

УДК 621.482

*М.М. КУЛИК, академік НАН України, докт. техн. наук, В.Д. БІЛОДІД, канд. техн. наук (Інститут загальної енергетики НАН України, Київ)***ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ В УКРАЇНІ ТЕПЛОНАСОСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Розглянуто можливості та перспективи розвитку в Україні теплонасосних технологій, які стануть основою виробництва теплової енергії в комунальному секторі та створять базу для більш широкого залучення в енергетику поновлюваних джерел енергії, зокрема сонячної та геотермальної.

Теплопостачання в умовах України з її помірно холодними зимами потребує великих витрат паливно-енергетичних ресурсів, що значно перевищують витрати на електропостачання. Основні недоліки традиційних систем теплопостачання становлять низька енергетична (особливо на малих котельнях), економічна й екологічна ефективність (як відомо, традиційне теплопостачання є одним із основних джерел забруднення великих міст). Крім того, високі транспортні тарифи на доставку енергоносіїв (тверде, рідке та газоподібне паливо, тепла енергія тощо) збільшують негативні фактори, властиві традиційному теплопостачанню.

Важливим аспектом прогресу в питаннях теплозабезпечення за останні 30 років є широке застосування з цією метою не палива, а електроенергії, що підвищує комфортність і ефективність функціонування систем теплопостачання. Пряме використання електричної енергії для генерування теплоти в електричних котлах при цьому є менш вигідним та енергетично нераціональним способом. Теплотехнічна теорія для цього випадку давно запропонувала метод отримання теплоти з використанням спеціальних холодильних машин, які отримали назву теплових насосів.

Цей метод генерування теплової енергії вже отримав широке застосування у світі – на сьогодні великі обсяги теплової енергії в багатьох країнах світу отримуються саме з використанням теплонасосних установок різного типу та конструкції з вилученням теплоти з низькотемпературних джерел із різними характеристиками. За різними оцінками, станом на 2004 рік кількість встановлених теплових насосів коливається від 20 до 50 млн одиниць. Ними генерується значна частина теплової енергії, що споживається в комунальному секторі розвинених індустріальних країн. Прогнозується подальше суттєве нарощування використання теплонасосних технологій у світі.

В Україні цей спосіб отримання теплоти довгий час майже не застосовувався. Окремі приклади такого використання з'явилися відносно недавно (на початку 90-х років минулого століття – готель "Ялта" в АР Крим, виробничий корпус на

полігоні Державного науково-дослідного та проектно-конструкторського інституту нетрадиційної енергетики та електротехніки Мінпаливенерго України, кілька котеджних установок, спроектованих КиївЗНДІЕП, навчальний корпус НТУУ "КПІ" та деякі інші).

Разом із тим, теплонасосні установки, але дещо іншого типу, а саме – реверсивні кондиціонери імпортного виробництва, вже досить широко використовуються в Україні. Ці установки ввозяться з-за кордону і встановлюються в офісних приміщеннях, приватних будинках та окремих квартирах багатоквартирних будинків. Їх загальна кількість, за даними обсягів продаж, становить від 400 до 500 тис. шт. зі встановленою потужністю 1,2-1,8 млн кВт. Можливо, ця цифра є дещо завищеною і враховує не лише реверсивні кондиціонери, а й взагалі всі встановлені кондиціонери.

Енергетичною стратегією України на період до 2030 року передбачено, що теплонасосні технології набудуть переважного розвитку. Прогнозується, що за рахунок їх використання на рівні 2030 року буде генеруватися тепла енергія еквівалентна спалюванню 22,7 млн т у.п. на рік. Реалізація такої стратегії в теплопостачанні стане можливою лише в разі здійснення термінових заходів з метою її технічного забезпечення, що потребує відповідного розвитку технологій та техніки, оскільки зорієнтованість лише на імпорт призведе до значних фінансових втрат.

Українська наука та машинобудування здатні значною мірою забезпечити самостійний розвиток цієї сфери і з часом вийти на вітчизняний, а згодом – і на світові ринки з продукцією, що задовольнятиме потребам у створенні ефективно діючих теплонасосних систем.

