

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені М.П.Драгоманова  
ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра загально-технічних дисциплін та охорони праці**

**МАТЕРІАЛИ ІІІ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ ІНТЕРНЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**«ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ:  
НАУКА, ТЕХНОЛОГІЇ, ЗАСТОСУВАННЯ»**

*Київ, 28 листопада 2018 р.*

КИЇВ – 2018

**УДК 620.91: 621.31 (063)**

**Е90**

Енергоефективність: наука, технології, застосування: Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної Інтернет конференції, Київ, 28 листопада 2018 р.  
– Київ: НПУ імені М.П.Драгоманова, 2018. – 64 с.

*Друкується згідно з ухвалою Вченої ради  
Інженерно-педагогічного факультету  
НПУ імені М.П.Драгоманова,  
протокол № 5 від 5 грудня 2018 р.*

Збірник містить матеріали III Всеукраїнської науково-практичної Інтернет конференції «Енергоефективність: наука, технології, застосування». В рамках конференції розглянуто сучасний стан та перспективи використання енергоефективних технологій, раціонального використання енергії, технології отримання енергії з відновлювальних джерел та екологічні аспекти реалізації новітніх технологій.

#### **Редакційна колегія:**

- А.В. Касперський** – доктор педагогічних наук, професор, академік АНВШ України (голова, науковий редактор)
- Ю.В. Немченко** – кандидат педагогічних наук, доцент
- Д.Е. Кільдеров** – кандидат педагогічних наук, професор, декан Інженерно-педагогічного факультету
- Е.В. Компанець** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
- Н.М. Немченко** – викладач інформатики та інформаційних технологій Боярського НВК «Гімназія – ЗОШ I ступеня» (технічний секретар)

*Організаційний комітет висловлює подяку інформаційним партнерам конференції, які поширили інформацію про роботу конференції на сторінках своїх інформаційних ресурсів.*



© НПУ імені М.П.Драгоманова, 2018

© Автори статей, 2018

Все частіше звучать заклики щодо енергозбереження ресурсної бази, та переходу на альтернативні джерела енергії. Так званої «чистої» енергії.

Прибічники переведення підприємств на «вічну» сонячну енергію не зауважують проблем її використання.

По-перше, при всіх позитивних якостях слід враховувати необхідність акумулювати сонячну енергію для використання її саме у нічний період. Для цього необхідні акумулятори и батареї. Найдешевші, звичайно, свинцево-кислотні, що звісно, не екологічні і вимагають збільшення виготовлення свинцю і кислоти. Навіть срібно-цинкові – більш екологічні, необхідно періодично поновлювати та і їх вартість у кілька разів більша свинцево-кислотних. Окрім того, саме виробництво великої кількості чистого кремнію є не екологічним.

Отже, використання «екологічно чистої» сонячної енергії пов'язане з економічно затратним і не екологічним виробництвом супутніх компонентів.

Свої недоліки має і виробництво альтернативної «чистої» енергії вітру.

Досліджено і експериментально доведено, що обертання потужних лопастей веде до утворення інфразвукових, потужністю близько 100 децибел механічних коливань. Ця вібрація та інфразвук поширюються на значну відстань, викликають дратівливість, психічні незручності. Відмічено, що поблизу вітряних електрогенераторів пригнічена флора і фауна.

Дослідження вчених Гарвардського університету дають невтішні висновки, що велика маса вітряків впливає на тенденційні рухи повітряних мас можуть привести до глобального потепління на Землі. Таким чином, сучасні альтернативні джерела енергії не є екологічною панацеєю енергозбереження та збереження енергоресурсів.

## **ТЕПЛОВІ НАСОСИ: ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ В УКРАЇНІ**

**А.І. Закусило**

*Кандидат фіз-мат. наук, доцент  
НПУ імені М.П.Драгоманова*

Тепловий насос (ТН) – це прилад, який переносить розсіяну теплову енергію в опалювальний контур. Принцип роботи ТН заснований на оберненому циклі Карно.

Цикл Карно – це термодинамічний цикл, який складається з двох ізотермічних процесів і двох адіабатних процесів, що чергуються. Названий за ім'ям французького вченого та інженера, котрий вперше його описав у 1824 році.

