



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
АСОЦІАЦІЯ ІНЖЕНЕРІВ ПО ВЕНТИЛЯЦІЇ, ОПАЛЕННЮ ТА
КОНДИЦІОНУВАННЮ «АВОК України»
СПІЛКА ХОЛОДИЛЬЩИКІВ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНА АКАДЕМІЯ ХОЛОДУ**

**XI Всеукраїнська науково-технічна конференція
XI Всеукраинская научно-техническая конференция
XI International scientific conference**

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ
MODERN PROBLEMS OF REFRIGERATION EQUIPMENT AND TECHNOLOGY**

21-22 вересня 2017 року

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ



ОДЕСА 2017

УДК 621.565 (075.6)

Сучасні проблеми холодильної техніки та технології / Збірник тез доповідей XI Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Одеса: ОНАХТ, 2017. – 243 с.

У збірнику наведені матеріали XI Всеукраїнської науково-технічної конференції «Сучасні проблеми холодильної техніки та технології» та розглянуто різні аспекти науково-технічних питань, пов'язаних з проектуванням, виготовленням та експлуатацією холодильного обладнання різного призначення, дослідженням робочих тіл та процесів в елементах холодильних та криогенних систем, застосуванням нано та когенераційних технологій, використанням холоду в харчових технологіях, застосуванням і впровадженням нетрадиційних джерел енергії.

В сборнике представлены материалы XI Всеукраинской научно-технической конференции «Современные проблемы холодильной техники и технологии» и рассмотрены различные аспекты научно-технических вопросов, связанных с проектированием, изготовлением и эксплуатацией холодильного оборудования различного назначения, исследованием рабочих тел и процессов в элементах холодильных и криогенных систем, применением нано и когенерационных технологий, использованием холода в пищевых технологиях, применением и внедрением нетрадиционных источников энергии.

Рекомендовано до видання Вченою Радою Одеської національної академії харчових технологій протоколом №6 від 07.11.2017 р.

Відповідальність за достовірність інформації несе автор публікації.
Матеріали публікуються мовою оригінала, наданого автором.

Голова конференції – Єгоров Богдан Вікторович – ректор Одеської національної академії харчових технологій, член-кореспондент НААН України, Заслужений діяч науки і техніки, д-р техн. наук, професор.

Заступник голови – Косой Борис Володимирович – директор Інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського, д-р техн. наук, професор.

Члени наукового комітету:

Хмельнюк М.Г. – зав. кафедрою холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Лагутін А.Є – академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Морозюк Л.І. – д-р техн. наук, професор.

Желєзний В.П. – зав. кафедрою теплофізики та прикладної екології ОНАХТ, д-р техн. наук, професор.

Симоненко Ю.М. – зав. кафедрою криогенної техніки ОНАХТ, д-р техн. наук, професор.

Мілованов В.І. – зав. кафедрою компресорів та пневмоагрегатів ОНАХТ, заслужений діяч науки і техніки України, д-р техн. наук, професор.

Радченко М.І. – зав. кафедрою кондиціонування і рефрижерації НУК, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Бондаренко В.Л. – д-р техн. наук, професор.

Лавренченко Г.К. – д-р техн. наук, професор.

Семенюк В.О. – к.т.н., директор НВФ «Терміон».

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова – проф. Хмельнюк М.Г.

Науковий секретар – к.т.н. Зімін О.В.

Члени – к.т.н. Буданов В.О., к.т.н. Яковлева О.Ю., к.т.н. Желіба Ю.О., к.т.н. Стоянов П.Ф., к.т.н. Остапенко О.В., к.т.н. Ерін В.А., к.т.н. Гайдук С.В., к.т.н. Соколовская В.В., к.т.н. Подмазко І.О., к.т.н. Федоров О.Г.

