

Підвищення еколого-економічної ефективності комунального теплопостачання шляхом використання теплових насосів

В. А. МАНДРИКАⁱ

У статті досліджено еколого-економічні аспекти використання теплових насосів, розглянуто основні умови їх застосування в системі комунального теплопостачання. Для виконання європейських норм та вимог у сфері теплопостачання рекомендовано використовувати перспективні технології та дотримуватися принципів енергоефективності в галузі. У роботі розглянуто проблеми забезпечення ефективності роботи вітчизняного житлово-комунального господарства, серед яких виокремлено низьку енергетичну ефективність отримання теплової енергії та її високу собівартість. Запропоновано варіанти впровадження теплонасосних технологій у системи комунального теплопостачання, проаналізовано економічний та екологічний ефект від реалізації, розраховано термін окупності типової теплонасосної установки, наведено приклади успішного залучення теплових насосів для теплопостачання в країнах ЄС.

Ключові слова: тепловий насос, еколого-економічна ефективність, комунальне теплопостачання, енергетичний ресурс.

УДК 332.142.4

JEL коди: A12, O13, Q42

Вступ. Постановка проблеми. Упродовж останніх років у світі відбувається трансформація уявлень людей про найбільш ефективні та раціональні джерела енергетичних ресурсів. Людство уже підійшло до порогу, за яким вичерпування традиційних (первинних) природних ресурсів передусім нафти й газу набуває незворотного характеру. Цей процес триває на тлі значного підвищення попиту на ці енергоносії, отже, і зростання цін на них. За таких умов спостерігаються зміна конкурентноспроможного складу енергетичних технологій і структури вживаних енергоносіїв, трансформація джерел енергії та витіснення традиційних технологій її виробництва (на основі вуглеводневого палива) іншими аналогами, які використовують відновлювані енергоресурси.

Для України відновлювана енергетика має особливе значення. По-перше, наша держава є енергодефіцитною країною, оскільки свої потреби в енергоресурсах задовольняє лише на 45 % за рахунок власних запасів. По-друге, в її паливно-енергетичному балансі домінує природний газ, частка якого станом на 2016 рік становила 30 %, що значно перевищує відповідні показники європейських країн, які зменшують до мінімуму залежність від викопних енергоресурсів [1]. По-третє, енергоемність валового внутрішнього продукту в Україні значно вища, ніж у багатьох промислово розвинених країнах світу. Так порівняно із середнім значенням по ЄС станом на початок 2016 року для України цей показник був у 3 рази вищим [2].

Відновлювана енергетика достатньою мірою також вирішує екологічну проблему, пов'язану із захистом навколишнього природного середовища від антропогенних

ⁱ Мандрика Владислав Анатолійович, аспірант кафедри економіки та бізнес-адміністрування Сумського державного університету.



забруднень. За таких умов використання інноваційних екологічно чистих технологій генерації енергії замість спалювання вуглеводневого палива стає дуже своєчасним і життєво необхідним.

Критичного значення ситуація з ефективним енергозабезпеченням набуває у вітчизняному житлово-комунальному господарстві (ЖКГ), адже саме ця сфера потребує особливої уваги через свою надмірну енергоємність і займає друге місце в енергобалансі країни, відразу за промисловістю. Одним із напрямів вирішення проблеми ефективного енергетичного забезпечення для комунального теплопостачання може стати широкомасштабне використання теплових насосів. Залучення теплоти за допомогою теплових насосів і термотрансформаторів є однією з найбільш економічно перспективних та екологічно чистих технологій низькотемпературного теплопостачання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемам використання теплових насосів в енергетиці присвячено багато наукових праць. Доцільно виділити публікації вітчизняних науковців, зокрема: Ю. Ф. Снежкіна [3], О. М. Громової [4], Т. Д. Маркової [5], Д. В. Зеркалова [6], Ю. М. Мацевитого [7] та інших, а також зарубіжних вчених, зокрема: Ф. Майсснера, Ф. Укердта [8], В. Паффенбергера [9], Р. Бойла [10], Р. Гарднера [11], які досліджували переваги, особливості та умови використання енергоефективних технологій у сфері теплоенергетики.