Відомо, що коефіцієнт корисної дії для ідеального теплового двигуна, що працює за циклом Карно, залежить лише від різниці температур нагрівника і охолоджувача.

Будова та принцип роботи ТН є добре відомими, вони описані в багатьох джерелах (див., наприклад, [1]).

Концепцію теплових насосів було розроблено в 1852 р. британським фізиком та інженером Вільямом Томсоном і в подальшому вдосконалено та деталізовано австрійським інженером Петером фон Ріттингером, якого вважають винахідником ТН, оскільки саме він спроектував і встановив перший відомий ТН у 1855 році.

Практичного застосування ТН набув у 40-х роках ХХ століття, коли винахідник-ентузіаст Роберт Вебер експериментував з морозильною камерою. Одного разу Вебер випадково доторкнувся до гарячої труби на виході камери і зрозумів, що тепло просто викидається назовні. Винахідник замислився над тим, як використати це тепло, – і вирішив помістити трубу в бойлер для підігріву води. У результаті Вебер забезпечив свою родину такою кількістю гарячої води, що її вони просто не могли використати, – і при цьому частина тепла потрапляла у повітря. Це наштовхнуло його на думку, що від одного джерела тепла можна підігрівати і воду, і повітря одночасно. Вебер удосконалив свій винахід і почав проганяти гарячу воду по спіралі (через зміювик) і за допомогою невеликого вентилятора розповсюджувати тепло по будинку з метою його обігріву.

Згодом саме у Вебера з'явилась ідея «викачувати» тепло із землі, де температура не надто змінювалась протягом року. Він помістив у ґрунт мідні труби, якими циркулював фреон, що «збирав» тепло землі. Газ конденсувався, віддаючи своє тепло у домі, та знов проходив через зміювик, щоб відібрати наступну порцію тепла. Повітря приводилося в рух за допомогою вентилятора і розповсюджувалось по будинку.

У 40-х роках минулого століття ТН був відомим через свою надзвичайну ефективність, але реальна потреба у ньому виникла за часів Арабського нафтового ембарго у 70-х роках, коли, незважаючи на низькі ціни на енергоносії, з'явився інтерес до енергозбереження.

Теплові насоси перекачують розсіяну теплову енергію землі, води або навіть повітря у відносно високопотенційне тепло для опалення об'єкта. Приблизно 75% опалювальної енергії можна зібрати безкоштовно із природи: ґрунту, води, повітря – і тільки 25% енергії необхідно затратити для роботи самого ТН. Інакше кажучи, власники ТН заощаджують 3/4 коштів, які він би регулярно витрачав на дизпаливо, газ або електроенергію для традиційного опалення. Інакше кажучи, ТН за допомогою теплообмінників збирає теплову енергію із землі (води, повітря) і «переносить» її в приміщення.

Теплові насоси здатні не тільки опалювати приміщення, але й забезпечувати гаряче водопостачання, а також здійснювати кондиціонування повітря. Але при цьому в ТН повинен бути реверсивний клапан, саме він дозволяє у працювати у зворотному режимі.

Перевагами теплових насосів є:

*1) Економічність.*

ТН використовує електричну енергію значно ефективніше, ніж будь-які котли, що спалюють паливо. Коефіцієнт ефективності ТН значно більший одиниці. Між собою ТН порівнюють за умовною величиною – коефіцієнтом перетворення тепла (КПТ), також це поняття називається коефіцієнтом трансформації тепла, потужності, перетворення температур. Він показує відношення одержуваного тепла до витраченої енергії. Приріом,  $\text{КПТ}=3$  означає, що номінальна (споживана) потужність ТН становить 1 кВт, на виході ми одержимо 3 кВт теплової потужності, тобто 2 кВт тепла ми одержуємо із природи.

*2) Широкий спектр застосування.*

На нашій планеті існують практично невичерпні запаси розсіяного тепла. Земля, вода й повітря містять в собі теплову енергію, отриману від Сонця. Теплові насоси незалежно від погодних умов, падіння тиску в газовій трубі зберуть це тепло для вас. Усе що потрібно для цього – електрична енергія. Але якщо її немає, це теж не проблема – деякі моделі ТН можуть використовувати дизельне паливо або бензин для своєї роботи.

