

**Ю.М. Мацевитий, М.Б. Чиркін, Д.Х. Харлампіді,
Є.В. Шерстов, М.О. Кузнєцов, В.О. Тарасова**

Інститут проблем машинобудування НАН України, Харків

ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ І ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ ТЕПЛОНАСОСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА ТЕПЛОТИ В СИСТЕМАХ ТЕПЛО- ТА ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ ОБ'ЄКТІВ ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА



Розглянуто ситуацію щодо застосування теплонасосних технологій у світі та в Україні з метою виробництва теплоти для об'єктів ЖКГ. Проаналізовано причини, що перешкоджають великомасштабному впровадженню теплових насосів в Україні, і подано рекомендації щодо їх подолання. Вивчено проблему раціонального впровадження теплових насосів і проведено дослідження в області оптимального проектування й вибору ефективних режимів експлуатації даного устаткування. Ці дослідження дали можливість сформулювати оптимальні умови конкурентноздатності широкого впровадження теплонасосних систем теплопостачання в Україні.

Ключові слова: тепловий насос, екологія, впровадження, теплопостачання, комунальна енергетика.

У Інституті проблем машинобудування НАН України на протязі травня–грудня 2009 р. виконувався інноваційний проект за назвою, вказану у заголовці.

У звіті до проекту було проаналізовано ситуацію щодо використання теплонасосних технологій у світі й в Україні. Визначено головні причини відставання України в галузі поновлюваних джерел енергії на базі теплонасосних технологій та накреслено завдання, які дадуть змогу Україні в найближчі роки шляхом впровадження теплонасосних технологій частково вирішити актуальні для країни проблеми (зокрема, в ЖКГ), а саме:

★ *економічна* — за рахунок заміщення теплогенераторів, що працюють на спалюванні органічного палива або на принципі безпосереднього перетворення електроенергії в те-

плову, через широкомасштабне впровадження принципово нового способу одержання комунальної теплоти за рахунок перетворення з високою ефективністю низькопотенціального тепла, накопиченого в ґрунті, воді й повітрі, в тепло більш високого температурного потенціалу, придатного для практичного використання;

★ *екологічна* — як за рахунок зменшення викидів парникових і токсичних газів при одержанні однакової кількості теплової енергії для споживачів, так і за рахунок зниження забруднення навколишнього середовища низькотемпературними викидами промислових, сільськогосподарських і побутових об'єктів;

★ *соціальна* — за рахунок зменшення напруги в суспільстві шляхом зниження тарифів на комунальні послуги й підвищення їхньої якості, забезпечення оптимального по енергоспоживанню й комфортного по параме-

трах клімату в побутових, суспільних і виробничих приміщеннях.

З огляду на, те що Україна тільки приступає до освоєння теплонасосної технології, значимість якої доведена успішною роботою мільйонів теплонасосних установок (ТНУ) у розвинених країнах світу і країнах, що розвиваються, перший розділ звіту присвячено техніко-економічному аналізу доцільності застосування ТНУ в Україні. Визначено галузі найбільш раціонального впровадження. Показано, що при існуючому сьогодні рівні цін на теплоносії застосування теплонасосних технологій у виробництві комунальної теплоти за рівнем експлуатаційних витрат в 3–4 рази нижче електроопалення порівняно з вугільними й мазутними котельнями, а при досягненні Україною європейських тарифів на газ буде порівняно й з газовими котельнями. Враховуючи інші позитивні якості теплонасосних технологій (екологічна чистота, сполучення в ТНУ функцій опалювальних пристроїв та теплогенераторів для гарячого водопостачання й кондиціонування, безпека, універсальність теплової потужності, що генерується, та типу низькопотенційного джерела енергії, повна автоматизація тощо), можна впевнено стверджувати, що альтернативи теплонасосним технологіям порівняно з іншими нетрадиційними технологіями немає. Проте ТНУ не можна розглядати як абсолютні заміники традиційних теплогенераторів. При відносно високих первинних капіталовкладеннях у ТНУ тільки на підставі ретельно виконаних техніко-економічних розрахунків слід визначати зони їхнього конкурентоспроможного застосування.