Невирішені частини проблеми. Незважаючи на наявні наукові розробки щодо теплових насосів, їх практичне застосування має фрагментарний характер, насамперед, в Україні, де до цього часу відсутній загальнодержавний стандарт із використання теплонаосної технології для нових житлових будівель. Водночас для вітчизняної економіки надзвичайно гострою є проблема енергоефективного комунального теплозабезпечення, оскільки для генерації теплоти комунального призначення, величина якої в загальному енергетичному балансі країни сягає 55 %, витрачається близько 27 % від загального обсягу використаного палива в державі [12]. Якщо врахувати, що галузь ЖКГ споживає переважно природний газ, то питання надійного теплозабезпечення населення набуває яскраво вираженого соціального забарвлення. Тому для економіки України проблема еколого- й енергоефективного розвитку сфери теплопостачання має першочергове значення і повинна бути докладно вивчена.

У зв'язку з вищевикладеним **метою статті** є аналіз еколого-економічної доцільності впровадження технології теплових насосів у комунальному теплопостачанні України для збільшення енергоефективності об'єктів ЖКГ та покращання еколого-економічних показників їх роботи.

Викладення основного матеріалу. В теплових насосах низькопотенціальна (низької температури) природна енергія похідних енергоносіїв перетворюється в енергію більш високого температурного потенціалу, придатну для подальшого практичного використання. Процеси перетворення енергії на теплових насосах відбуваються з високою енергетичною ефективністю. Так, у парокомпресійному тепловому насосі на 1 кВт·год витраченої електричної енергії отримують 3–4 та більше кВт·год генерованої теплової енергії [13]. При цьому теплові насоси є екологічно чистими технологічними установками, оскільки в них не відбувається викидів холодогента і забруднення навколишнього природного середовища при передачі теплової енергії, відсутні процеси спалювання, що відбуваються зі значними викидами вуглекислого газу та інших сполук, що чинять шкідливий вплив на екологію і здоров'я людей.

Теплові насоси значно поширені у світі. Десятки мільйонів таких працюючих установок різного призначення зробили цю технологію отримання теплоти звичною, надійною й економічно вигідною для її користувачів. Особливо ефективні теплові насоси для використання у житлово-комунальному секторі економіки, де дороге і дефіцитне органічне паливо споживається у великих розмірах.

Широкомасштабне застосування теплонасосних технологій є одним із ключових завдань енергетичної політики більшості країн Європейського Союзу, Америки, Азії, Австралії [14]. Збільшення з кожним роком кількості упроваджених теплових насосів у системах теплопостачання житлових будинків, промисловості, сільському господарстві сприяє успішному вирішенню низки гострих проблем: економічних (зменшення споживання органічного палива), екологічних (скорочення забруднення навколишнього природного середовища), соціальних (зниження тарифів на комунальні послуги, створення комфортних умов життя людей).

З економічної точки зору теплонасосні установки мають значні переваги порівняно із традиційними системами обігріву (газовими або дров'яними котлами, електричними конвекторами). При споживанні 1 кВт електричної енергії, яка використовується для роботи компресора, тепловий насос виробляє до 5 кВт корисної теплової енергії, тоді як у звичайних котлах при спалюванні 1 кВт енергії палива з урахуванням втрат максимум можна отримати 0,8 кВт теплової енергії. Для електричних конвекторів це відповідно 0,95 кВт теплової енергії на 1 кВт спожитої енергії. Згідно з цим за розрахунками експертів термін окупності теплового насоса для приватного будинку коливається в діапазоні 4–7 років залежно від потужності та коефіцієнта перетворення. Це порівняння та детальні техніко-економічні розрахунки дають можливість обґрунтувати використання технології теплових насосів [15].

На сьогодні економічна й енергетична ситуація в Україні і технічний рівень, досягнутий у світовому теплонасособудуванні, сприяють широкому використанню теплових насосів у вітчизняному ЖКГ. У той самий час в Україні відсутнє власне виробництво теплових насосів, які б відповідали міжнародним стандартам. Відзначимо, що у багатьох наукових публікаціях, зокрема у [16], розглядаються особливості проектування систем теплозабезпечення на базі теплових насосів, однак на сьогодні практично відсутні загальноприйняті методики їх проектування, а кількість упроваджених теплових насосів в країні оцінюється декількома сотнями штук. В контексті зазначеного можна стверджувати, що реалізація цієї технології в Україні у найближчі 5–8 років буде відбуватися здебільшого за рахунок імпортованого обладнання, і досвід держав-лідерів у цьому питанні – Японії, США, Канади та країн ЄС – буде нам дуже корисним.

