

УДК 621.57

М.Ю Бірюкова-Стефанюк, керівник В.І. Дешко
 НТУУ «КПІ» Інститут енергозбереження та енергоменеджменту, м. Київ, Україна

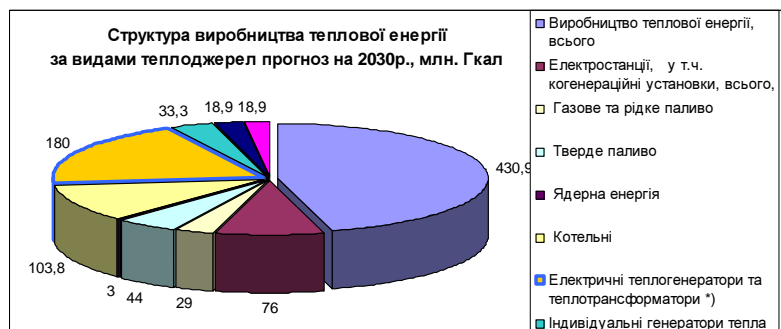
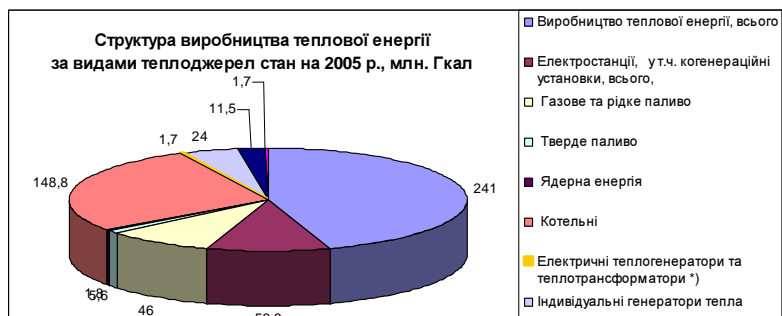
Фактори впливу та ризики при роботі систем з тепловими насосами в умовах України

The main technical, economical factors were examined, that have influence on implementation and efficiency of work of a systems with heat pumps for the needs of heat supply in Ukraine. The list of possible risks ,which concern realization of such projects, is given.

Рассмотрены основные технические, экономические факторы, что влияют на внедрение и эффективность работы систем с тепловыми насосами для нужд теплоснабжения в условиях Украины. Перечислены возможные риски, связанные с реализацией такие проектов.

Розглянуті основні технічні, економічні актори, що впливають на впровадження та ефективність роботи систем з тепловими насосами для потреб теплозабезпечення в умовах України. Перелічені можливі ризики, пов'язані з реалізацією таких проектів.

Відомо, що житлово-комунальне господарство (ЖКГ) є найважливішою соціальною галузю, де експлуатується майже 25% основних фондів країни та використовується близько 26% топливно-енергетичних ресурсів України. В то же час ця галузь економіки є найбільш технічно відсталою з цілою низкою все загострюючихся проблем. Середня витрата теплової енергії, що використовується для опалення житлового фонду в 4-5 раз вище, ніж аналогічні показники для таких «холодних» країн, як Норвегія, Швеція та Фінляндія. В регіонах с низькою щільністю забудови, що характерно для сільської місцевості, де проживає близько 40% населення України, показники енергоефективності використання теплоти в житлово-комунальному секторі ще нижче. В цій групі децентралізованих енергоспоживачів експлуатуються сотні тисяч індивідуальних генераторів тепла, існуючих, як правило, низкоефективне обладнання з підвищеним викидом забруднюючих речовин в атмосферу.



З цього можна зробити висновки, що нашій країні треба якомога швидше зменшувати власну залежність від імпортованого палива, та збільшувати долю використання чистих поновлюваних джерел енергії. Перспективним напрямком у цьому плані є розвиток теплонасосних технологій для тепло- та холодозабезпечення. У відповідності до "Енергетичної стратегії України на період до 2030 року" (затвердженої розпорядженням Кабінету міністрів України №145-р від 15 березня 2006) розвиток системи теплопостачання планується здійснювати шляхом поступового нарощування виробництва теплоти на базі електричних

теплогенераторів (переважно теплових насосів). Планується, що до 2030 р. об'єм виробництва теплової енергії електричними теплогенераторами (з виристанням теплових насосів) збільшиться до 180 млн Гкал, порівно з 1,7 Гкал в 2005 р., що дозволить зменшити залежність від імпортованих видів палива, підвищити енергетичну безпеку, зменшити обсяги викидів парникових газів.

