

**Б.І. Басок, А.Р. Коба, О.М. Недбайло, М.В. Ткаченко,
М.А. Хибина, Т.Г. Беляєва, А.І. Тесля, А.О. Луніна**

Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ

СТВОРЕННЯ ҐРУНТОВО-ВОДО-ВОДЯНИХ ТЕПЛОБМІННИКІВ ДЛЯ ТЕПЛОНАСОСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ПРИМІЩЕНЬ



Представлено методику проектування та створення дослідних зразків ґрунтово-водо-водяних теплообмінників у спеціальному виконанні, що входять до складу теплонасосної системи теплопостачання частини приміщень адміністративного корпусу Інституту технічної теплофізики НАН України.

Ключові слова: енергозбереження, нетрадиційна та альтернативна енергія, теплообмінник, низькопотенційна теплота, тепловий насос.

АКТУАЛЬНІСТЬ ПИТАННЯ

Наша держава суттєво залежить від імпорту органічного палива (імпорт його сягає майже 60 % від загального обсягу споживання). Досвід країн, які не мають достатніх запасів власних органічних паливно-енергетичних ресурсів, свідчить, що найбільш ефективними шляхами забезпечення енергетичної незалежності є розвиток ядерної енергетики, гідроенергетики та використання відновлювальних і альтернативних джерел енергії.

Засади державної політики України з енергозбереження визначені в державній цільовій економічній програмі енергоефективності на 2010–2015 рр., затвердженій Постановою Кабінету Міністрів України № 243 від 01.03.2010 р. Одним з основних завдань цієї програми є оптимізація структури енергетичного балансу держави, зокрема заміщення традиційних видів палива ін-

шими видами, насамперед отриманими з відновлюваних та альтернативних джерел енергії.

В Інституті технічної теплофізики (ІТТФ) накопичено значний досвід виконання наукових і технологічних досліджень щодо модернізації комунальної теплоенергетики [1–3], проведення науково-дослідних та інженерних робіт з розробки і створення сучасних систем теплопостачання на основі теплових насосів різних типів з використанням низькопотенційних відновлювальних джерел енергії. Проведено цикл робіт щодо цілорічного використання сонячної енергії і енергії вторинних або скидних джерел теплоти. Розроблені: а) метод створення сезонного вископотенційного акумулятора теплоти в природному ґрунтовому масиві; б) оптимальна конструкція багатотрубного теплообмінника для акумуляування (та наступного вилучення) теплоти з ґрунту [4–9]. В ІТТФ НАН України створений науково-технічний центр теплонасосних технологій, який, зокрема, оснащений:

1) двома теплонасосними установками типу «ґрунт–вода» «Greenline» Plus С виробницт-

ва IVT (Швеція) для вилучення природної теплоти ґрунту за допомогою багатопетельного горизонтального ґрунтового теплообмінника неглибокого залягання та вилучення закумуляованої теплоти за допомогою системи з 11-и свердловин глибиною до 25 м кожна;

2) однією теплонасосною установкою типу «повітря—вода» виробництва IVT і системою середньотемпературного опалення частини приміщень адміністративного корпусу ІТТФ НАНУ (на її основі проведено модернізацію системи теплопостачання адміністративної будівлі корпусу із розробкою оригінальної теплогідравлічної схеми з автономним використанням теплового насоса типу «повітря—вода» «Optima 1700» [4]);

3) двома теплонасосними установками типу «вода—вода» вітчизняного виробництва з використанням закордонних комплектуючих, зокрема парових компресорів;

4) однією дослідницькою теплонасосною спліт-системою типу «повітря—повітря».

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Головна мета науково-технічного проекту — розробка конструкції та виготовлення дослідних зразків ґрунтового-водо-водяних теплообмінників у спеціальному виконанні (для водозабірної свердловини, водозабірної колодезя, бетонозалитної палі будівельних фундаментів). Такі теплообмінні пристрої надають можливість використовувати альтернативні джерела енергії, а саме відновлювальну природну теплоту ґрунту і водоносних горизонтів, акумулювати сезонну теплоту інсоляції, а також скидну теплоту когенераційних установок і вторинних теплових промислових викидів.

