приладів тиску у вигляді скляних п'єзометрів;
- 6) мірного баку, що виконує роль підживлюючого насоса, який підтримує необхідний натиск в системі та поповнює втрати води з теплової мережі;
- 7) підвищуючого насоса на подаючому та зворотньому трубопроводах теплової мережі;
- 8) бака запасу води для теплової мережі.

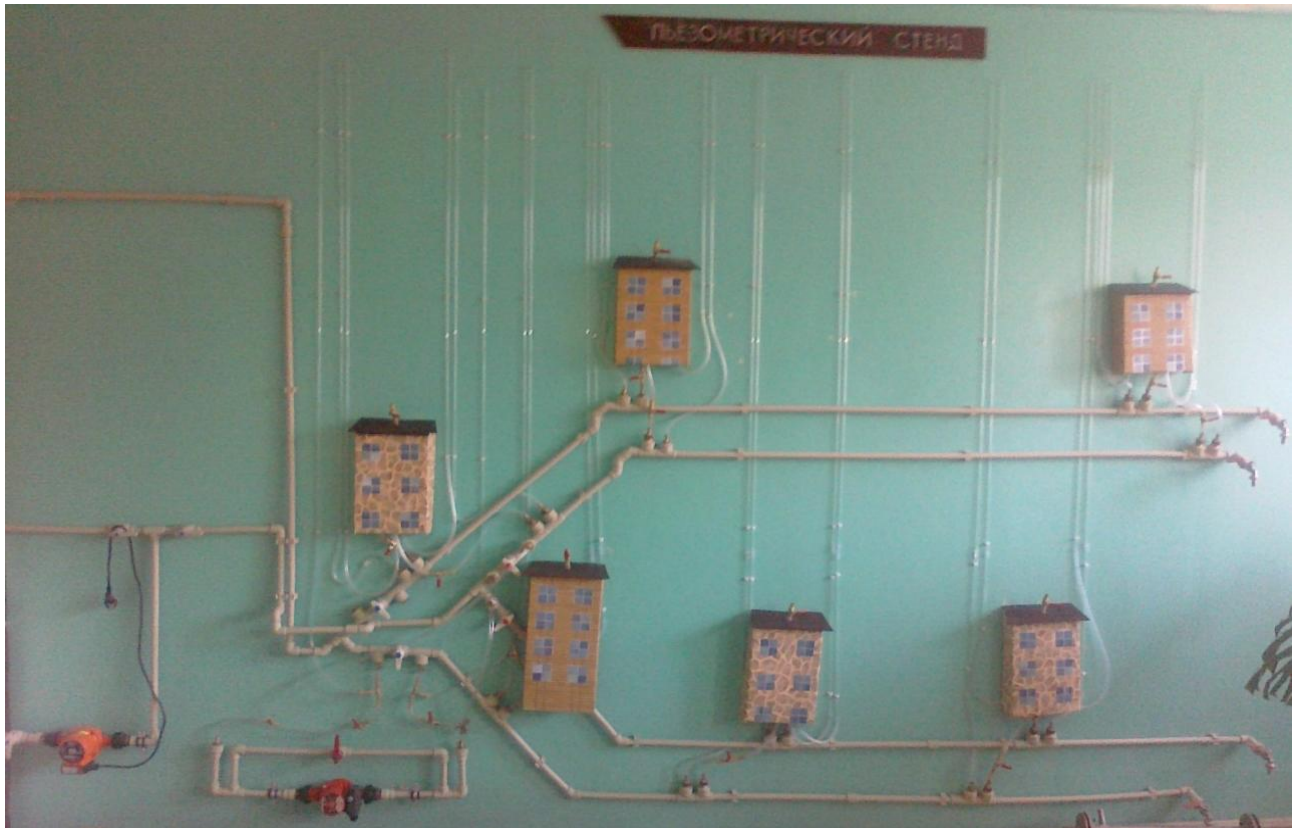


Рисунок 1 – Гідрометричний стенд

Теплова мережа складається із двох розгалужених трубопроводів двотрубною системою теплопостачання. Верхня магістраль імітує підвищуючий рельєф місцевості, на якій розміщені чотири абонентські опалювальні системи. Нижня магістраль з трьома абонентськими системами характеризує різко знижувальний рельєф місцевості. На верхніх і нижніх магістралях встановлені водозбірні крани, що імітують відбір води із теплової мережі при відкритій системі теплопостачання.