Необхідно відмітити, що питаннями проектування, виготовлення й упровадження теплових насосів займаються найбільші енергетичні корпорації світу. Головним координатором політики імплементації теплонасосних технологій є Міжнародне енергетичне агентство (МЕА), діяльність якого, у свою чергу, координується з Європейською асоціацією теплових насосів і національними комітетами зацікавлених країн. Така політика дає можливість об'єднати зусилля держав для більш ефективного упровадження передових енергоефективних технологій.

Найбільшого використання теплові насоси набули в системах життєзабезпечення об'єктів житлового комплексу та соціального призначення, виробничих та адміністративних приміщень. Так, частка упровадження теплових насосів у системах опалення США для котеджів, що будуються, становить 30 %, а при новому будівництві

громадських будинків обов'язково використовуються теплові насоси – це закріплено Федеральним законодавством США [17]. В Європі останніми роками постійно зростає попит на теплонасосні установки. Так, у Німеччині до 2020 року очікується потрійне збільшення їх продажів порівняно з 2010 роком і відповідне зменшення попиту на опалювальні котли. У Франції за той самий період прогнозується зростання упровадження такої технології в системах опалення в 2 рази. Подібна ситуація спостерігається у Швеції, Великобританії, Данії. Доволі інтенсивно розвивається цей ринок у країнах Прибалтики, Росії, Білорусі та ін. [18].

Стрімкий розвиток світового ринку теплових насосів, окрім переваги такої технології в енергетичному й еколого-економічному аспектах, пояснюється також:

1) підвищенням вимог до енергоефективності теплоенергетичного обладнання і термоізоляції будівель;

2) уведенням в дію урядами низки країн пільгових законодавчих актів та преференцій, які заохочують розробленням та упровадженням енергоефективного й екологічно чистого обладнання і технологій, що використовують відновлювані джерела енергії;

3) значною довгостроковою економічною вигодою, що базується на зменшенні кількості енергії, яка споживається для опалення, та її ефективному використанні.

Світовий ринок в основному базується на аеротермальних теплових насосах типу «повітря-повітря» та «повітря-вода» (де як низькопотенціальне джерело енергії використовується повітря), на водяних типу «вода-вода» із використанням енергії природних та штучних водойм і геотермальних теплових насосів, які використовують енергію ґрунту та ґрунтових вод.

І все ж наразі найбільшим попитом користуються геотермальні (ґрунтові) установки. Вони забирають теплоту, накопичену у верхніх шарах ґрунту, за допомогою горизонтальних колекторів або теплоту глибинних шарів ґрунту – за допомогою вертикальних зондів. Спосіб практично доступний, досить універсальний, термічно стабільний та ефективний, оскільки що вже на глибині декілька метрів температура зовнішнього середовища не впливає на температуру ґрунту.

Компанія «Danfoss» розробила третє покоління геотермальних теплових насосів, які забирають низькопотенціальну теплову енергію із свердловин, горизонтальних колекторів у водоймищах. Революційна технологія дає можливість зменшити витрати на теплозабезпечення до 75 %. У Норвегії теплові насоси нового покоління, забираючи тепло із морської води, забезпечують централізоване теплопостачання багатьох приморських міст.

В останні 5–7 років дослідниками велика увага приділяється питанням експлуатації, удосконаленню конструкцій і подальшому підвищенню енергоефективності ґрунтових теплових насосів. Особлива роль при цьому відводиться інверторному приводу. Теплові насоси з інверторною технологією забезпечують на 30 % більший коефіцієнт перетворення енергії порівняно з неінверторними. Завдяки такому приводу програмно реалізуються стабільність та продуктивність системи в цілому.

Надважливою характеристикою теплових насосів є температура гарячої води на виході. Залежно від її значення насоси поділяються на низькотемпературні (50–59 °С), середньотемпературні (60–69 °С) і високотемпературні (70 °С та більше). Частіше за все низькотемпературні системи використовуються для панельного або підлогового опалення, оскільки таких значень температури недостатньо для водяного опалення або підігріву води для побутових цілей. Якщо ж виявляється нестача теплотворної здатності

насоса, то практикується впровадження бівалентної системи опалення, коли в роботу включається додатковий теплогенератор, частіше за все електричний або газовий котел. Також необхідно відмітити, що в Японії розроблено тепловий насос, здатний нагрівати теплоносії до 900 °C за рахунок унікального холодоагента.