У процесі роботи було проведено проектування, створення та впровадження різних конструкцій ґрунтових та водяних теплообмінників у спеціальному виконанні. Розроблено новітні технологічні рішення щодо застосування цих теплообмінників. Коаксіальний сталевий теплообмінник із внутрішньою пластиковою трубою дозволяє вилучати відновлювану теплоту ґрунту за допомогою проміжного тепло-

носія на основі розчину поліпропіленгліколю. Розроблено та розміщено у водозабірній свердловині трубчатий паяний теплообмінник для вилучення теплоти ґрунтової води. По внутрішньому периметру колодезя встановлені U-подібні вертикальні теплообмінники з пластикових труб. Вони призначені здійснювати теплообмін з проміжним теплоносієм теплового насоса, не перешкоджаючи вільному водозабору.

У зв'язку зі стрімким розвитком будівництва споруд високої енергетичної ефективності пропонується схема розміщення сталевих або пластикових теплообмінників усередині бетонозалитних паль, розташованих під будівлею. Внутрішнє розташування труб у палі передбачає виконання декількох функцій, а саме здійснення теплообміну у системі «ґрунтовий масив—бетон—стінка труби—проміжний теплоносій» та армування паль для підвищення їх стійкості та міцності. При цьому можливе як підвищення ефективності теплообміну, так і акумулювання сезонної скидної теплоти будівлі за рахунок групового розміщення паль. В експериментальній установці вилучений температурний потенціал теплоти піднімається за допомогою теплового пароконденсійного насоса та використовується для теплопостачання приміщень ІТТФ [10—11].

ВИЛУЧЕННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ТЕПЛОТИ З ВОДОЗАБІРНОЇ СВЕРДЛОВИНИ ТА КОЛОДЕЗНОЇ ВОДИ

Традиційним способом видобування води для господарчих потреб є використання води з водозабірної свердловини. Для більш раціонального видобування води застосовують спосіб вилучення теплоти з водозабірної свердловини. В основу цього способу покладена ідея поєднання видобування води для водопостачання та вилучення закумуляованої теплоти води для теплового насоса в системі теплопостачання з однієї свердловини [12]. В об'єм водозабірної труби водозабірної свердловини окрім заглибленої помпи з водонапірним трубопроводом встановлюється теплообмінник, по якому прокачується проміжний теплоносій, що відби-

рає теплоту води та надходить до випарника теплового насоса, де охолоджується, віддаючи теплоту холодоагенту, і знову повертається до теплообмінника свердловини. Крім того, додатково вилучається дисипативна теплота нагрівання заглибної помпи, що періодично викачує воду для потреб водопостачання при її роботі від зовнішнього джерела енергії. При цьому теплоносій циркулює в замкненому контурі. Такий спосіб надає можливість не лише видобувати воду з водозабірної свердловини, але й використовувати відновлювальну теплоту цієї води як джерело теплоти для теплового насоса в системі теплопостачання та кондиціювання приміщень. Обраний підхід не потребує додаткових витрат на бурові роботи та додаткових площ для розміщення теплообмінника. Викачування води, частково охолодженої теплообмінником, для потреб водопостачання одночасно сприяє надходженню всередину обсадної труби нових об'ємів більш теплої ґрунтової води внаслідок прискореної фільтрації у водоносному пласті.

Відбір теплоти ґрунтової води трубчатим паяним теплообмінником, розміщеним у водозабірній свердловині, реалізується таким чином. Всередині обсадної труби водозабірної свердловини розміщується водонапірний трубопровід з заглибленою помпою для видобування води. У воду занурюється теплообмінник, по якому прокачується теплоносій. За рахунок теплообміну між водою, що знаходиться у свердловині, та теплоносієм, останній відбирає закумуляовану теплоту води та надходить до випарника теплового насоса системи теплопостачання приміщень. Охолоджений у випарнику теплоносій знову повертається до теплообмінника у свердловині. При роботі заглибної помпи від зовнішнього джерела енергії до теплоти додається дисипативна теплота нагрівання, яка складає приблизно 10 % від загальної теплоти, що вилучається [12].

Вилучення теплоти води із звичайного колодязя здійснюється шляхом встановлення трубної теплообмінної системи, по якій циркулює теплоносій, що відбирає теплоту коло-

дязної води, передає її до контуру випарника теплового насоса, охолоджується і знову повертається до теплообмінної системи. При цьому теплообмінна система не обмежує роботу водозабірної устаткування системи водопостачання. Таким чином, вдається забезпечити одночасно вилучення теплоти колодязної води для ефективної і стабільної роботи теплового насоса в системі теплопостачання, кондиціювання приміщень в літній сезон, а також відбір води (питної та технічної) для побутових потреб [13].