Принцип дії та енергетичні переваги теплонасосного способу генерування теплової енергії

Теплонасосний метод генерування теплоти було запропоновано Вільямом Томсоном (згодом – лорд Кельвін) ще в 1852 році. Конструкція теплового насоса (ТН) лорда Кельвіна, будучи теоре-

тично досконалою тепловою машиною ще у XIX столітті, реально змогла стати використовуваною споживачами лише в результаті майже сторічного науково-технологічного розвитку. Попри окремі приклади створених теплонасосних систем у 20-40-х роках XX століття в Англії, Швейцарії та США, значного поширення ця технологія набула лише завдяки прогресу у виробництві холодильників для побутових цілей та їх здешевленню до показників, прийнятних для масового використання практично усім населенням розвинених країн, а також створенню необхідних робочих тіл з прийнятними термодинамічними властивостями. Таким чином, в 50-60-х роках минулого століття відбулося повернення до ідеї лорда Кельвіна, і розпочався процес реалізації теплонасосної техніки.

Теплові насоси (загальна назва цих холодильних машин – термотрансформатори) – це екологічно чисті компактні установки, які працюють з використанням будь-якої механічної енергії (переважно електроенергії або двигунів внутрішнього згорання). З їх допомогою можна вилучати частину теплоти з низькопотенційного джерела (навколишнього атмосферного повітря, поверхневих вод, ґрунтових вод, вторинних енергетичних ресурсів (ВЕР), низькотемпературних термальних вод, теплоти ґрунту, каналізаційних стоків тощо) і передавати цю теплоту в системи опалення чи гарячого водопостачання шляхом підвищення потенціалу теплоти в результаті витра-

ти підведеної роботи. За своєю суттю тепловий насос є холодильною машиною, яка охолоджує навколишнє середовище (якесь із джерел низькотемпературної теплоти), а вилучена з нього тепла енергія корисно використовується. Радіатор такої "холодильної машини" служить теплообмінником, у якому нагрівається мережний теплоносій, що забезпечує потреби опалення, гарячого водопостачання (ГВ) або технологічні потреби, а в "холодильній камері" відбувається відбір теплоти з низькопотенційного джерела (переважно з атмосферного повітря).

Для установок теплопостачання з ТН немає проблем із придбанням палива, отже, транспортних і вантажно-розвантажувальних робіт. Також немає потреби у великому штаті працівників для обслуговування котельні на органічному паливі. Відсутнє забруднення довкілля. Не потрібною є значна територія для котельні з під'їзними коліями і складами палива (рідкого або твердого). Теплонасосні установки можуть виготовлятися різної потужності (від 1 кВт до сотень МВт) і задовольняти різним потребам у тепловій енергії як для виробничих потреб, так і для побуту.

На рисунку наведено типову теплову схему ТНУ компресійного типу. Теплота з нижнього джерела в кількості Q_2 передається верхньому джерелу теплоти з вищою температурою шляхом витраченої роботи компресора L . При цьому верхньому джерелу передається теплота Q_1 ,



Принципова схема компресійної теплонасосної установки

кількість якої дорівнює сумі теплоти нижнього джерела Q_2 та роботи L , тобто $Q_1=Q_2+L$. Якщо теплову енергію генерувати лише з використання електричної енергії, то $Q_1=L$. Отже переваги теплонасосного способу з фізичної точки зору є очевидними, оскільки кількість переданої споживачам теплової енергії при їх застосуванні завжди буде більшою, ніж за чистого електроопалювання.

При цьому слід зазначити, що фізичний ефект економії палива при застосуванні ТН проявлятиметься лише в разі дотримання певних співвідношень між коефіцієнтами корисної дії (ККД) ТЕС і котелень, досконалості самої ТНУ, а також за відповідної цим співвідношенням різниці температур холодного та гарячого джерел, що забезпечуватимуть роботу ТН.

Відомо, що в ТН корисним ефектом є кількість теплоти, переданої до гарячого джерела. Отже, їх ефективність визначається відношенням кількості теплоти Q_1 (корисного ефекту) до кількості витраченої на здійснення цього процесу роботи L . Цей показник називається опалювальним коефіцієнтом і визначається таким виразом

$$\varphi = \frac{Q_1}{L} = \frac{Q_1}{Q_1 - Q_2} = \frac{1}{1 - \frac{Q_2}{Q_1}}$$

Мінімальне значення опалювального коефіцієнта теплонасосної системи, за якого досягатиметься корисний ефект (у даному випадку таким ефектом є заощадження палива в суспільному виробництві), визначається коефіцієнтом корисної дії (ККД) ТЕС, які працюють в енергосистемі, і може розраховуватися за простою формулою:

$$\varphi \geq \frac{1}{\eta_c}, \text{ де } \eta_c - \text{ККД ТЕС.}$$

Отже, за ККД ТЕС 30% мінімальний опалювальний коефіцієнт ТНУ, за якого матиме місце ефект заощадження палива, повинен бути не нижчим за 3,34; за ККД ТЕС 40% – $\geq 2,505$; за ККД 50% – $\geq 2,004$; за ККД 60% (кращі з ПГУ) – $\geq 1,67$.