Основним критерієм економічної доцільності використання теплонасосних установок є їх конкурентоспроможність. При цьому визначальною характеристикою є тепловий коефіцієнт перетворення енергії для установки, визначаючи економічні переваги теплових насосів. Чим більший тепловий коефіцієнт, тим більш ефективно буде використовуватися електрична енергія, що споживається під час роботи, а це означає, що буде отримано більшу економію ресурсів. На жаль, все ж існують перешкоди для більш широкого впровадження технології. Зокрема, для ефективної роботи теплового насоса необхідна якісна мережа трубопроводів, потужний та економічний компресор, надійний холодоагент, що вимагає збільшення капітальних витрат, необхідних для запуску установки, але при цьому зменшуються експлуатаційні витрати й витрати на її плановий ремонт.

Конкуренція між компаніями-постачальниками теплонасосного обладнання обумовлює безперервне удосконалення технологій виробництва та зменшення собівартості продукції, покращання їх експлуатаційних характеристик, підвищення надійності і терміну експлуатації. Удосконалення теплових насосів стосується передусім покращання ефективності перетворення енергії, збільшення температури генерованого теплоносія та зменшення загальних капітальних витрат на установку завдяки цьому.

Необхідно зазначити, що останні досягнення у створенні високоефективних та потужних теплових насосів свідчать про можливість їх більш широкої інтеграції в системи централізованого тепlopостачання та енергетичні комплекси [19]. Разом із тим для кожного проекту лише економічні і технічні розрахунки визначають доцільність упровадження такого альтернативного джерела енергії та дають змогу підібрати необхідний вид установки для конкретного випадку. Спрощений підхід до вибору потужності і комплектуючих, підбору схемних рішень та монтажу теплового насоса може призвести до дискредитації самої ідеї використання такої технології вітчизняним споживачем, адже для забезпечення максимальної ефективності необхідно правильно обрати тип та схему установки.

На сьогодні собівартість теплоти, генерованої в тепловому насосі, залишається вищою порівняно з деякими традиційними опалювальними системами, що працюють на викопному паливі (наприклад, газовими котлами з високим коефіцієнтом корисної дії). Тому виключно за рахунок енергетичної ефективності для теплових насосів забезпечується позитивний економічний ефект у довготривалій перспективі, на яку основний вплив чинить вартість заміщуваного палива (необхідно враховувати, що ціна на газ може поступово зростати). Експерти стверджують, що теплонасосні технології ще перебувають на стадії безперервного вдосконалення і варто очікувати 2–3 – разового підвищення їх енергоефективності вже до 2030 року [20].

Захист навколишнього природного середовища, зниження обсягів викидів токсичних газів і CO₂ завдяки використанню теплових насосів є основними темами багатьох світових наукових конференцій зі зміни клімату, програм Міжнародного енергетичного агентства. Європейський Союз у 2016 р. затвердив Директиву «Renewable energy directive 2020», відповідно до якої повітряні та геотермальні теплові насоси як системи відновлювальної енергетики привіляються за привілеями до сонячних установок і

вітрогенераторів [21]. Це дало поштовх багатьом державам для розроблення додаткових дотаційних і пільгових програм та законодавчих документів, які стимулюють використання теплонасосних технологій. І все ж необхідно підкреслити, що саме стимулювання на державному рівні було і залишається головним фактором широкомасштабного впровадження такої технології.

Наприклад, у Великобританії державна програма з енергоефективності дає можливість інвесторам отримувати податкові пільги за умови впровадження теплонасосних установок із коефіцієнтом перетворення не менше 3,7. У Бельгії на таку установку надається субсидія у розмірі 75 % від вартості теплового насоса. В Японії державна субсидія у розмірі від 450 дол. США призначається для впровадження технології теплових насосів у побуті і від 1 500 до 2 300 дол. США – для установок комерційного використання. У Франції гарантується податковий кредит розміром 50 % від ціни теплового насоса [22]. Варто підкреслити, що сучасні досягнення у теплонасособудуванні, кваліфіковане проектування й експлуатація, поряд із державною підтримкою та детальним економічним обґрунтуванням, роблять теплові насоси раціональною та конкурентоспроможною технологією.