ВИЛУЧЕННЯ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ТЕПЛОТИ ҐРУНТУ ЗА ДОПОМОГОЮ БЕТОНОЗАЛИВНИХ ПАЛЬ

Бетонозаливні палі із теплообмінниками можуть бути використані при будівництві нових енергоефективних будівель або при термомодернізації існуючих. Новітні технологічні рішення щодо застосування таких теплообмінників передбачають вилучення відновлювальної природної теплоти ґрунтового масиву та (або) водоносного горизонту, акумулювання теплоти скидних когенераційних установок (реалізується технологічний ланцюг «когенераційна установка — ґрунтовий акумулятор теплоти — система вилучення та перетворення на базі теплового насоса»), теплоти інсоляції за допомогою сонячних теплових колекторів.

Глибина свердловини під палю може складати 8–15 м, її діаметр 250–1000 мм. Як теплообмінники можна використовувати полімерні та/або металеві (композитні) багатопарні трубні системи діаметром 25–40 мм із різною товщиною стінки. Свердловина заливається рідким будівельним розчином із домішками, що перешкоджають об'ємній усадці при застиганні палі.

Температурний потенціал теплоти, що вилучається за допомогою вищезгаданих теплообмінників, передбачається підвищувати за допомогою теплового парокompресійного насоса та використовувати для теплопостачання приміщень інституту. Переваги запропонованого технічного рішення такі:

- ♦ одночасне використання бетонозаливних палей як конструкційних елементів споруди, так і

технологічних теплообмінних пристроїв для вилучення природної теплоти ґрунту;

- ✦ економне використання площі земельної ділянки під забудову в умовах сучасної урбанізації міст із дотриманням усіх екологічних норм для підвищення ступеня автономності теплопостачання житлових та адміністративних багатопверхових будинків, виробничих приміщень та споруд промисловості;
- ✦ підвищення міцності та стійкості створеної композитної конструкції за рахунок використання армування теплообмінниками.

ЕТАПИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТУ

Роботи щодо виконання завдань проекту виконувалися поетапно:

1) розрахунок елементів, розробка конструкції і нормативно-технічної документації, а також монтаж ґрунтового-водо-водяних теплообмінників спеціального призначення на території ІТТФ НАН України по вул. Булаховського, 2;

2) підбір супутнього устаткування, контрольно-вимірювальних приладів та їх монтаж у складі системи теплопостачання частини приміщень адміністративного корпусу інституту;

3) проведення комплексних експериментальних випробувань установки, відпрацювання

Таблиця 1

Технічні характеристики теплового насоса ТН «VDE» ТН-6

Параметр	Значення
Теплова потужність (при температурах, відповідно, доквілля 0 °С і теплоносія 35 °С), кВт	6,3
Електрична потужність споживання, кВт	1,6
Об'ємна витрата води у контурі джерела теплоти, м ³ /год	1,36
Об'ємна витрата води у контурі системи опалення, м ³ /год	1,08
Максимальна температура теплоносія, °С	50
Маса холодоагента R22, кг	2,3
Електричне живлення (3 фази), В	380
Габаритні розміри, мм	605 × 600 × 1070
Маса (нетто), кг	123

оптимальних режимів та видача рекомендацій щодо експлуатації;

4) розробка рекомендацій для подальшого впровадження і створення автономних теплонасосних систем теплопостачання для комунальної теплоенергетики, теплопостачання житлових будинків, будівель соціально-адміністративного призначення та промислових об'єктів.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕПЛОТИ ВОДИ З ВОДОЗАБІРНОЇ СВЕРДЛОВИНИ

Принципова схема технічного рішення щодо використання водозабірної свердловини для вилучення теплоти ґрунтової води наведена на рис. 1.

На території ІТТФ НАН України у рамках виконання проекту пробурена свердловина з початковою глибиною 40,0 м і діаметром 0,32 м (рис. 2). Дебет води, яку можна використовувати як технічну або питну, складає приблизно 1,8 м³/год. У стовпі води глибиною понад 37,3 м розташовані напірний насос заглибленого типу із водозабірним фільтром грубого очищення із запірно-регулюючою арматурою та контрольно-вимірювальними приладами (насосна станція «Saer» FP 98/8/15). Вода зі свердловини фільтрується барботажним сепаратором бруду і повітря «Spirovent».