Разом із тим величина опалювального коефіцієнта залежить також від різниці температур (джерела низькотемпературної теплоти і теплоти, що є результатом трансформації). Для ідеального ТН, який працюватиме за циклом Карно, опалювальний коефіцієнт визначається формулою

$$\varphi_k = \frac{T_1}{\Delta T}$$

Порівнюючи між собою дві означені формули, отримуємо, що максимальне значення перепаду температур між джерелами теплоти для ідеального ТН становитиме $\Delta T \leq T_1 \eta_c$.

Таким чином, за ККД ТЕС 30% і необхідної температури теплоти в системі теплопостачання $T_1=90^\circ\text{C}$ максимальне значення перепаду температур, за якої робота ТН забезпечуватиме корисний ефект, становитиме $108,9^\circ\text{C}$ (температура низькотемпературного джерела в цьому випадку має бути вищою за $-18,9^\circ\text{C}$), а за ККД ТЕС 60% (кращі з ТЕС з ПГУ) – $217,8^\circ\text{C}$ (температура низькотемпературного джерела дорівнює $-127,8^\circ\text{C}$). Реальні теплонасосні установки мають значно нижчий опалювальний коефіцієнт, ніж для ідеальної машини. Його можна визначити через ККД окремих агрегатів і систем ТН, а саме:

$$\begin{aligned} \varphi &= \varphi_k \eta_{oik} \eta_m \eta_{ob} \eta_{mp} \eta_{m.o.1} \eta_{m.o.2} = \\ &= \varphi_k 0,75 \cdot 0,98 \cdot 0,98 \cdot 0,9 \cdot 0,95 \cdot 0,95 = 0,585 \varphi_k, \end{aligned}$$

де η_{oik} – відносно-внутрішній ККД компресора; η_m – коефіцієнт, що враховує механічні втрати в теплонасосному агрегаті; η_{ob} – ККД привідного двигуна ТН (електричного чи іншого); η_{mp} – ККД трубопроводів, що з'єднують агрегати теплонасосної установки між собою; $\eta_{m.o.1}$ та $\eta_{m.o.2}$ – ККД теплообмінників теплонасосної установки.

Якщо зважити на те, що ККД окремих агрегатів і пристроїв не є чітко фіксованими, а можуть набувати різних значень у певному діапазоні, то можна вважати, що опалювальний коефіцієнт реальної ТНУ коливатиметься від $0,5\varphi_k$ до $0,75\varphi_k$. І тоді мінімальне значення перепадів температур джерел теплоти ТН становитиме:

$$\Delta T \leq (0,5 \pm 0,75) T_1 \eta_c$$

Таким чином, за мінімального значення опалювального коефіцієнта $\varphi=0,5\varphi_k$ і ККД ТЕС 30% мінімальною температурою низькотемпературного джерела буде $+35,55^\circ\text{C}$, а за ККД ТЕС 60% $-18,9^\circ\text{C}$. Цілком очевидно, що за $\varphi=0,75\varphi_k$ і ККД ТЕС 30% мінімальною температурою низькотемпературного джерела буде вже $-8,3^\circ\text{C}$, а за ККД ТЕС 60% $-73,4^\circ\text{C}$.

Отже, для отримання економії палива внаслідок застосування ТН при виборі низькотемпературного джерела для ТНУ необхідно зважати, насамперед, на два параметри: на температуру потрібної теплоти та на ККД ТЕС в енергосистемі. Важливим фактором є також ККД самого ТН, оскільки саме від нього залежатиме діапазон можливих температур низькопотенційного джерела.