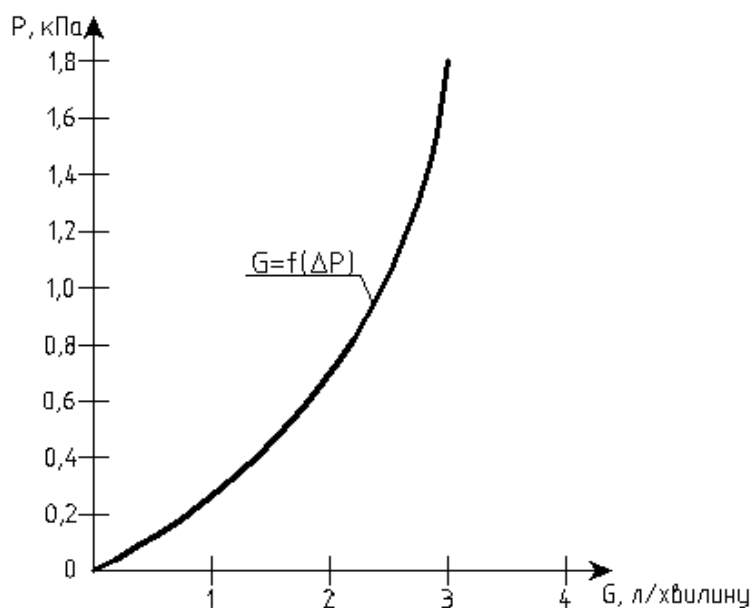
Абонентські опалювальні системи виконані у вигляді нагрівальних приладів, які приєднуються до теплових мереж через краники. Висота абонентів відраховується від осі прокладки трубопроводу до вісі повітряного крану кожного приладу.

Вимірювальними приладами на гідравлічному стенді являються п'езометри, які характеризують тиск, що утворюється мережевим насосом в подаючому трубопроводі теплової мережі, статичного тиску, який підтримується рівнем води в мірному баку.

Абонентські п'езометри показують тиск в подаючому та зворотному трубопроводах теплових мереж в точках їх підключення, а різниця між їх показниками $P_1 - P_2 = \Delta P$ дає можливість вибрати схему приєднання місцевого опалення до теплових мереж.

Величина втрати води при різних режимах роботи теплової мережі визначається по тарувальному графіку $\Delta P = f(G)$, де $\Delta P = P_1 - P_2$, які беруться із показників п'езометрів.

Зміна витрати води в тепловій мережі виконується за допомогою крану K_5 , що розміщений на виході мережевого насоса. Тарувальний графік наведено на рисунку 2.

Рисунок 2 – Тарувальний графік, $G = f(\Delta P)$

Для успішного виконання досліджень гідравлічних режимів роботи теплових мереж необхідно правильно підготувати п'єзометричний стенд до роботи.

Спочатку стенд заливають водою із мірного баку через зворотну магістраль, для цього потрібно відкрити всі крани в місцях підключення абонентів до магістралі, а також крани для випуску повітря з системи й закрити крани на вході та виході мережних насосів і насосних підстанцій.

По мірі заповнення теплової мережі необхідно закривати повітряні крани у абонентів, як тільки в них з'являється вода. Після заповнення останнього абонента верхньої магістралі рівень води в мірному баку й усіх п'єзометрах встановиться на одному рівні, який характеризує статичний тиск у тепловій мережі.

Після цього необхідно виконати заміри всіх відміток трубопроводів і абонентів у місцях їх підключення, а також відстані по довжині теплової мережі.

Всі заміри відміток і довжин, як по горизонталі, так і по вертикалі заносяться в журнал № 1.