Робота теплонасосної установки з водо-водяним теплообмінником у спеціальному виконанні передбачає монтування останнього у водозабірній свердловині. Він виконаний з поліетиленової труби за ДСТУ Б.В.2.7-157:2008 діаметром 20 × 2,0 мм, закріпленої на заглибленому насосі діаметром 80 мм і довжиною 3,0 м. Теплообмінник складається з чотирьох петель довжиною 38,0 м, які закріплені металевими кільцями діаметром 146 мм. Теплоносій (підготовлена технічна вода) рухається по контуру ґрунтового теплообмінника за допомогою циркуляційного насоса ЦН2 «Wilo Star» RS 25/10 із заданою витратою. В системі теплопостачання використовується вітчизняний тепловий насос ТН «VDE» ТН-6 згідно з ТУ

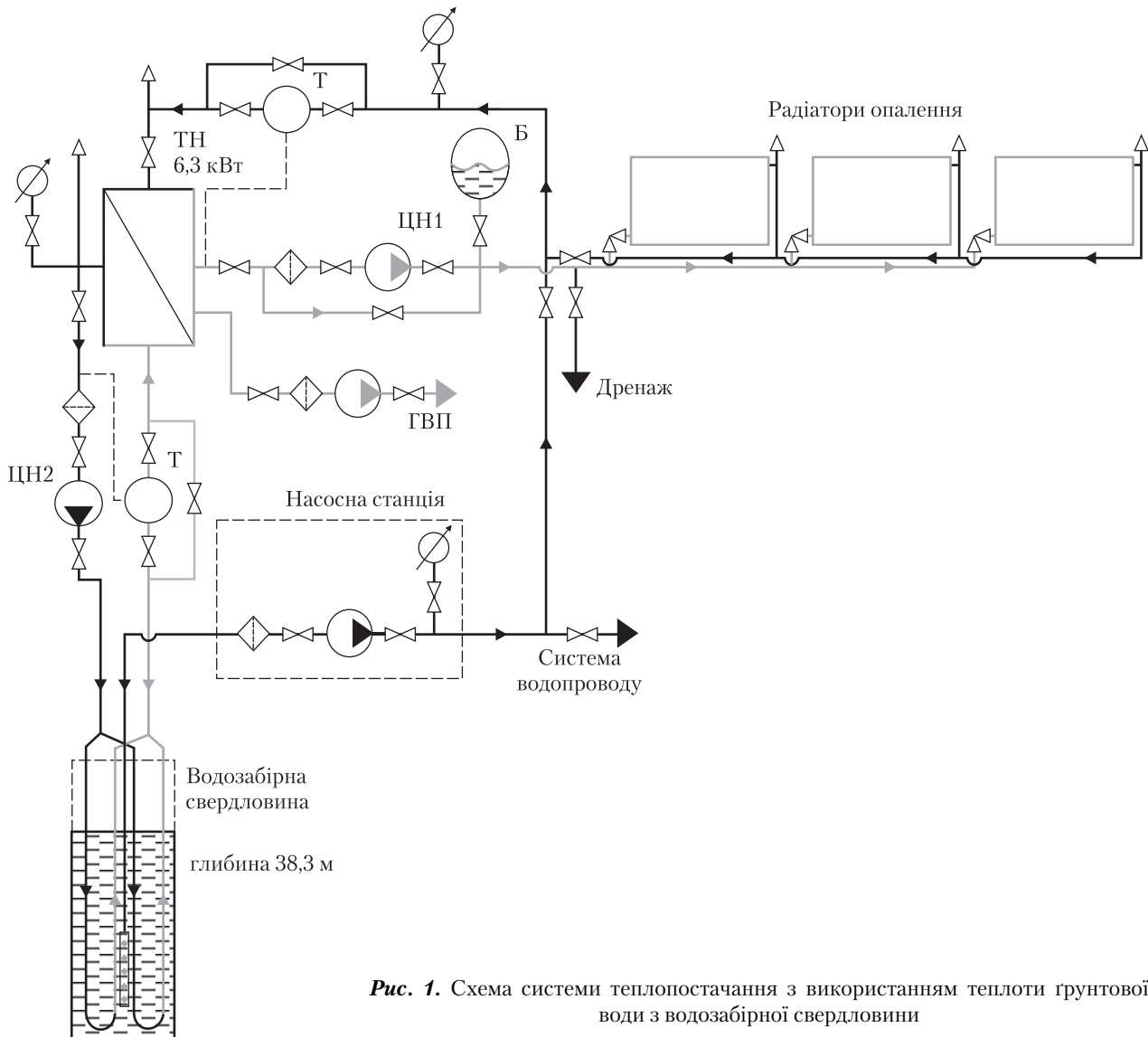


Рис. 1. Схема системи теплопостачання з використанням теплоти ґрунтової води з водозабірної свердловини

У 29.1-35182513-001:2008 (рис. 3) із технічними характеристиками, наведеними у табл. 1.