Висновки. Упровадження теплонасосної технології поєднано з одночасною термомодернізацією будівель є для України найбільш прийнятною моделлю у сфері теплозабезпечення і заслуговує на особливу увагу. При цьому широке застосування теплових насосів – найбільш надійний і перевірений шлях, що веде до повної відмови від споживання природного газу в житлово-комунальному секторі й істотного зниження тарифів на тепло. Однак, як і раніше, головною перешкодою на шляху впровадження технології залишаються досить високі початкові капіталовкладення, про що свідчить вартість теплонасосного обладнання на українському ринку.

До причин, що стримують розвиток такого виду відновлюваного джерела енергії, необхідно віднести також конфлікт між стратегічними інтересами енергопостачальних компаній, і зацікавлених у максимальному збільшенні обсягів продажу традиційних енергоресурсів, та інтересами споживачів, які прагнуть мінімізувати обсяги споживання паливно-енергетичних ресурсів. Зрозуміло, що використання теплових насосів обумовить зниження закупівель споживачами теплової енергії, отриманої традиційним способом і, як наслідок, до дисбалансу між попитом і пропозицією на ринку викопних енергоносіїв, а це вже буде невигідно компаніям-енергопостачальникам. Тому саме широкомасштабне застосування теплових насосів та впровадження технологій, що використовують альтернативні джерела енергії, зможе забезпечити енергетичну незалежність споживачів, а також змусить енергетичні компанії зменшувати собівартість та ціну енергоресурсів для того, щоб витримувати конкуренцію на енергоринку країни. У свою чергу, це об'єктивно можливо зробити лише за рахунок промислового впровадження «зелених» енергоефективних теплонасосних технологій.

Література

1. Після 2020 року необхідність імпорту газу з РФ визначається нулями [Електронний ресурс]. – kiev.ua, 8.06.2017. – Режим доступу : <http://m.day.kyiv.ua/uk/article/ekonomika/ukrayina-utochnyuye-strategichni-oriyentyry-v-energetyци>.
2. *Енергоемкість ВВП України в 3–4 рази вище, чем в ЕС* [Електронний ресурс]. – greenergy, 11.03.2016. – Режим доступу : <http://greenergy.com.ua/novosti/e-nergоеmkost-vvp-ukrainy-v-3-4-raza-vy-she-chem-v-es/>.