По цим даним на міліметровому папері в масштабі будується поздовжній профіль теплової мережі з нанесенням висот абонентських систем у характерних точках.

Таблиця 1 – Журнал відміток і довжин № 1

Місця вимірів	ЦН	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆
Відмітки по вертикалі							
а) до вісі труби, см	37	88	141	142	54	32	31
б) до повітряного крану		141	191	186	97	80	82
Відстані по довжині, см	0	91	166	319	141	206	285
Лінія статичного тиску, см	204	204	204	204	204	204	204

Для проведення досліджень гідродинамічних режимів роботи теплової мережі необхідно включити циркуляційний насос за допомогою кранів K5 і K2. Повільно відкриваючи ці

крани необхідно добитися, щоб рівень води в мірному баку залишався однаковим, а різниця рівнів відміток між п'езометрами 1 і 2 склала 150 – 200 мм.

Після стабілізації рівня води в мірному баку, необхідно записати показники всіх п'езометрів у абонентів спеціально підготовлений журнал № 2.

По тарувальному графіку (рисунок 2) визначити витрату води в тепловій мережі та абонентських системах опалення.

Таблиця 2 – Журнал спостережень показників п'езометрів № 2

№ з/п	Н _м , кПа	G, л/хвил	Номера п'езометрів та їх показники, кПа													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Стат 20,00	2,7	21,500	20,000	21,45	20,05	21,40	20,10	21,30	20,20	21,22	20,30	21,11	20,40	21,00	20,50
2	Стат 20,00	3,0	22,000	20,000	21,93	20,07	21,86	20,14	21,70	20,25	21,60	20,40	21,50	20,50	21,40	20,60

За результатами спостережень із журналу № 2 будуються графіки тиску для двох різних витрат води на профілі теплової мережі, що побудували на міліметровому папері. На цей графік наноситься лінія статичного тиску із графі 2 і п'езометричні лінії падаючого та зворотнього трубопроводів теплової мережі при різних витратах води.

У місцях приєднання абонентів показують величину запасу тиску, що дає право на вибір схеми підключення місцевих систем опалення та гарячого водопостачання на ІТП.

Для зменшення витрат тиску в теплообмінних контурах незалежних систем опалення та гарячого водопостачання в підігрівально-акумуляторних установках з триконтурним теплообмінником авторами розроблена нова конструкція компактної ПАУ, що спрощує їх монтаж та експлуатацію.

На рисунку 3 наведено запатентовану розбірну конструкцію ПАУ з триконтурним теплообмінником змієвикового типу для незалежних систем опалення та гарячого водопостачання від будь-якого джерела теплоти.

У даному випадку розглядається система тепlopостачання, яка включає геотермальне джерело 1, фільтр-насадку 2, підйомну свердловину 3 з насосом 4, лінію підведення первинного теплоносія 5, роз'ємний теплообмінник 6, лінію відведення 7, закачуючий насос 8, спускную свердловину 9, скидну насадку 10, замкнутий опалювальний контур 11, що включає обігрівачі споживача, елементи 12, теплообмінну ємність-змійовик 13 і насос 14 розімкненого контуру третього теплоносія, що включає лінію підведення із водопроводу 15, теплообмінну ємність-змійовик 16, акумуляючу ємність 17, лінію витрати гарячої води 18, підвищуючий насос 19, розбірні фланці 20 і 21 зі своїми змієвиками 16 і 13 на торцях триконтурного теплообмінника.