Опалювальний контур складається з трьох радіаторів «Stelrad Novello» 33-600-1100 з підвищеною площею теплообміну, розташованих у лабораторному приміщенні. Номінальна розрахункова теплова потужність кожного складає близько 3,4 кВт. Група радіаторів оснащена терморегулюючою та повітрявипускною арматурою. Контур опалення виконаний з поліпропіленових труб діаметром 25 × 4,2 мм із теплоізоля-

цією «Dermaflex» товщиною 6 мм. Для компенсації об'ємного розширення теплоносія при зміні його температури (підготовлена технічна вода) передбачено мембранний бак *Б* Reflex об'ємом 25 л. Циркуляцію у системі опалення здійснює насос *ЦН1* Wilo Star RS 15/6. Реалізовано автоматичне виключення теплонасосної установки за допомогою датчиків SDF-3 тиску у разі розгерметизації контуру та втраті напору.

Обидва контури оснащені тепломірами *Т* «Aptor» LQM—III—К із цифровим виведен-

ням та аналізом даних на комп'ютері для визначення кількості теплоти, що вилучена з ґрунтової води за допомогою теплового насоса, і кількості теплоти, що подана у систему опалення відповідно. В обох контурах встановлені також випускники для видалення повітря при заповненні системи і її роботі. Для проведення наукових досліджень ефективності роботи теплового насоса температура теплоносія у прямому та зворотному трубопроводах



Рис. 2. Зовнішній вигляд водозабірної свердловини



Рис. 3. Тепловий насос TH «VDE» TH-6

обох контурів вимірюється термоперетворювачами типу ТСП-002К і реєструється вторинними контрольними приладами.

Схема підключення передбачає можливість пасивного кондиціонування повітря в приміщенні при оснащенні радіаторів герметичними піддонами із зливанням конденсату, що утворюється завдяки конденсації вологи на поверхні теплообмінників.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕПЛОТИ КОЛОДЯЗНОЇ ВОДИ

Принципова схема технічного рішення щодо використання водозабірної колодезя для вилучення теплоти ґрунтової води представлена на рис. 4.

На території ІТТФ НАН України облаштовано водяний колодезь глибиною 17,6 м (рис. 5). Стінка колодезя складена з бетонних кілець діаметром 960 × 80 мм (рис. 6). Дебет води, яку можна використовувати як технічну або питну, складає близько 0,5 м³/год. У стовпі води висотою понад 0,5 м від дна розташовано напірний насос заглибленого типу із водозабірним фільтром грубого очищення із запірною регулюючою арматурою та контрольно-вимірювальними приладами (насосна станція Saer