3. *Снежкін, Ю. Ф.* Теплові насоси в системах теплохолодопостачання : монографія / Ю. Ф. Снежкін, Д. М. Чалаєв, В. С. Шаврин, Н. О. Дабіжа. – К. : Поліграф-Сервіс, 2008. – 104 с.
4. *Громова, О. М.* Теплонасосна енергетика в екологізації паливно-енергетичного комплексу України: перспективи розвитку та механізми управління : монографія / О. М. Громова, О. Л. Гетьман, Т. Д. Маркова. – Одеса : ІПРЕЕД НАН України, 2013. – 195 с.
5. *Маркова, Т. Д.* Механізми управління використанням джерел енергії довкілля в Україні : дис. канд. екон. наук : 08.00.06 / Маркова Тетяна Дмитрівна. – Одеса, 2014. – 226 с.
6. *Зеркалов, Д. В.* Енергозбереження в Україні: монографія / Д. В. Зеркалов. – Київ : Основа, 2012. – 582 с.
7. *Мацевитый, Ю. М.* Об использовании тепловых насосов в мире и что тормозит их широкомасштабное применение в Украине / Ю. М. Мацевитый, Н. Б. Чиркин, А. С. Клепанда. // Энергосбережение, Энергетика, Энергоаудит. – 2014. – № 2. – С. 2–17.
8. *Майсснер, Ф.* Розвиток відновлюваних джерел енергії в Україні: потенціал, перешкоди і рекомендації щодо економічної політики [Електронний ресурс] / Ф. Майсснер, Ф. Укердт // Федеральне міністерство довкілля, охорони природи і безпеки ядерних реакторів (BMU), Німеччина. – 18 листопада 2010 р. – Режим доступу : http://www.ier.com.ua/files/Projects/2010/2010_13/BE-Studie-ErneuerbareEnergien-ukr_final.pdf.
9. *Pfaffenberger, W.* Economics of renewable energy [Electronic resource] / W. Pfaffenberger // Erneuerbare Energien: Ein Weg zu einer Nachhaltigen Entwicklung? (Vorlesungsmanuscripte des 8.Ferienkurses "Energieforschung" vom 23. bis 27. September 2002). – Jülich, Forschungszentrum Jülich GmbH, 2002. – Accessed mode : <http://www.zbl.fz-juelich.de/verlagextern1/index.asp?msg=schreiftreihen&Schriftreihe=21>.
10. *Boyle, R.* Global Trends in Sustainable Energy Investment 2008. Analysis of Trends and Issues in the Financing of Renewable Energy and Energy Efficiency / [R. Boyle, Ch. Greenwood, A. Hohler etc.] // United Nations Environment Programme and New Energy Finance Ltd, 2008. – 295 p.
11. *Gardner, R. N.* Negotiating Survival: Four Priorities after Rio / R. N. Gardner. – New York : Council on Foreign Relations Press, 1992. – P. 15.
12. *Економічна статистика / Економічна діяльність / Енергетика [Електронний ресурс].* – ukrstat.gov.ua, 2017. – Режим доступу : http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/energ.htm.
13. *Тепловой насос [Електронний ресурс].* – progress21.com.ua, 2017. – Режим доступа : <http://progress21.com.ua/ru/energoberegayushchie-tekhnologii/teplovoj-nasos>.
14. *Гнип, О. М.* Енергетична політика ЄС та російські інтереси в енергетичній сфері [Електронний ресурс] / О. М. Гнип // Науковий вісник Дипломатичної академії України. – 2012. – Вип. 18 (спец. вип.). – С. 71–76. – Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvdau_2012_18%28spets._13.
15. *Переваги теплових насосів [Електронний ресурс].* – teplo-zemli.uz.ua, 2017. – Режим доступу : http://teplo-zemli.uz.ua/?page_id=87.
16. *Хлієва, О. Я.* Оцінка доцільності використання теплового насосу у системі підлогового опалення приватного житлового будинку / О. Я. Хлієва, О. А. Поберезкін, І. О. Кузнецов // ХНУГХ ім. А. Н. Бекетова. – 2014. – Режим доступу : <http://eprints.kname.edu.ua/38331/1/46-50.Pdf>.
17. *Шляхи використання теплових насосів [Електронний ресурс].* – msd.in.ua, 2017. – Режим доступу : <https://msd.in.ua/shlyaxi-vikoristannya-teplovix-nasosiv/>.
18. *NIBE придбала компанію TECHNIBEL у Франції [Електронний ресурс].* – nibe.ua, 2016. – Режим доступу : <http://www.nibe.ua/Nyhetslista/start2016/>.
19. *Степаненко, В. А.* Тепловые насосы в системах теплоснабжения и кондиционирования городов и зданий Украины в 21 веке / В. А. Степаненко, А. С. Афанасьев // Международная конференция «Тепловые насосы в странах СНГ», 2013 г., г. Алушта (Крым, Украина). – С. 8–11.

20. *Особенности рынка тепловых насосов в Швеции* [Электронный ресурс]. – esco.co.ua, 2015. – Режим доступа : http://esco.co.ua/journal/building/2015_3_4/log/art65.html.
21. *Public consultation on the Renewable Energy Directive for the period after 2020* [Electronic resource]. – ec.europa.eu, 2015. – Accessed mode : <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/Summary%20RED%20II%20Consultation.pdf>.
22. *Энергия из воздуха* [Электронный ресурс]. – aw-therm.com.ua, 2017. – Режим доступа : <https://aw-therm.com.ua/energiya-iz-vozduha>.

Отримано 03.10.2017 р.