Тепловий насос (ТН) являє собою циклічно діючу машину, призначену для виробництва тепла за рахунок примусового вилучення тепла з довкілля із витратою енергії зовнішнього приводу-електричної, механічної, хімічної, теплової та ін. ТН, що використовуються на практиці, поділяються на компресійні (найбільш поширені), абсорбційні, пароежекторні, термоелектричні.

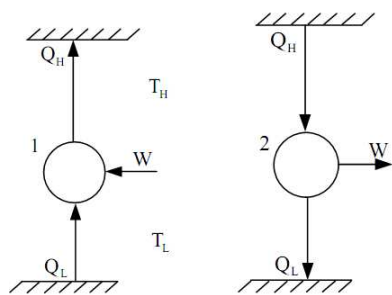


Рис. 1. Термодинамічна схема теплового насоса і теплового двигуна:

1 – тепловий насос; 2 – тепловий двигун;
 T_H – висока температура; T_L – низька температура

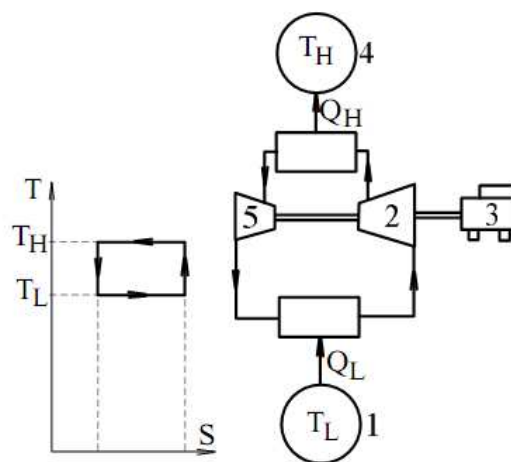


Рис. 2. Ідеальний теплонасосний цикл Карно:

1 – джерело тепла; 2 – компресор;
 3 – привідний двигун; 4 – споживач тепла;
 5 – розширювальна машина.

Джерелами тепла для теплового насоса можуть бути: вода, ґрунт, повітря та ін. Якщо для малих ТН передбачається переважне використання теплоти повітря, поверхневих шарів ґрунту, неглибоко залягаючих вод та інших джерел, то для теплонасосних станцій (ТНС) прогнозується необхідність використання великих басейнів вод, що передбачає звернення до таких джерел як теплота поверхневих (морська вода, вода озер та річок), теплота підземних вод (при поверхневі води, артезіанські води, термальні води), енергія вторинних енергоресурсів (ВЕР), таких як вентиляційні викиди, теплота з систем охолодження, скидні води з систем оборотного водопостачання; стічні води, каналізаційні стоки тощо. Стосовно ТНС великої потужності, то тут слід обмежитися лише поверхневими, підземними низькотемпературними та термальними водами, оскільки саме вони можуть забезпечувати необхідні об'єми подачі води та мають достатній температурний потенціал. Питання полягає лише у їх наявності на тій чи іншій території чи конкретній площадці. Але навіть при наявності достатнього потенціалу ресурсів, у всіх країнах СНД і також в Україні існує серйозне відставання у питаннях дослідження і практичного впровадження теплонасосної техніки головним чином через порівняно низькі тарифи на викопні види палива та електроенергію та через політичні чинники. Впровадження та підтримка розвитку систем з ТН залишається декларативною, впроваджуються лише поодинокі проекти, переважно в приватному секторі.

Ідеальне джерело тепла для теплових насосів, встановлених в будинках, характеризується:

- ✓ високою та стабільною температурою під час опалювального сезону
- ✓ доступністю
- ✓ низькими корозійними властивостями та екологічною чистотою
- ✓ низькими інвестиційними та експлуатаційними витратами.

При оцінці проектів з ТН та порівнянні їх з іншими джерелами теплопостачання, особливо якщо проект реалізується не за власні кошти та повернення грошей має здійснюватись за рахунок економії, слід якомога детальніше розглянути всі необхідні фактори, для забезпечення мінімальних інтегрованих витрат за термін життя проекту та більш реальної оцінки терміну окупності і зменшення ризиків проекту.

Зазвичай теплові насоси, як найбільш дороге обладнання, підбираються по потужності на величину базових навантажень за графіком їх зміни. Це забезпечує максимальне використання теплових насосів і більш стабільний режим їх роботи. В якості додаткових традиційних джерел теплової енергії, призначених для покриття пікових навантажень, доцільно застосовувати нагрівачі, що легко піддаються автоматизації роботи, наприклад, електричні або газові. Нагрівачі можуть встановлюватися по відношенню до теплових насосів як паралельно (із змішуванням потоків теплоносія), так і послідовно (догревання теплоносія).