Рис. 5. Розташування колодезя на території ІТТФ НАН України

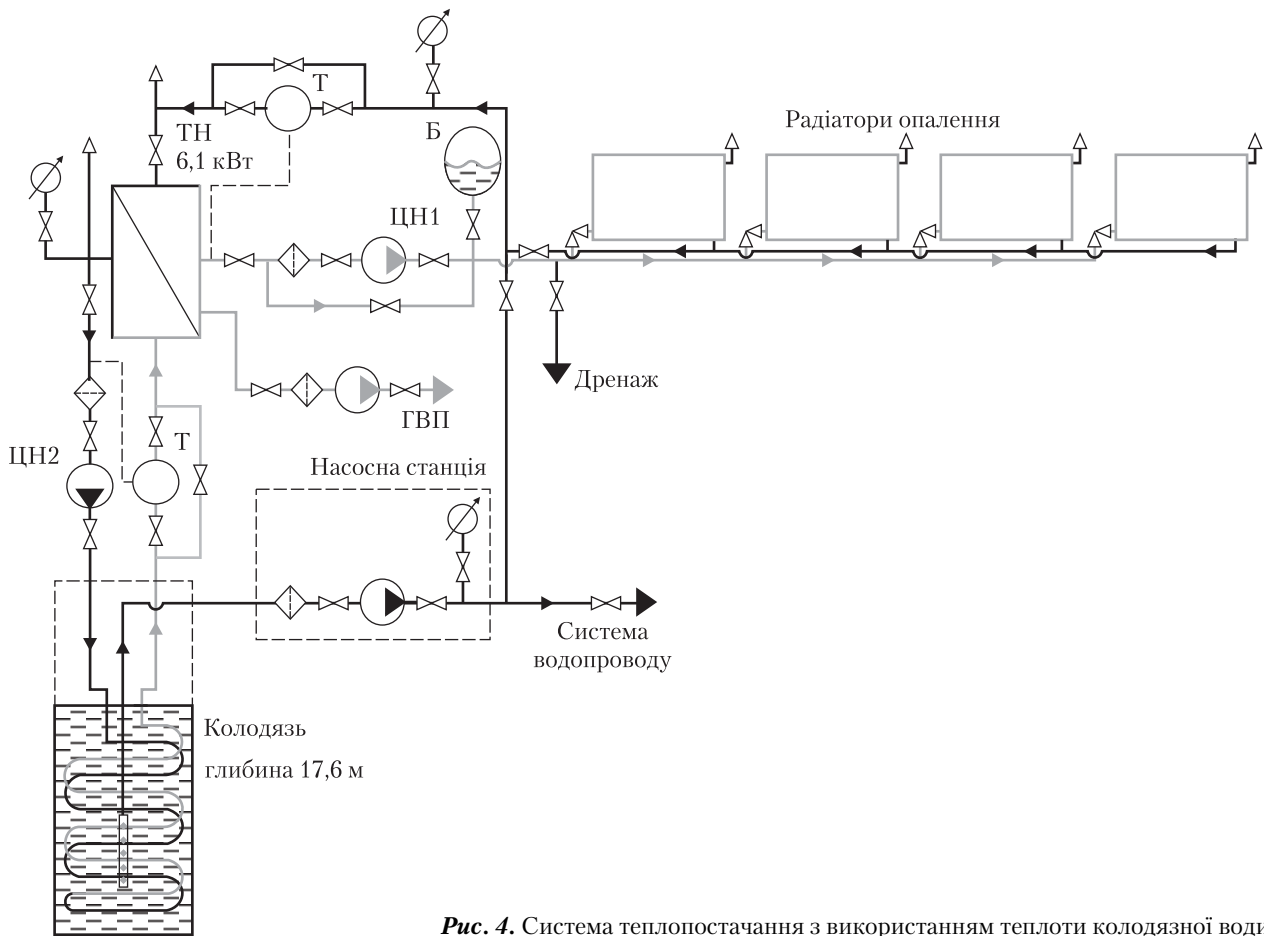


Рис. 4. Система теплопостачання з використанням теплоти колодезяної води

FP 98/8/15). Вода з колодезя фільтрується барботажним сепаратором бруду.

На схемах рис. 1 і 4: ТН — тепловий насос; Б — бак мембранний; ЦН1, ЦН2 — відповідно, циркуляційні насоси контурів опалення і вилучення теплоти; Т — термоміри; ГВП — гаряче водопостачання.

Робота теплонасосної установки зі спіральним водо-водяним теплообмінником спеціального виконання передбачає монтування останнього на внутрішній стінці колодезя у стовпі води. Він виконаний з поліетиленової труби за ДСТУ Б.В.2.7-157:2008 діаметром $25 \times 3,2$ мм, що закріплена разом із датчиками температури типу ТСМ-208 із вертикальним розрахунковим кроком 0,07 м. Теплоносій (підготовлена технічна вода) рухається по контуру ґрун-

тового теплообмінника за допомогою циркуляційного насоса ЦН2 «Wilo Star» RS 25/10 із заданою витратою. У системі теплопостачання використовується тепловий насос. Технічні характеристики теплового насоса EES24 фірми «Євроенергосервіс» наведені у табл. 2.

Опалювальний контур складається з чотирьох двоконтурних радіаторів «Corado Radik VK» з підвищеною площею теплообміну і номінальною тепловою потужністю 2,9 кВт, що розміщуються у лабораторному приміщенні (рис. 7).

Група радіаторів оснащена терморегулюючою та повітрявипускною арматурою. Контур опалення виконаний з поліпропіленових труб діаметром $25 \times 4,2$ мм із теплоізоляцією «Dermaflex» товщиною 6 мм. Для компенсації об'ємного розширення теплоносія при зміні його



Рис. 6. Зовнішній вигляд водяного колодязя з бетонною стінкою



Рис. 7. Радіатори опалення «Corado Radik VK»

температури (підготовлена технічна вода) передбачено мембранний бак *B Reflex* об'ємом 25 л. Циркуляцію у системі опалення здійснює насос *ЦН1 Wilo Star RS 15/8*. Реалізовано автоматичне виключення теплонасосної установки за допомогою датчиків *SDF-3* тиску у разі розгерметизації контуру та втраті напору.