**Повышение эколого-экономической эффективности коммунального
теплоснабжения путем использования тепловых насосов**

ВЛАДИСЛАВ АНАТОЛЬЕВИЧ МАНДРЫКА*

** аспирант кафедры экономики и бизнес-администрирования
Сумского государственного университета,
ул. Р.-Корсакова, 2, г. Сумы, 40007, Украина,
тел.: 00-380-542-332223, e-mail: v.mandryka@econ.sumdu.edu.ua*

В статье исследованы эколого-экономические аспекты использования тепловых насосов, рассмотрены основные условия их применения в системе коммунального теплоснабжения. Для выполнения европейских норм и требований в сфере теплоснабжения рекомендовано использовать перспективные технологии и придерживаться принципов энергоэффективности в отрасли. В работе рассмотрены проблемы обеспечения эффективности работы отечественного жилищно-коммунального хозяйства, среди которых выделены низкая энергетическая эффективность получения тепловой энергии и ее высокая себестоимость. Предложены варианты внедрения теплонасосных технологий в системы коммунального теплоснабжения, проанализированы экономический и экологический эффекты от реализации, рассчитан срок окупаемости типичной теплонасосной установки, приведены примеры успешного привлечения тепловых насосов для теплоснабжения в странах ЕС.

Ключевые слова: тепловой насос, эколого-экономическая эффективность, коммунальное теплоснабжение, энергетический ресурс.

*Mechanism of Economic Regulation, 2017, No 4, 201–210
ISSN 1726-8699 (print)*

**Increase of Ecological and Economic Efficiency
of Municipal Heat Supply by Using Heat Pumps**

VLADISLAV A. MANDRYKA*

** Postgraduate Student of the Department of Economics and Business Administration,
Sumy State University,
R.-Korsakova Str., 2, Sumy, 40007, Ukraine,
phone: 00-380-542-332223, e-mail: v.mandryka@econ.sumdu.edu.ua*

Manuscript received 3 October 2017

In the article the ecological and economic aspects of the use of heat pumps are investigated, the main conditions of their application in the system of municipal heat supply are considered. For the implementation of European norms and requirements in the field of heat supply it is recommended to use promising technologies and adhere to the principles of energy efficiency in the industry. The paper considers the problems of ensuring the efficiency of the domestic housing and utilities sector, among which the low energy efficiency of thermal energy and its high cost is isolated. The proposed options for the implementation of heat pump technology in the district heating system, analyzed the economic and environmental effects of the implementation, calculated the payback period of the typical heat pump plant, examples of successful involvement of heat pumps for heat supply in the EU countries.

Keywords: heat pump, ecological and economic efficiency, public heat supply, energy resources.

JEL Codes: A12, O13, Q42

References: 22

Language of the article: Ukrainian

References

1. *Pislia 2020 roku neobkhdnist importu hazu z RF vyznachaietsia nuliamy* [After 2020, the need for gas imports from Russia is determined by zero] (2017). Retrieved from <http://m.day.kyiv.ua/uk/article/ekonomika/ukrayina-utochnyuye-strategichni-oriyentiry-v-energetyky>.
2. *Energoemkost VVP Ukrainy v 3-4 razy vishe chem v ES* [Energoyemkost VVP Ukrainy v 3–4 raza vyshe. chem v ES] (2016). Retrieved from <http://greenergy.com.ua/novosti/e-nergoemkost-vvp-ukrainy-v-3-4-raza-vy-she-chem-v-es/>.
3. Snejkin, Y. F., Chalaev, D. M., Shavrin, V. S., Dabija, N. O. (2008). *Teplovi nasosu v sistemah teploholodopostachannia* [Heat pumps in systems of heat-supplying]. K.: «Polihraf-Servis», 104.
4. Gromova, O. M., Getman, O. L., Markova, T. D. (2013). *Teplonasosna energetyka v ekolozhizatsii paluvno-energetichnogo kompleksu Ykraiinu: perspektivu porvitky ta mehanizmu upravlinnia* [Heat pump power engineering in environmentalizing Ukraine's fuel and energy complex: prospects for development and management mechanisms]. Odesa: IPREED NAN Ukrainy, 195.
5. Markova, T. (2014). *Mehanizmu upravlinnia vukorustanniam djerel energii dovkillia v Ukraini* [Mechanisms for managing the use of energy sources in Ukraine]. (PhD thesis). Odesa, 226.
6. Zerkalov, D. V. (2012). *Energoberezeniia v Ukraini* [Energy saving in Ukraine]. Kyiv: Osnova, 582.
7. Matcevituy, Y., Chirkin, N., Klepanda, A. (2014). *Ob ispolzovanii teplovuh nasosov v mire I chto tormozit ih shirokomashtabnoe primenenie v Ukraine* [The use of heat pumps in the world and what hinders their large-scale application in Ukraine]. *Energoberezenie, Energetika, Energoaudit* (2), 2–17.
8. Maisner, F., Ykerd, F. (2010). *Rozvitok vidnovlyvanuh djerel energii v Ukraini: potencial, pereshkodu i rekomendacii schodo ekonomichnoi polituku* [Renewable energy development in Ukraine: potential, obstacles and recommendations for economic policy]. Federalne ministerstvo dovkillia, okhorony pryrody i bezpeky yadernykh reaktoriv (BMU), Nimechchyn. Retrieved from http://www.ier.com.ua/files/Projects/2010/2010_13/BE-Studie-ErneuerbareEnergien-ukr_final.pdf.
9. Pfaffenberger, W. (2002). *Economics of renewable Energy. Erneuerbare Energien: Ein Weg zu einer Nachhaltigen Entwicklung?* (Vorlesungsmanuskripte des 8.Ferienkurses «Energieforschung» vom 23. bis 27. September 2002). Jülich, Forschungszentrum Jülich GmbH, 2002.
10. Boyle, R., Greenwood, Ch., Hohler, A. and oth. (2008). *Global Trends in Sustainable Energy Investment 2008. Analysis of Trends and Issues in the Financing of Renewable Energy and Energy Efficiency. United Nations Environment Programme and New Energy Finance Ltd*, 295.
11. Gardner, R. N. (1992). *Negotiating Survival: Four Priorities after Rio*. New York: Council on Foreign Relations Press, 15.
12. *Ekonomichna statystyka / Ekonomichna diialnist / Enerhetyka* [Economic statistics / Economic activity / Energy] (2017). Retrieved from http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/energ.htm.