ТЕМИ ДОКЛАДОВ ПЛЕНАРНОГО ЗАСІДАННЯ

1. 30 РОКІВ МОНРЕАЛЬСЬКОГО ПРОТОКОЛУ. СТРАТЕГІЇ В СФЕРІ ОБІГУ ОЗОНОРУЙНУЮЧИХ ХОЛОДОАГЕНТІВ

Возний В.Ф., к.т.н., президент ВГО «Спілка холодильщиків України»

2. РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ І СПОЖИВАННІ РІДКІСНИХ ГАЗІВ

Бондаренко В.Л., доктор техн. наук, професор, МДТУ ім. М. Е. Баумана, м. Москва;

Биканов О.М., «KLA–Tencor Corporation», Milpitas, California, USA;

Симоненко Ю.М., доктор техн. наук, професор, ОНАПТ, м. Одеса

Чигрин А.А., інженер-технолог, ООО «Кріоін Інжиніринг», м. Одеса;

e-mail: ysim1@yandex.ua

3. ТЕХНОЛОГИИ КОМБИНИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ, ТЕПЛА И ХОЛОДА: РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ НА КАФЕДРЕ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И РЕФРИЖЕРАЦИИ НУК ИМ. АДМИРАЛА МАКАРОВА

Радченко Н.И. доктор техн. наук, професор, Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев, nirad50@gmail.com

4. КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА МАШИННОГО ОТДЕЛЕНИЯ УСТАНОВКИ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ

Трушляков Е.И., к.т.н., доц., Радченко А.Н., к.т.н., доц., Грич А.В., к.т.н., ассистент

Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев,

nirad50@gmail.com

5. СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В СВЕТЕ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ. СОЛНЕЧНЫЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АБСОРБЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛО-ХЛАДОСНАБЖЕНИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

А.В. Дорошенко, доктор техн. наук, професор кафедры термодинамики и возобновляемой энергетики

6. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ВЫБОРЕ КОМПРЕССОРА. СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО ВИНТОВОГО И ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРОВ

В. Гринько Региональный представитель J&E Hall и GEA BOCK/Генеральный директор ООО «Еврокул

СЕКЦІЯ № 2. ХОЛОДИЛЬНІ ТА КРІОГЕННІ МАШИНИ. ТЕПЛОВІ НАСОСИ		стр.
60.	АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЦИКЛІВ ТЕРМОКОМПРЕСІЙНИХ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ Арсеньев В.М., Мелейчук С.С., Проценко М.І.	142
61.	СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ ГЕНЕРАТОРА МІКРОХВИЛЬОВОЇ ЕНЕРГІЇ Георгієш К.В.	144
62.	ОЦІНКА ОБСЯГІВ ПОТУЖНОСТІ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ В УКРАЇНІ Басок Б.І., Дубовський С.В.	146
63.	ДО ПРОБЛЕМ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ ПРИ КИПІННІ ВОДИ НА ПОРИСТИХ МЕТАЛЕВИХ ПОВЕРХНЯХ Шаповал А.А., Стрельцова Ю.В., Шаповал І.О.	149
64.	ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ Басок Б.І., Кравченко В.П., Веремійчук Ю.А.	152
65.	ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ ТЕПЛОИСПОЛЗУЮЩИХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН В СИСТЕМЕ ТРИГЕНЕРАЦИИ МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ Л.И. Морозюк, С.В. Гайдук, Б.Г. Грудка	153
66.	ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА РАБОТУ ВОЗДУШНЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ КОМЕРЧЕСКИХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК Л. И Морозюк, В. В. Соколовская, А. В. Мошкатюк	155
67.	ЕФЕКТИВНІСТЬ ПАРОКОМПРЕСІЙНОЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОХОЛОДОПОСТАЧАННЯ БУДИНКІВ НА ОСНОВІ ЕНЕРГІЇ ХОЛОДНОЇ ВОДИ І ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО ПОВІТРЯ Петраш В.Д., Полунін Ю.М., Висоцька М.В.	157
68.	EXTENDING MAISOSENKO CYCLE APPLICATIONS THROUGH A NEW MATERIAL Levchenko D.A., Yurko I.V.	160
69.	ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ В СУДНОВИХ СИСТЕМАХ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ Ярошенко В.М., Подмазко О.С.	162
70.	RADIATIVE COOLING METHOD IN THE AIR CONDITIONING SYSTEM Tsoy A.P.; Tsoy D.A.	165
71.	ТРАНСКРИТИЧНІ ХОЛОДИЛЬНІ УСТАНОВКИ У СИСТЕМАХ ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ ТОРГОВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ Петренко О.В., Семенюк Д.П.	167
72.	АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ЗАСТОСУВАННЯ НА СУДАХ АБСОРБЦІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ АГРЕГАТІВ Редунов Г.М., Гожелов Д.П., Тимофеев І.В.	170
СЕКЦІЯ № 3. КОМПРЕСОРИ ТА ПНЕВМОАГРЕГАТИ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ. РОБОЧІ РЕЧОВИНИ		стр.
73.	ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ НА ВХОДЕ В РОТОР СТРУЙНО-РЕАКТИВНОЙ ТУРБИНЫ НА КОЭФФИЦИЕНТ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОЛНОГО ДАВЛЕНИЯ В ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ Ванеев С.М., Т.С. Родимченко	172
74.	ОЦЕНКА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ РЕАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ Петренко М.А.	175
75.	ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ МАЛОГО ХОЛОДИЛЬНОГО КОМПРЕСОРА, ПРАЦЮЮЧОГО З ДОМІШКАМИ НАНОЧАСТОК TiO2 ДО МАСТИЛА Балашов Д.О., Мілованов В.І.	177
76.	УЧБОВО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ХОЛОДИЛЬНОГО АГРЕГАТУ ПРИ РІЗНИХ СПОСОБАХ РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ОХОЛОДЖУВАНОВОГО ОБ'ЄКТУ Водяницька Н.І., Мельников В.Д.	178
77.	АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕКИСЛОТЫ В ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ Водяницкая Н.И., Паскаль А.А.	179
78.	ВПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ КАМЕРИ ЗМІШУВАННЯ РІДИННО ПАРОВОГО СТРУМЕНЕВОГО КОМПРЕСОРА НА ВЕЛИЧИНУ ТИСКУ ВСМОКТУВАННЯ ПАСИВНОГО ПОТОКУ Арсеньев В.М., Прокопов М.Г., Чех О.Ю.	180