Обидва контури системи оснащені тепломірами *T «Apator» LQM—III—K* із цифровим виведенням та аналізом даних на комп'ютері відповідно для визначення кількості теплоти, вилученої з ґрунтової води за допомогою теплового насоса, і кількості теплоти, поданої у систему опалення. Система також облаштована повітрявипускниками для видалення повітря при заповненні і в ході роботи. Для проведення наукових досліджень ефективності роботи теплового насоса температура теплоносія

Таблиця 2
Технічні характеристики теплового насоса EES24 фірми «Євроенергосервіс»

Параметр	Значення
Теплова потужність (при температурах довкільля 0 °С і теплоносія 35 °С відповідно), кВт	6,6
Електрична потужність споживання, кВт	1,5
Об'ємна витрата води у контурі джерела теплоти, м ³ /год	1,2
Об'ємна витрата води у контурі системи опалення, м ³ /год	1,4
Максимальна температура теплоносія, °С	55
Маса холодоагента R22, кг	2,3
Електричне живлення (3 фази), В	380
Габаритні розміри, мм	610 × 620 × 1180
Маса (нетто), кг	138

у прямому та зворотному трубопроводах обох контурів вимірюється термоперетворювачами типу *ТСП-002К* і реєструється вторинними контрольними приладами.

ВИСНОВКИ

У рамках виконання науково-дослідного проекту «Створення ґрунтово-водяних теплообмінників для теплонасосних технологій теплопостачання та кондиціонування приміщень» було проведено:

- ✦ розрахунок елементів; розробка принципової схеми, конструкції і нормативно-технічної документації експериментальних теплонасосних установок з ґрунтово-водо-водяним теплообмінником у водозабірній свердловині та у водозабірному колодязі;
- ✦ монтаж ґрунтово-водо-водяних теплообмінників спеціального призначення на території ІТТФ НАН України;
- ✦ підбір супутнього устаткування, контрольно-вимірювальних приладів та їх монтаж у складі системи теплопостачання частини приміщень адміністративного корпусу інституту;
- ✦ комплексні експериментальні випробування установки; відпрацювання оптимальних

режимів; розроблення рекомендацій щодо експлуатації;

- ✦ розроблення рекомендацій для подальшого впровадження і створення автономних теплонасосних систем для комунальної теплоенергетики з метою теплопостачання житлових будинків, будівель соціально-адміністративного призначення та промислових об'єктів.

Коаксіальний сталевий теплообмінник із внутрішньою пластиковою трубою дасть можливість вилучати відновлювану теплоту ґрунту за допомогою проміжного теплоносія на основі антифризу. При впровадженні даного виду теплообмінника рекомендується вибирати матеріал внутрішньої труби з малою теплопровідністю, щоб зменшити теплопередачу між вхідним (вниз вертикального трубного теплообмінника) і вихідним (вверх) потоками води, а матеріал зовнішньої труби, навпаки, повинен збільшити тепловіддачу в ґрунтовий масив. Було запропоновано конструктивне рішення щодо з'єднання труб з різних матеріалів.

Для районів забудови без розвиненої мережі централізованого водопостачання рекомендується видобувати воду для господарчих та питних потреб з водозабірної свердловини. Для досягнення більшого ефекту пропонується використовувати розроблений спосіб вилучення теплоти з водозабірної свердловини. В основу цього технологічного рішення покладена ідея поєднання видобування води для водопостачання та вилучення закумульованої теплоти води для теплового насоса в системі теплопостачання з однієї свердловини.