При бівалентній роботі ТН типу повітря-вода для опалення будинку котеджного типу в залежності від співвідношення між ТН та електричним котлом витрати становитимуть:

Таблиця 1 Показники витрат роботи ТН в бівалентному режимі

номер варіанта	Потужність ТН, кВт	Потужність електро-котла, кВт	Капітальні витрати, грн	Експлуатаційні витрати, грн	Інтегровані витрати, грн
вар.1	23	3,5	91208	79470	170678
вар. 2	14	10,5	62384	81166	143550
вар. 3	11,2	13	59784	84858	144642

Важливо враховувати не тільки існуючі тарифи на енергоносії для системи з ТН та альтернативної системи, але й прогнозні значення їх зміни. Коефіцієнт перетворення (COP) теплонасосних установок впливає на експлуатаційні витрати і залежить від температури низькопотенційного джерела тепла, температури теплоносія в системі опалення, від типу холодагента, що використовується у внутрішньому контурі, від ступіню досконалості реального циклу у порівнянні з ідеальним, і тому у кожній установці зміна COP протягом опалювального сезону має індивідуальний характер. Більш дешеві ТН можуть програвати більш дорогим аналогам за рахунок збільшення витрат на енергоресурси та обслуговування. Навемти кількісні показники. При зміні співвідношення між ТН та додатковим джерелом знижується питома вартість 1 кВт потужності системи, одночасно зростають сезонні витрати електричної енергії та відповідно вартість витрат на оплату рахунків. Чим краще ізольована будівля, тим меншої потужності потрібен тепловий насос, але ця ізоляція так само вимагає додаткових капітальних вкладень.

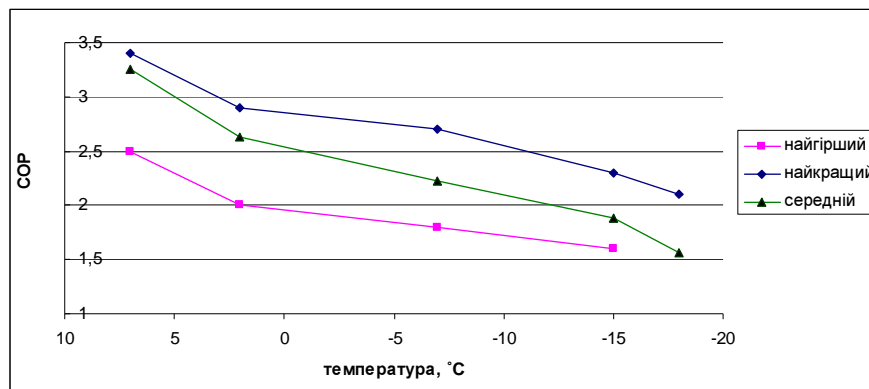


Рис. 3 Порівняння показників COP ТН повітря-повітря різних виробників за 2008 р.

Основні фактори, що впливають на роботу систем з ТН та на кількість спожитої за сезон електроенергії:

- Клімат – річні потреби в обігріві та охолодженні, а також пік максимального навантаження (розрахункова потужність системи);
- Температура джерела тепла і системи розподілу тепла;
- Споживання допоміжної енергії (насоси, вентилятори і т.п.);
- Технічний рівень досконалості циклу теплового насоса (у долях від ідеального циклу Карно, у середньому приймається 0,5);
- Відповідність потужності ТН потребам у теплі і його робочі характеристики;

Для економічної оцінки проектів з енергозберігаючими технологіями за вихідні дані беруть капітальні та експлуатаційні витрати. До капітальних витрат може відноситись розробка проекту, вартість самих ТН, монтажу, системи опалення, можливого утеплення огорожуючих конструкцій, пікового джерела та ін. До експлуатаційних - вартість енергоносіїв, обслуговування системи та ін. Оцінка ефективності «роботи» вкладених коштів у проекти з енергозберігаючими технологіями теоретично нічим не відрізняється від оцінок, які виконуються для будь-яких інших фінансово-інвестиційних проектів, що додатково вимагає використовувати єдину з фінансовим сектором понятійну базу.

Для успішного впровадження проектів з використанням ТН важливо провести детальні обрахунки, з урахуванням як технічних особливостей конкретної системи та альтернативних варіантів якщо вони є, так і економічних факторів. Щоб отримати інвестиції на максимально вигідних умовах, необхідно показати, якою є користь від проекту, якою очікувана економія, які існують можливі ризики проекту, а також як відповідати на можливі виклики.