При визначенні ефекту в разі використання електроенергії від АЕС головним критерієм буде економічна доцільність, що визначатиметься здебільшого собівартістю електроенергії від АЕС та вартістю обладнання ТНС. Це питання потребує ретельного вивчення, оскільки на сьогодні собівартість електроенергії АЕС є величиною дискусійною. Задекларовані значення цієї собівартості і відповідна вартість атомної енергії на Енергоринку України безперечно переглядатиметься, оскільки у світі ця величина є значно більшою.

Що стосується інших джерел електроенергії (ГЕС, ВЕС тощо), то тут існує низка питань, які не дозволяють розглядати ці джерела як можливі. Наприклад, розвиток українських ГЕС має межу (можливості збільшення майже вичерпано), а щодо розвитку ВЕС, то тут превалують питання економічного та екологічного характеру, розв'язання яких є проблематичним.

Використання теплових насосів у світі

В передових країнах світу теплонасосні технології стали пріоритетними в царині забезпечення тепловою енергією споживачів будь-якого характеру (промислових, сільськогосподарських, офісних чи побутових). Виробництво ТН у кожній країні насамперед орієнтовано на задоволення потреб внутрішнього ринку. В США та Японії найбільше застосування отримали ТН класу "повітря-повітря" для опалення і літнього кондиціонування повітря. В Європі – ТН класу "вода-вода" і "вода-повітря".

До 2000 року в США дослідженнями і виробництвом ТН займалися понад п'ятдесят фірм. У Японії щорічний випуск ТН сягнув на сьогодні 500 тис. одиниць. У Німеччині щороку вводиться в дію понад 5 тис. систем із використанням ТН. До 1998 року було виготовлено понад 500 ТНУ великої потужності з приводом від дизельних і газових двигунів з подачею теплоти в системи опалення і гарячого водопостачання.

У Швеції та країнах Скандинавії експлуатуються великі потужні теплонасосні станції (ТНС). У Швеції в 2000 році працювало понад 110 тис. ТН, з яких 100 мали потужність близько 100 МВт і вище. Найбільш потужна ТНС (320 МВт) працює в Стокгольмі. У 1998 році Міжнародне енергетичне агентство (IEA) розробило програму "теплові насоси". Програма включає дослідження, розробку, демонстраційні проекти і сприяння поширенню технологій теплових насосів. На сьогодні дослідження зосереджено на властивостях і використанні екологічно прий-

нятних робочих тел. Обмін інформацією з цього питання є стратегічним пріоритетом програми.

Близько 77% встановлених у Європі ТН використовують зовнішнє повітря як джерело теплоти, хоча у Швеції, Швейцарії й Австрії переважають ТН, що забирають тепло з ґрунту з використанням закопаного в ґрунт змієподібного теплообмінника: дані по цих країнах становлять відповідно 28, 40 і 82%. У Північній Європі теплові насоси найчастіше застосовуються для опалення і приготування гарячої санітарної води.

Системи класу "повітря-повітря", здебільшого роздільні (англ. – split) реверсивні, переважають у Південній Європі, а саме в Італії, Іспанії та Греції. В цих країнах вибір систем на основі ТН зазвичай зумовлено необхідністю кондиціонування повітря влітку. Але в південних регіонах, а також на островах такі системи часто повністю забезпечують опалювальні потреби в зимовий період.

У Росії експлуатується усього кілька десятків ТНУ. З 1990 року спеціалізовані фірми в Москві, Новосибірську, Казані, Нижньому Новгороді ввели в експлуатацію ТНУ загальною тепловою потужністю близько 50 МВт.

На прикладі Швеції можна зробити висновок, що навіть у передових технологічно розвинених країнах, впровадження теплонасосних технологій, попри їхні очевидні енергетичні та ринкові переваги, відбувалося важко. Навіть надання пільгових умов, широка пропаганда та заохочення споживачів не призвели до стрімкого зростання використання цієї техніки. І лише введення жорсткого стандарту на будівництво нового житла, відповідно до якого заборонено використання інших систем, створив передумови для того, що на сьогодні понад 600 тис. будинків у Швеції опалюються з використанням ТН, забезпечуючи до 50% потреб у тепловій енергії.