Для приватних помешкань, що використовують звичайний водозабірний колодязь як джерело водозабезпечення, доцільно використовувати воду з нього як джерело низькопотенційної теплоти для встановленого теплового насоса з метою опалення та кондиціонування житлових приміщень. При впровадженні такої технології значно зменшуються капітальні затрати на встановлення системи теплопостачання на основі теплового насоса, що в свою чергу призводить до скорочення терміну окупності.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Комунальна теплоенергетика України: стан, проблеми, шляхи модернізації* / Ред. колегія: Долінський А.А., Басок Б.І., Базєєв Є.Т., Піроженко І.А. — К.: «Поліграф-Сервіс», 2007. — В 2-х томах. — 827 с.
2. *Долінський А.А., Басок Б.І., Чайка О.І., Базєєв Є.Т.* Концепція (проект) державної науково-технічної програми / Комплексна модернізація комунальної теплоенергетики України // Вісник НАН України. — 2007. — № 7. — С. 22–27.
3. *Долінський А.А., Басок Б.І., Базєєв Є.Т.* Державна цільова програма (проект) модернізації комунальної теплоенергетики на 2010–2014 рр. // Вісник НАН України. — 2009. — № 10. — С. 3–11.
4. *Басок Б.І., Беляєва Т.Г., Коба А.Р. та ін.* Комплексна модернізація типової системи теплопостачання будівлі на базі використання теплового насоса типу «повітря–вода» // Пром. теплотехніка. — 2009. — Т. 31, № 7. — С. 19–21.
5. *Накорчевский А.И., Басок Б.И., Беляева Т.Г.* Некоторые аспекты использования теплоты солнечной радиации для коммунального теплоснабжения // Известия РАН. Энергетика. — 2006. — № 4. — С. 94–103.
6. *Недбайло А.Н., Ляшенко Н.Е.* Использование солнечного коллектора для отопления помещения // Пром. теплотехніка. — 2010. — № 6(32). — С. 66–70.
7. *Накорчевский А.И., Басок Б.И., Беляева Т.Г.* Технологические показатели различных схем ґрунтового аккумуляирования теплоты // Теплоэнергетика. — 2006. — № 3. — С. 29–35.
8. *Басок Б.И., Беляева Т.Г., Рутенко А.А., Лушина А.А.* Анализ экономической эффективности при реализации теплонасосных систем для теплоснабжения // Пром. теплотехніка. — 2008. — Т. 30, № 4. — С. 56–63.
9. *Резакова Т.А.* Динамика температурного поля в подземном пористом пласте при закачке и откачке геотермальной жидкости // Пром. теплотехніка. — 2010. — № 6(32). — С. 71–75.
10. *Басок Б.И., Авраменко А.А., Кужель Л.М.* Гідродинаміка і теплообмін в одиночному теплообміннику типу труба в трубі системи свердловина – ґрунт // Пром. теплотехніка. — 2009. — Т. 31, № 1. — С. 21–28.
11. *Басок Б.И., Авраменко А.А., Рыжков С.С., Лушина А.А.* Динамика теплообмена жидкости в ґрунтовом прямолинейном одиночном трубном элементе (теплообменнике) // Пром. теплотехніка. — 2009. — Т. 31, № 1. — С. 62–67.
12. *Долінський А.А., Басок Б.І., Беляєва Т.Г. та ін.* Спосіб вилучення теплоти води з водозабірної свердловини // Патент на корисну модель № 42349, 25.06.2009 р., Бюл. №12, 2009 р.
13. *Долінський А.А., Басок Б.І., Кужель Л.М. та ін.* Спосіб вилучення теплоти колодязної води // Патент на корисну модель № 44191, 25.09.2009 р., Бюл. №18, 2009 р.

*Б.И. Басок., А.Р. Коба
А.Н. Недбайло, М.В. Ткаченко, М.А. Хибина,
Т.Г. Беляева, А.И. Тесля, А.А. Лунина*

СОЗДАНИЕ ГРУНТОВО-ВОДО-ВОДЯНЫХ
ТЕПЛООБМЕННИКОВ ДЛЯ ТЕПЛОНАСОСНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ПОМЕЩЕНИЙ

Представлена методика проектирования и создания экспериментальных образцов грунтово-водо-водяных теплообменников в специальном исполнении, которые входят в состав теплонасосной системы теплоснабжения части помещений административного корпуса Института технической теплофизики НАН Украины.

Ключевые слова: энергосбережение, нетрадиционная и альтернативная энергия, теплообменник, низкопотенциальная теплота, тепловой насос.

*B.I. Basok, A.R. Koba,
O.M. Nedbailo, M.V. Tkachenko, M.A. Khybina,
T.G. Belyaeva, A.I. Teslya, A.O. Lunina*

DEVELOPMENT OF GROUND-WATER
WATER-HEAT EXCHANGERS FOR HEAT PUMP
TECHNOLOGIES OF THE HEAT SUPPLY
OF PREMISES

Technique of designing and creating of ground-water-water heat exchangers prototypes in a special performance, which are part of the heat pump heating system in the premises of the administrative building of the Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine, is presented.

Key words: energy saving, alternative and unconventional energy, heat exchanger, low-grade heat, heat pump.

Стаття надійшла до редакції 08.04.11