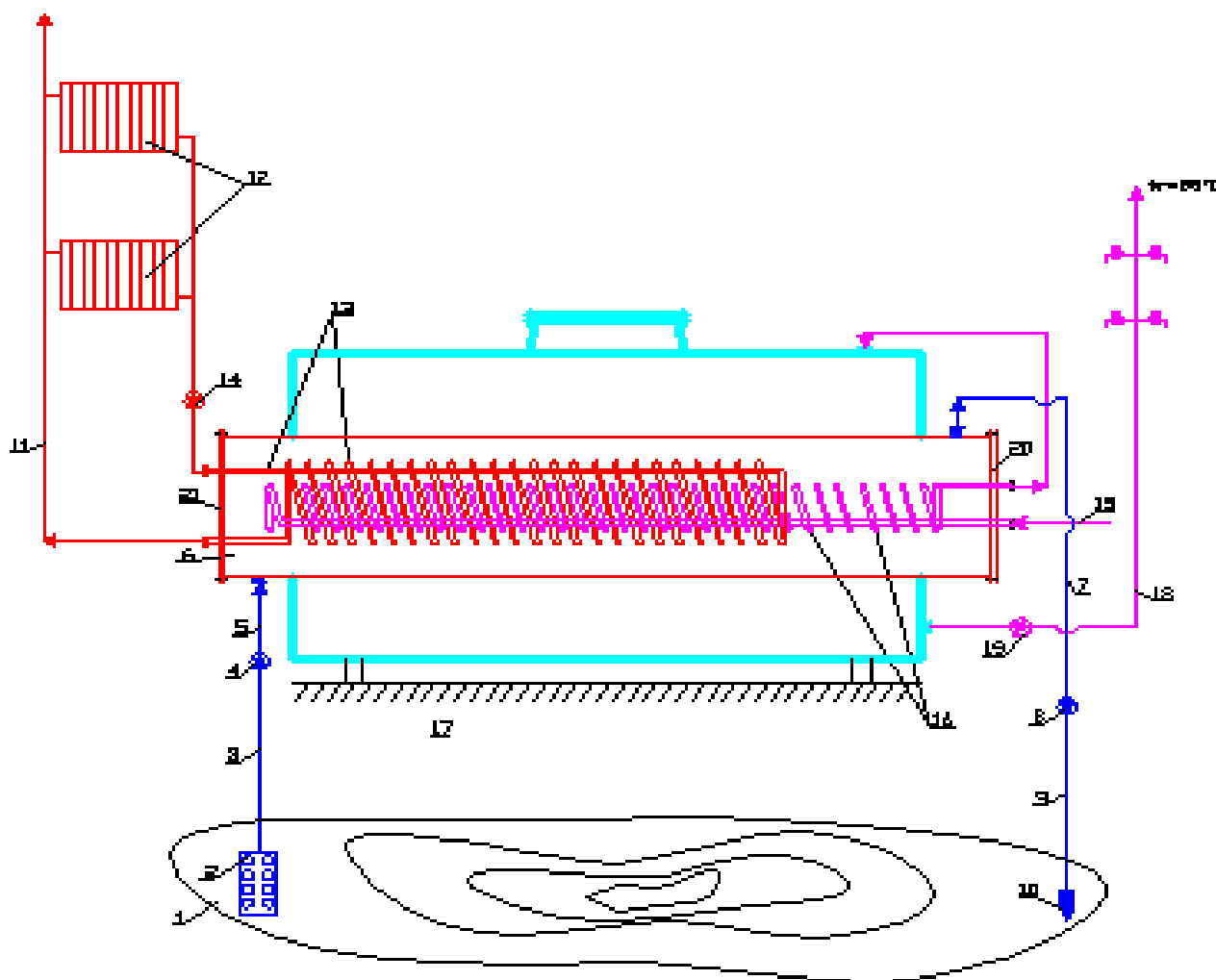


Рисунок 3 – Схема розбірної конструкції підігрівально-акумуляторної установки з триконтурним теплообмінником змієвикового типу для незалежних систем опалення та гарячого водопостачання від будь-якого джерела теплоти

Схема працює таким чином: гріючий первинний теплоносіє з температурою 130–200 °С геотермального джерела 1 через фільтр-насадку 2 по підйомній свердловині 3 за допомогою насоса 4 через лінію підведення правильного гріючого теплоносія 5 надходить в міжтрубний простір роз'ємного триконтурного теплообмінника 6, в якому охолоджується до температури 55–65 °С і по відвідній лінії 7 за допомогою насоса 8 через опускную свердловину 9 і скидну насадку 1 скидається в геотермальне джерело 1. Геотермальна вода віддає свою теплоту через зовнішню теплообмінну ємність-змійовик 13, циркулюючи по замкнутому опалювальному контуру 11, через обігрівальні елементи 12, де охолоджується від 90–100 °С до температури 60–70 °С за допомогою циркуляційного насоса 14, потім знову повертається в теплообмінну ємність-змійовик 13 за новим зарядом теплоти.