На сьогодні обсяги ринку продаж ТН у світі характеризуються кількома мільйонами одиниць на рік, і процес нарощування їх виробництва продовжується. Передовими країнами в цьому питанні є США, Японія, Швеція, Італія, Франція, Греція, Фінляндія. У 2004 році, за різними оцінками, у світі було встановлено від 20 до 50 млн одиниць ТН загальною тепловою потужністю 60-200 млн кВт. Слід відзначити, що виробниками цієї техніки є переважно фірми, які мали досвід масового виробництва холодильної техніки, в т.ч. кондиціонерів різного типу. Масового попиту останнім часом набули так звані реверсивні кондиціонери, які можуть працювати в різних режимах: влітку як кондиціонери, охолоджуючи приміщення,

а взимку як генератори теплоти з вилученням значної її частини з низькопотенційних джерел.

Проблеми розвитку теплонасосних технологій в Україні

В нашій країні цей напрям у теплозабезпеченні поки що мало розвинений, попри те, що перші ТНУ з'явилися в Україні ще в 1985 році. Цьому є кілька причин. За радянських часів електроенергія коштувала дуже дешево, та й зараз вартість енергоресурсів ще не так сильно "давить" на споживачів порівняно із Заходом. Унаслідок цього в Україні та інших пострадянських країнах питанням розвитку теплонасосних технологій не приділяється належної уваги, хіба що кондиціонерам, які є однією з можливих форм ТН і можуть працювати в дещо обмеженому діапазоні температур.

На сьогодні виробництво всієї номенклатури обладнання для теплонасосних систем в Україні відсутнє. Мелітопольський завод холодильних машин (ВАТ "Рефма") припинив виробництво кількох розроблених ним моделей промислових ТН через відсутність попиту на них. А попит відсутній через низьку якість і значне відставання продукції заводу від вимог ринку щодо характеристик ТН.

Крім того, середній клас, який є основним споживачем ТН, в Україні лише зароджується. Через відносно невеликий проміжок часу, коли ціна на електрику зрівняється з європейською, теплонасосна техніка і в нашій країні стане дуже перспективною. Крім того, незабаром виробництвом доведеться сплачувати за викиди парникових газів у довкілля в рамках Кіотського протоколу, що також актуалізує процес нарощування теплонасосних потужностей.

Попри порівняно невисоку вартість вітчизняних ТН порівняно із закордонними, впровадження ТН в Україні наражається на певні фінансові ускладнення. Не останню роль у цьому відіграють фактори новизни та незвичності такої техніки для вітчизняного споживача. За кордоном подібні проблеми долалися шляхом надання на кілька років пільг підприємствам, що впроваджують ТНУ. В більшості країн Західної Європи на прибуток, одержуваний від застосування ТН, установлювався менший податок, іноді навіть мали місце прямі фінансові дотації. Так, австрійським фірмам, що використовують ТН, було встановлено дотацію в розмірі до 100 тис. шилінгів. Як результат, сьогодні тут працюють 105 тисяч ТН, що дозволяють щороку заощаджувати 116 тис. тонн мазуту. В Німеччині на початку 90-х років таким фірмам надавалася податкова знижка до 7,5% ка-

пітальних витрат (за умови їхньої капіталізації), що дорівнює дотації в розмірі до 20% витрат на ТНУ. Також у Німеччині було передбачено дотацію держави на встановлення ТН у розмірі 400 марок за кожен кВт установленої потужності, яка залишається і досі.

Енергетичною стратегією України на період до 2030 року передбачається значне розширення використання ТН із забезпеченням економії палива (вилучення з довкілля та інших джерел теплоти) до 22,7 млн т у.п. на рік у 2030 році. Сьогодні такі масштаби використання є можливими лише з використанням імпортованих ТН. Для досягнення запланованих масштабів необхідно буде мати на той час діючі встановлені потужності (потужність приводу компресорів) ТН на рівні 11,5-13 млн кВт (3-4 млн одиниць із середньою потужністю 3,5-4 кВт і середнім опалювальним коефіцієнтом 3,5-4). Цими ТН у цілях теплозабезпечення споживатиметься до 50 млрд кВт-год електроенергії на рік. З огляду на завдання Енергетичної стратегії України на період до 2030 року, необхідно вжити низку заходів із посилення ролі ТН у теплозабезпеченні, головним результатом яких має бути створення науково-технологічної та виробничої основи для забезпечення ринку України, хоча б частково, високоефективною, сучасною та економічно прийнятною теплонасосною технікою.