ОЦІНКА ОБСЯГІВ ПОТУЖНОСТІ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ В УКРАЇНІ

Басок Б.І., Дубовський С.В., Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ, basok@itff.kiev.ua

Країни-члени Енергетичного співтовариства, на виконання Директиви ЄС/2009/28 (надалі - Директива), спрямованої на посилення підтримки розвитку відновлюваної енергетики в країнах - членах Європейського союзу з метою досягнення запланованого на 2020 рік 20% скорочення обсягів парникових викидів, зобов'язалися істотно підвищити роль відновлюваної енергії в національних енергетичних балансах. Перед Україною стоїть завдання доведення питомої ваги енергії, що отримується з поновлюваних джерел в загальному обсязі кінцевого споживання енергії в країні до 11%, що у декілька разів перевищує існуючий рівень.

З огляду на складність вирішення поставлених завдань на основі освоєння традиційних джерел відновлюваної енергії (сонце, вітер, гідроенергія, біомаса, геотермальна, океанічна енергія та ін.) Директива вперше зарахувала до їх числа аеротермальну, геотермальну і гідротермальну енергію навколишнього середовища, запасену у вигляді теплоти, яка допускає корисне використання за допомогою теплових насосів. Такий підхід також відображено в Законі України «Про альтернативні джерела енергії» (з останніми добавками), де на законодавчому рівні встановлено вимоги щорічного обліку теплової енергії, виробленої за допомогою теплових насосів, чому повинна сприяти спеціально розроблена національна методика розрахунку на основі європейського програмного продукту «SHARES».

Умови зарахування теплових насосів до обладнання відновлюваної енергетики, як і обліку їх вкладу в загальний обсяг використання відновлюваної енергії визначено у розділі V Директиви. Порядок кількісних розрахунків енергії, одержуваної тепловими насосами з поновлюваних джерел визначено Додатком 7 до неї. Для роз'яснення положень Розділу V і Додатка 7 за рішенням Європейської комісії та Європейського парламенту створений керівний документ С (2013) «Керівні принципи для держав-членів щодо розрахунку відновлюваної енергії від теплових насосів з різними теплонасосними технологіями відповідно до розділу V Директиви 2009/28/ЄС» (далі - Документ). Документ містить загальні методичні положення щодо оцінки внеску ТН в загальний обсяг використання відновлюваної енергії в країнах-членах. Створення робочої методики, на основі якої повинні складатися національні щорічні звіти, віднесено до національної компетенції.