При визначенні сумарних витрат за період експлуатації проекту з тепловим насосом можна запропонувати наступний алгоритм:

- Розрахунок капітальних витрат на проектування та введення в експлуатацію системи.
- Оцінка періода життєвого циклу проекту.
- Розрахунок річних експлуатаційних витрат на обслуговування та ремонт системи.
- Розрахунок річного споживання тепла об'єктом, яке, знаючи середньорічний COP ТН, можна перевести у річне споживання електричної енергії
 - Помноживши спожиту енергію на тариф отримуємо річну вартість витрат на електроенергію для приводу ТН.
 - Оцінка ймовірності, витрат та графіка ремонтів або заміни обладнання, не передбачених в планах.

- Оцінка суммарних витрат на утилізацію після закінчення всього періода експлуатації.
- Підрахунок сумарних витрат.

Головні ризики у проектах з використанням ТН можна поділити на дві категорії – характеристики ринку та перешкод та ті, що пов'язані з використанням ТН. До перших можна віднести те, що:

- ✓ більшість будівель будується інвесторами, а не безпосередньо користувачами, тому при прийнятті рішення не враховується аналіз витрат на експлуатацію будівлі.
- ✓ В існуючих будівлях встановлення ТН найкраще проводити одночасно з термомодернізацією будівлі, що викликає складнощі через високі капітальні затрати на таку модернізацію.
- ✓ На розвиваючомуся ринку існує багато непідготовлених продавців, які можуть погіршити репутацію систем з використанням ТН через недостовірну інформацію або невірно розроблені проекти.
- ✓ Існує невелика обізнаність як серед політиків та осіб, що приймають рішення, так і серед населення стосовно даної технології.
- ✓ Високі капітальні затрати та відносно низькі тарифи на енергоносії.
Ризики пов'язанні з використанням ТН:
- ✓ Ризик недопоставок теплової енергії (сезонна/річна мінливість джерел тепла, непередбачувані коливання температур, витрати на свердловини та пов'язаний з цим ризик).
- ✓ Аварія основних елементів ТН (компресорів, насосів)
- ✓ Несправність частин/технологій
- ✓ Зникнення/погана якість енергії для приводу компресора
- ✓ Зміна ціни на електроенергію

Для кожного з ризиків мають бути розроблені заходи, як поводитись в тій чи іншій ситуації, отримані гарантії від виробника, зроблений прогноз щодо потенціалу низькопотенційного джерела енергії.

Висновки:

1. Розвиток теплозабезпечення України має включати в себе широке застосування теплонасосних систем, що використовують енергію навколишнього середовища та вторинні енергетичні ресурси;
2. Основні фактори що впливають на показники ефективності роботи систем з ТН діляться на технічні та економічні: COP системи або сезонний коефіцієнт ефективності системи EER, кліматичні фактори, температура низькопотенційного джерела та теплоносія системи опалення, відповідність встановленої потужності системи тепловому навантаженню, співвідношення ТН та додаткового джерела тепла при бівалентній схемі, ціни на енергоносії в країні, капітальні затрати на систему, рівень інфляції в країні, інтегровані витрати за термін життя проекту, екологічні вигоди від впровадження проекту;
3. Для успішного впровадження проектів з використанням ТН важливо провести детальні обрахунки, з урахуванням як технічних особливостей конкретної системи та альтернативних варіантів якщо вони є, так і економічних факторів, важливим моментом є, особливо якщо проект реалізується з урахуванням повернення капітальних вкладень за рахунок економії, розглядання можливих ризиків пов'язаних з проектом.

Перелік посилань

1. Маляренко В.А., Лисак Л.В. Енергетика довкілля, енергозбереження. – Харків.: Рубікон, 2004. – 360 с.
2. Рей Д., Макмайл Д. Тепловые насосы. - М: Энергоиздат, 1982 - 217 с.
3. Дубовський С.В. Сучасний стан, техніко-економічні передумови та перспективи розвитку систем низькотемпературного забезпечення на основі теплових насосів / Дубовський С.В.// Відновлювальна енергетика. 2007, №4.
4. Кордюков М.І. "Тепловые насосы MITSUBISHI ELECTRIC для теплоснабжения коттеджа". //Сантехника отопление кондиционирование 2009, № 3
5. Макаров К.В., Чистович С.А. Продолжительность нагрузок пиковых источников систем теплоснабжения в течение отопительного периода //Журнал «Новости теплоснабжения» № 1/ 2005
6. Горшков В.Г. Тепловые насосы. Аналитический обзор.//Справочник промышленного оборудования №2/2004 с.47-80
7. Тепловые насосы в жилых помещениях. [електронний ресурс] <http://www.economic-energy.com.ua/article/article14.html>