Для одночасного аналізу термодинамічних і економічних факторів при виконанні оптимізаційних розрахунків ТНУ була розроблена та впроваджена термoeкономічна модель теплонасосної системи тепlopостачання. За цільову функцію прийнята перемінна частина річних складових витрат. Витрати електричної енергії на привід у дію компресора, вентиляторів, насосів залежать від режиму роботи

ТНУ, що, у свою чергу, залежить від температурних напорів у теплообмінних апаратах. Останні, як і значення підігріву теплоносіїв, були прийняті як оптимізуючі параметри. Перевага запропонованої моделі полягає в тому, що аналітичне рішення системи рівнянь, використаних для опису ексергії, що перетинає границі елементів моделі, дозволяє знайти оптимальні значення температурних напорів у теплообмінних апаратах, які гарантують мінімальні значення речових складових витрат. Показано можливість і переваги застосування ексергетичних методів для аналізу конструкції й оптимізації режимів роботи ТНУ.

Другий розділ технічного звіту проекту присвячено аналізу існуючих методів розрахунків теплового стану будинків і споруд, де передбачається впровадження теплонасосних установок. Регуляція температурного рівня теплової енергії, генерованої тепловими насосами, потребує, з одного боку, спеціального додаткового устаткування (конвективні конвектори-фанкойли, теплі підлоги), а з іншого — спеціальних схемних рішень для створення конкурентоспроможної системи тепло- і холодопостачання. У звіті проаналізовано різні методики розрахунку теплового стану будинків і з урахуванням особливостей застосування систем на базі ТНУ прийнято та впроваджено базову методику. Базова методика доповнена положеннями, які необхідно врахувати з метою раціонального вибору устаткування (радіаційний теплообмін, теплоінерційність обгороджувальних конструкцій будинку, добова динаміка внутрішніх тепловиділень і ряд інших факторів). На прикладі конкретного соціального об'єкта (дитячого санаторію в м. Харкові) цю методику використано при виконанні передпроектного проектування й техніко-економічного обґрунтування доцільності застосування ґрунтових теплонасосних установок замість існуючого газового опалення. Вперше як окремий етап енергозбереження запропонована попередня термомодернізація будинків санаторію. Запропоновані варіанти термомодер-

нізації, розраховані капіталовкладення і їхня окупність. Попередня термомодернізація будинків санаторію дозволяє на 40 % зменшити розрахункове теплове навантаження, а також окупність застосування ТНУ. Розроблені програмні комплекси застосовуються при розрахунках до виконуваних проектів в ППМаш НАН України і НПП «Інсолар».

З огляду на те, що в Україні не виробляються теплові насоси, які відповідають сучасним вимогам, і що протягом деякого періоду країна змушена імпортувати потрібне устаткування, доцільними вважаються власні наукові дослідження у цій галузі та проведення моніторингу роботи впроваджених теплонасосних установок. Ці дослідження описані і проаналізовані в розділах 3 і 4 звіту.

У третьому розділі розглядаються аспекти підвищення енергетичної ефективності систем тепло- та холодопостачання на базі ТНУ й ХМ (холодильних машин). Такі питання, як вплив неізобарності процесів конденсації й кипіння, вплив гідравлічного опору фреонового контуру на енергетичні показники ТНУ й ХМ, вплив складу багатокомпонентної суміші на неізобарність процесів у гідравлічному контурі, є оригінальними, у такій постановці раніше не вирішувалися і мають науковий і практичний інтерес. Оригінальною може вважатися розроблена методика впливу складності технологічної схеми на термодинамічну й економічну ефективність ТНУ й ХМ. Розробки апробовано й впроваджено на Харківському холодокомбінаті Держкомрезерву України.