Разом із тим, високотехнологічні розробки українського походження стосовно теплонасосних технологій на сьогодні не відомі (спеціальні компресори, титанові теплообмінники з надтонкими стінками поверхонь теплообміну, арматура для ТН, насоси для перекачування різних рідин та робочих тіл з регульованими параметрами, системи комп'ютерної діагностики та управління процесами, що відбуваються в ТНУ, технології вилучення низькотемпературних термальних вод з довготривалим періодом експлуатації та високою надійністю, технології створення ґрунтових теплообмінників з акумулюванням теплоти різного походження, турбодетандери малої потужності та інші).

Важливою проблемою, над вирішенням якої працюють і зарубіжні фірми-виробники ТН, є створення нових робочих тіл для них, оскільки існуючі робочі тіла у переважній більшості або вже заборонено до використання, або невдовзі буде заборонено через їх екологічну шкідливість. Перехід на нові робочі тіла вимагатиме нових конструкцій майже всієї номенклатури комплектуючих ТН, тобто створення цілої індустрії нового покоління ТН.

В Україні відсутній науково-технологічний центр, який би концентрував проблеми розвитку теплонасосних технологій та визначав стратегію і тактику подолання проблем і перепон на шляху розвитку теплонасосних технологій. Розрізнені групи науковців в інститутах НАН України (ІЗЕ, ІТТФ, ІВЕ, ІПМ), що працюють над окремими проблемами технологічного характеру, майже не зв'язані з промисловістю і не опікуються її проблемами.

На державному рівні немає структури відповідальної за розвиток теплонасосних технологій в Україні, значна частина урядовців не розуміє важливості проблематики та її впливу на майбутню теплоенергетику, особливо комунальну.

Мінпаливенерго України майже не враховує у своїй діяльності процес переходу тепlopостачання на теплонасосний метод, що вимагатиме принципово нового підходу до проектування електромереж (зокрема питоми електронавантаження квартир та окремих будинків, надійність електропостачання, яка забезпечуватиме неможливість відключень у зимовий період для недопущення заморожування систем тощо).

Мінпромполітики України практично не веде роботи зі створення виробництв ТН і комплектуючого обладнання для них, що не відповідає основам Енергетичної стратегії України на період до 2030 року та блокує її виконання.

Міністерство архітектури, будівництва та житлово-комунального господарства України не веде робіт, спрямованих на створення інфраструктури, яка б забезпечувала перехід у тепlopостачанні та гарячому водопостачанні на застосування теплонасосних технологій (науково-технічні роботи, пошук джерел економічно-ефективного постачання ТН низькотемпературною енергією, проектування різних систем, обслуговування, сервісні служби тощо).

Висновки

1. Світова теплоенергетика в питаннях тепlopостачання та гарячого водопостачання, почина-

ючи з 70-х років минулого сторіччя, розпочала перехід до фази широкого використання електричної енергії як енергоносія з застосуванням теплонасосних технологій різного типу.

2. У світі теплонасосні технології поширюються зростаючими темпами. На сьогодні, за різними оцінками, працює від 20 до 50 млн одиниць систем різної конструкції, які використовують низькотемпературні джерела теплоти різного походження і потенціалу (переважно атмосферне повітря та поверхневі водойми).

3. Досконалі конструкції ТН дозволяють досягати показників, які забезпечують суттєву економію паливно-енергетичних ресурсів для тепlopостачання та гарячого водопостачання як у промисловості, так і в комунально-побутовій сфері.

4. Децентралізація тепlopостачання з використанням теплонасосних технологій значною мірою забезпечує зниження вартості теплової енергії, підвищує комфортність і надійність тепlopостачання, що сприяє розширенню ринку їх споживання.

5. Україна відстає від передових індустріально розвинених країн у питаннях науково-технологічного забезпечення цієї сфери та в розвитку промисловості з випуску основних компонентів, необхідних для створення ефективних теплонасосних систем, а також для їх обслуговування.

6. Світові виробники обладнання для ТН (ТНУ, ТНС) перебувають на межі нового етапу розвитку з переходом на нові робочі тіла, що створить сприятливі умови для більш інтенсивного розвитку теплонасосних технологій найближчим часом.

7. З метою забезпечення необхідних умов для розвитку теплонасосних технологій в Україні, створення бази для виконання положень Енергетичної стратегії України на період до 2030 року в частині застосування теплонасосної техніки та технологій необхідно терміново вжити заходів, спрямованих на інтенсифікацію науково-дослідних, проектно-конструкторських і практичних організаційних робіт у промисловості.