Основні положення нормативних документів ЄС, що стосуються теплових насосів, знайшли відображення у Законі України від 1.11.2016 №1711-VIII «Про внесення змін до Закону України «Про альтернативні джерела енергії» в частині віднесення теплових насосів до обладнання, яке використовує поновлювані джерела енергії». Основні зміни внесені до статті 10 Закону України «Про альтернативні джерела енергії». Нова редакція статті 10 містить загальну умову зарахування теплових насосів до обладнання відновлюваної енергетики: «Отриману за допомогою теплових насосів аеротермальную, геотермальную і гідротермальних енергію слід вважати отриманою з поновлюваних джерел за умови, що кінцевий вихід енергії значно перевищує споживання первинної енергії, необхідної для приводу теплових насосів». Крім того, стаття 10 покладає на компетентні центральні органи виконавчої влади обов'язок щодо розробки методики розрахунку частини енергії, виробленої тепловими насосами з метою формування звіту для Енергетичного співтовариства про досягнутий прогрес в підтримці та використанні відновлювальних джерел енергії.

Виконання перерахованих вимог спонукає до необхідності кількісної оцінки критерію віднесення теплових насосів до обладнання відновлюваної енергетики, визначення джерел отримання первинної статистичної інформації та методів її обробки, що дозволяють оцінити рівень розташовується теплової потужності теплових насосів з урахуванням національних особливостей енергетичного комплексу та статистичного відображення показників його роботи.

У якості чисельного критерію віднесення теплових насосів до установок поновлюваної енергетики Документ встановлює мінімально допустимі значення коефіцієнту середньої сезонної продуктивності (SPF). Даний коефіцієнт представляє собою відношення кількості теплоти, отриманої тепловим насосом за обумовлений період часу (опалювальний сезон, календарний рік) до загальних витрат енергії на основні та допоміжні потреби теплонасосної установки (за винятком витрат енергії на пікові та резервні нагрівачі) в той же період часу.

Для теплових насосів з електричним приводом від енергосистеми розрахунок даного показника має здійснюватися за формулою: $SPF_0 = 1,15 \cdot \frac{1}{\eta}$, де η - коефіцієнт корисної дії енергетичної системи з виробництва електричної енергії.

Для теплових насосів з тепловим приводом – аб- / адсорбційних, компресійних з моторним і ін. величина SPF приймається рівною 1,15. Для порівняння з SPF_0 використовується сезонний коефіцієнт продуктивності теплового насоса-нетто (SPF або SCOPnet), що визначається за результатами лабораторних або натурних випробувань в контрольованих умовах. Порядок проведення відповідних випробувань регламентується діючими редакціями міжнародних стандартів EN 14825 і EN 12309, гармонізованих в Україні.

Величина електричного ККД енергетичної системи, яка приймається для розрахунку критерію ефективності SPF_0 , визначається розрахунком за методикою Європейського статистичного агентства (Eurostat) на підставі даних сукупного енергетичного балансу 28 країн-членів ЄС (ЄС-28) за 2010 рік.

Розрахункова величина ККД енергосистем ЄС-28 за 2010 р склала 45,9%, що відповідає величині SPF_0 для теплових насосів з електричним приводом на рівні 2,5. Дане значення встановлено Документом як базове, яке не підлягає перегляду до 2020 року. У той же час, Документом передбачена певна диференціація цієї величини за кліматичними зонами Європи:

- зона холодного клімату (центр - м Гельсінкі), $SPF_0 = 2,5$;
- зони середнього клімату (центр - м Страсбург), $SPF_0 = 2,6$;
- зона теплого клімату (центр - м. Афіни) $SPF_0 = 2,6$.

Критерієм розмежування кліматичних зон є нормоване значення градус-годин опалювального сезону за базою 18°C. Нижню межу зони холодного клімату прийнято рівною 3000 градус -годин.

Для території України, за невеликими винятками, нормоване значення градус-годин перевищує даний показник, що дозволяє віднести територію нашої країни до зони холодного клімату.