Четвертий розділ звіту присвячено моніторингу діючої теплонасосної системи тепло- і холодопостачання. В Україні практично відсутній досвід комплексного дослідження роботи ТНУ в період опалення й період кондиціонування з урахуванням змінності навантажень і зовнішніх погодних факторів. Немає достовірних даних про тепловий стан ґрунту як низькопотенціального джерела у період відбору тепла в зимовий час і накачування скидного тепла в ґрунт улітку. Укрупнені показни-

ки підбору ґрунтових горизонтальних або вертикальних теплообмінників, вартість котрих істотно впливає на загальні капіталовкладення в теплонасосні системи, дозволяють лише дуже приблизно розрахувати необхідну поверхню теплообміну й пов'язані з багатьма факторами, правильно оцінити які можна тільки експериментально. Устаткування, що дає можливість дослідити характеристику ґрунту перед початком проектування, в Україні відсутнє. Тому актуальність термометрування як самого теплового насоса, так і устаткування допоміжних систем збору низькопотенціального тепла й використання високопотенціального тепла у споживача на впроваджених й працюючих ТНУ безперечно.

Для виконання таких досліджень протягом тривалого часу (декілька опалювальних сезонів для збору статистичних даних про режими роботи ТНУ) у рамках цього проекту створено інформаційно-вимірювальний комплекс, що дозволяє на відстані вимірювати й записувати на електронні носії основні параметри роботи теплонасосної системи теплопостачання. Комплекс змонтовано на об'єкті, де за участю авторів було встановлено теплонасосну систему опалювання замість системи на вугільних котлах. Ця система успішно працює на вокзалі ст. Залютинно Південної залізниці, забезпечуючи станцію необхідною кількістю теплоти в опалювальний період, гарячою водою протягом року та кондиціонуванням повітря в приміщеннях у літню пору. Експлуатаційні витрати тільки по системі опалення знижено в 4 рази.

У рамках проекту розроблено інформаційно-вимірювальний комплекс та проведено його пробні випробування по тепловому стану ґрунту, по енергетичних характеристиках ТНУ на початок опалювального сезону 2009–2010 рр. Такі дослідження оригінальні і мають незаперечну наукову цінність при накопиченні дослідних даних протягом декількох опалювальних сезонів.

У п'ятому розділі звіту висловлені міркування щодо питання, чому з такими труднощами

впроваджується в Україні прогресивна теплонасосна технологія, яка в усьому світі використовується широкомасштабно і ефективно.

*Ю.М. Мацевитий, Н.Б. Чиркин, Д.Х. Харлампида,
Е.В. Шерстов, М.А. Кузнецов, В.А.Тарасова*

ВНЕДРЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ
И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ
ТЕПЛОНАСОСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОТЫ В СИСТЕМАХ
ТЕПЛО- И ХЛАДОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ
ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

Рассмотрена ситуация относительно применения теплонасосных технологий в мире и в Украине в целях производства теплоты для объектов ЖКХ. Проанализированы причины, препятствующие крупномасштабному внедрению тепловых насосов в Украине, и даны рекомендации по их преодолению. Изучена проблема рационального внедрения тепловых насосов и проведены исследования в области оптимального проектирования и выбора эффективных режимов эксплуатации данного оборудования. Эти исследования позволили сформировать оптималь-

ные условия конкурентоспособности широкого внедрения теплонасосных систем теплоснабжения в Украине.

Ключевые слова: тепловой насос, экология, внедрение, теплоснабжение, коммунальная энергетика.

*Yu.M. Matsevity, N.B. Chirkin, D.Kh. Kharlampidi,
E.V. Sherstov, M.A. Kuznetsov, V.A. Tarasova*

INTRODUCTION OF ENERGY-SAVING
AND POLLUTION-FREE HEAT PUMP
TECHNOLOGIES OF HEAT PRODUCTION
INTO HEAT AND COLD SUPPLY SYSTEMS
OF HOUSING AND COMMUNAL SERVICES

Situation on application of heat pump technologies of heat production in municipal services worldwide and in Ukraine is considered. Reasons interfered large-scale introduction of heat pumps in Ukraine are analyzed; recommendations on their overcoming are given. The problem of rational introduction of heat pumps is studied. Research on the optimal designing and choice of the effective operation modes of the equipment is carried out. The study allowed generating optimal competitiveness conditions of wide introduction of heat-pumping systems in Ukraine.

Key words: heat pump, ecology, introduction, heat supply, communal power supply.

Надійшла до редакції 12.04.10