**В. А. Мандрика. Підвищення еколого-економічної ефективності
комунального теплопостачання шляхом використання теплових насосів**

13. Teplovui nasos [Heat pump] (2017). Retrieved from <http://progress21.com.ua/ru/energoberegayushchie-tehnologii/teplovoj-nasos>.
14. Gnip, O. (2012). Energetichna polituka ES ta Rosiiski ineteresu v energetichnii sferi [EU Energy Policy and Russian Energy Interests], *Naykovui visnul Diplomatichnoi akademii Ukrainu*, (18), 71–76.
15. *Perevagu teplovuh nasosiv* [Advantages of heat pumps] (2017). Retrieved from http://teplozemli.uz.ua/?page_id=87.
16. Hlieva, O., Poberezkin, O., Kyznetcov, I. (2014). Otcinka dotcilnosti vukorustannia teplovogo nasosu y sustemi pidlogovogo opalennia jitlovogo bydunky [Assessment of the feasibility of using a heat pump in the system of underfloor heating in a private residential building]. *HNYGH im. A. N. Beketova*. Retrieved from <http://eprints.kname.edu.ua/38331/1/46-50.Pdf>.
17. Shliahu vukorustaniia teplovuh nasosiv [Ways of using heat pumps] (2017). Retrieved from <https://msd.in.ua/shlyaxi-vikoristannya-teplovix-nasosiv/>.
18. NIBE prubala kompaniu TECHNIBEL y Francii [NIBE acquired TECHNIBEL in France] (2016). Retrieved from <http://www.nibe.ua/Nyhetslista/start2016/>.
19. Stepanenko, V., Afanasiev, A. (2013). *Teplovue nasosu v sistemah teplosnabjennia I kondicionirovania gorodov i zdanii Ukrainu v 21 veke* [Heat pumps in the systems of heat supply and conditioning of cities and buildings of Ukraine in the 21st century], *Mejdynarodnaia konferencia «Teplovue nasosu v stranah SNG»*. Alyshta, 8–11.
20. Osobennosti punka teplovuh nasosov Shvecii [Peculiarities of the market of heat pumps in Sweden] (2015). Retrieved from http://esco.co.ua/journal/building/2015_3_4/log/art65.html.
21. *Public consultation on the Renewable Energy Directive for the period after 2020* (2015). Retrieved from <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/Summary%20RED%20II%20Consultation.pdf>.
22. *Energia iz vozduha* [Energy from the air] (2017). Retrieved from <https://aw-therm.com.ua/energiya-iz-vozduha>.