Визначення річних обсягів вилучення і використання відновлюваної енергії тепловими насосами, у відповідність з Додатком 7 Директиви і Документом, здійснюється за формулою:

$$E_{res} = Q_{usable} \cdot \left(1 - \frac{1}{SPF}\right),$$

де Q_{usable} - розрахункове значення придатної для використання теплової енергії, виробленої тепловими насосами, що задовольняють умові віднесення до пристроїв відновлюваної енергетики. Розрахунок річного виробництва теплової енергії, в свою чергу, здійснюється за формулою:

$$Q_{usable} = N \cdot H,$$

де N - встановлена потужність (теплопродуктивність) теплових насосів, H - річне число годин використання встановленої потужності.

Для спрощення і гармонізації розрахунків Документ припускає використання рекомендованих значень технічних параметрів теплових насосів, диференційованих по 10 класифікаційними групами. При цьому подальший розрахунок зводиться до оцінки сукупної встановленої потужності теплових насосів класифікаційних груп з застосуванням статистичних методів.

Єдина методологія статистичного обліку теплових насосів, застосовна до різних країн на сьогоднішній день відсутня, і дане питання віднесено до національної компетенції.

Характерна особливість ринку теплових насосів України, яка може служити основою статистичних оцінок потужності таких установок, полягає у високій залежності від імпорту. Практично всі теплові насоси, реалізовані в країні, отримані по імпорту, або виготовлені із застосуванням зарубіжних комплектуючих. У зв'язку з цим, дані зовнішньої торгівлі можуть дати достатнє уявлення про стан і тенденції розвитку ринку теплових насосів в Україні.

Доступні дані фіскального обліку зовнішньої торгівлі тепловими насосами містять нейтральну інформацію щодо заявленої вартості і загальної маси виробів відповідних товарних груп, імпортованих за певний календарний період (квартал, рік).

Доцільно розглядати окремо дві категорії установок, що мають різні товарні коди:

- реверсивні кондиціонери (РК)
- теплові насоси, крім реверсивних кондиціонерів (ТН).

Оцінки теплової потужності установок на підставі інформації про сукупну масу імпортованих товарів, передбачає знання усередненої масової характеристики відповідних виробів. Вона визначається як відношення маси надійшли установок до їх сумарної теплопродуктивності (теплової потужності).

Оціночний розрахунок потужності надійшли теплових насосів за даними обліку їх сумарної маси M може бути проведений за формулою:

$$P = \frac{M}{p}$$

де p - усереднена масова характеристика, оцінка якої проводиться за відомими даними представницької вибірки встановлених теплових насосів за формулою:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^Z m_i}{\sum_{i=1}^Z p_i}$$

де Z - загальне число теплових насосів вибірки, p_i , m_i - встановлена (номінальна) теплопродуктивність і маса кожної установки вибірки, відповідно. По значний вплив Розрахунки для категорій «теплові насоси» і «реверсивні кондиціонери» слід проводити окремо.

Вибір періоду обліку визначається періодичністю подання фіскальних даних, а також середнім часом, що обчислюється від моменту фіскального обліку до моменту введення в експлуатацію установок, що включаються в представницьку вибірку. Як період обліку доречно приймати календарний рік.

Диференціація потужності теплових насосів за класифікаційними групами, що визначаються Документом, може бути проведена за формулою:

$$P_j = P \cdot \frac{V_j}{100}$$

де j - умовний номер класифікаційної групи; V_j - відсоткова частина відповідної групи в сумарній потужності теплових насосів представницької вибірки.

Результати тестових розрахунків, отримані з використанням викладеної методики, даних обліку зовнішньої торгівлі за період 2001-2015 рр., а також даних представницької групи з більш ніж 300 впроваджених теплонасосних установок одиничною потужністю 6 кВт - 500 кВт призводять до оцінки акумульованої в Україні сумарної теплової потужності теплових насосів на рівні 1500-1600 МВт, а реверсивних кондиціонерів - на рівні 6000 МВт. Отримана оцінка потужності реверсивних кондиціонерів корелює з даними електроспоживання на потреби кондиціонування, отриманими з аналізу добових графіків електричного навантаження енергетичної системи в залежності від температури повітря у літній період року.

Оцінки вказують, що сумарна тепла потужність встановлених ТН в Україні достатньо велика (навіть перевищує сумарну теплову потужність біоенергетики), що свідчить про значний вплив теплонасосних технологій в тепловій енергетиці країни.