Через внутрішню теплообмінну ємність-змійовик 16 передається теплота третьому теплоносію, що циркулює по розімкнутому контуру через лінію підведення водопровідної води 15, теплообмінник 16 поступає в акумулятор у ємність 17, з якої по мірі водорозбору по лінії 18 за допомогою підвищуючого насоса 19 надається в систему гарячого водопостачання температурою 55–60 °С.

Для очищення змієвикових теплообмінних поверхонь 13 і 16 від накипу передбачено розбірні фланці 20 і 21 на торцях триконтурного теплообмінника.

Змійовик контуру системи опалення 13 з'єднаний своїми кінцями з розбірним флан-

цем 21, а контур системи гарячого водопостачання 16 з розбірним фланцем 20, що знаходяться з протилежної сторони триконтурного теплообмінника. Таке розміщення змієвиків другого й третього контурів з різних сторін теплообмінника дозволяє лагодити теплообмінні поверхні 13 і 16 та очищати їх від бруду та накипу.

Застосування запропонованої системи теплопостачання за допомогою ПАУ з три контурним теплообмінником змієвикового типу дозволяє зменшити металоємність при одній і тій же продуктивності на 20–25 % підвищити коефіцієнт теплопередачі на 25–30 %, а наявність акумулюючої ємності зменшує коефіцієнт годинної нерівномірності протягом доби до 1,33 замість 2,5–3.

Висновки

Моделювання гідродинамічних режимів роботи теплових мереж з індивідуальними тепловими пунктами для незалежних систем опалення та гарячого водопостачання забезпечує надійне теплопостачання різноповерхових будинків.

Використання запропонованих технічних рішень в багатоконтурному теплообміннику ПАУ на ІТП дозволяє використовувати теплоносій від будь-якого джерела теплоти.

Презометричні графіки дозволяють вибрати схеми приєднання обладнання ІТП з найбільшою ефективністю теплообміну й підібрати насосне обладнання для місцевих систем опалення та гарячого водопостачання.

Розбірність конструкції ПАУ з теплообмінником змієвикового типу спрощує експлуатацію та очищення теплообмінних поверхонь від шламу та накипу.

Список літератури

1. Зингер Н.М. Гидравлические и тепловые режимы теплофикационных систем / Н.М. Зингер. – М.: «Энергия», 1976. – 336 с.
2. Патент Украины № 46558 «Триконтурный теплообмінник для незалежних систем опалення та гарячого водопостачання» від 25.12.2009, Бюл. № 24, 2009 р.
3. Олексюк А.О. Установки з незалежним приєднанням систем опалення та гарячого водопостачання за допомогою три контурних теплообмінників та вибір їх оптимальних параметрів / А.О. Олексюк, Н.А. Максимова, М.В. Долгов, А.А. Горделюк / Сучасне промислове та цивільне будівництво: зб. наук. праць ДонНАБА. – 2011. Т. 7. – № 1. – С.39–46.
4. Громов Н.К. Абонентские установки водяных теплових сетей / Н.К. Громов. – М.: «Энергия», 1968. – 320 с.
5. Манюк В.И. Справочник по наладке и эксплуатации водяных теплових сетей / В.И. Манюк, Я.И. Каплинский, Э.Б. Хиже. М.: Стройиздат, 1987. – 215 с.
6. Соловьёв Ю.П. Проектирование теплоснабжающих установок для промпредприятий / Ю.П. Соловьёв. – М.: «Энергия», 1968. – 312 с.

Рецензент: д.т.н., проф. С.П. Висоцький, АДІ ДВНЗ «ДонНТУ».

Стаття надійшла до редакції 12.12.11

© Олексюк А.О., Долгов М.В., Горделюк А.А., Челапко С.О., 2011