*3) Екологічність.*

Тепловий насос не тільки заощаджує гроші, але й береже здоров'я власникам будинку та їх дітям. Прилад не спалює паливо, виходить, не утворюються шкідливі окиси. Тому навколо будинку на ґрунті немає слідів сірчаної, азотистої, фосфорної кислот і бензолних з'єднань. Та й для нашої планети застосування ТН є безсумнівне благо. Адже на ТЕЦ скорочується витрата газу або вугілля на виробництво електрики. Застосовувані ж у ТН хладони не містять хлорвуглецю і озонобезпечні.

*4) Універсальність.*

Теплові насоси, обладнані реверсивним клапаном, працюють як на опалення, так і на охолодження. Тепловий насос може відбирати тепло з повітря будинку, прохолоджуючи його. Влітку надлишкове тепло можна використовувати для підігріву побутової води або для басейну;

*5) Безпека.*

Теплові насоси є вибухово- і пожежобезпечними. У процесі опалення відсутні небезпечні гази, відкритий вогонь або шкідливі суміші. Деталі теплонасоса не нагріваються до високих температур, здатних стати причиною пожежі. Зупинка ТН не приведе до його поломки, ним можна сміло користуватися після тривалого простою. Також виключене замерзання рідин у компресорі або інших складових частинах.

*Особливості використання:*

1) Чим менша різниця між температурою джерела теплоти та температурою теплоносія в опалювальному контурі, тим більший коефіцієнт перетворення тепла опалення: системою «тепла підлога» або повітряним

опаленням, тому що в цих випадках теплоносій за медичними вимогами і будівельними нормами не повинен бути вище 35 С.

2) Чим більший коефіцієнт завантаження ТН, тим доцільніше його використання. Наприклад, системи нагріву води для басейнів працюють у постійному режимі, протягом усього року. Їхній коефіцієнт завантаження (використання потужності протягом року) може сягати 80%. В системах опалення будинків коефіцієнт завантаження обладнання становить близько 30-40%. Відповідно, в першому випадку річна економія від застосування ТН рівної потужності буде в 2-3 рази більше, ніж в другому, а строки окупності обладнання – в 2-3 рази менше.

3) Чим більші теплові втрати, тим доцільніше використання ТН: по-перше, питома вартість для ТН великої потужності в 3-5 разів нижче, ніж для ТН малої потужності; а по-друге, чим більші обсяги споживання теплоти, тим більша економія від застосування ТН.

4) Головне джерело тепла для роботи усіх ТН – сонячна радіація, оскільки земна радіація в 5000 разів менша. Головний теплоносій – вода. Вода має більшу від повітря теплопровідність приблизно в 20 разів, а теплоємність - в 3100 разів.

На цей час в Україні немає законодавчих та технічних можливостей для визначення дійсних технічних показників ТН. Користуючись цим, деякі недобросовісні виробники та продавці ТН вказують завищені показники обладнання. Відомі випадки, коли під виглядом ТН споживачу встановлювались електрокотли (!) у зміненому корпусі.

Європейський досвід вказує на необхідність впровадження в Україні міжнародних стандартів, за якими вимірюються показники ТН, та створення відповідної лабораторії. Окрім законодавчого регулювання, в ЄС існує громадська організація Європейська асоціація теплових насосів (ЕНРА), що перевіряє показники ТН та позначає знаком якості QL (Quality Label).

Слід зауважити, що досить серйозною проблемою є те, що ТН мають досить високу вартість і, як наслідок, великий строк окупності.

Попит на ТН гальмується також зниженням нафтових цін, яке дещо послаблює мотивацію до інвестицій у відновлювальну енергетику взагалі.

Багато цікавої і корисної інформації про сучасний стан використання ТН в Україні і світі опубліковано в [2].

На сьогодні проблема розвитку відновлювальної енергетики в Україні є особливо актуальною ще й з огляду на гібридну війну РФ проти України, на швидке закінчення якої сподіватись не доводиться.

Отже, розвиток відновлювальної енергетики в Україні – це питання нашої енергетичної та національної безпеки.

### **Інформаційні джерела**

1. [https://uk.wikipedia.org/wiki/Тепловий насос](https://uk.wikipedia.org/wiki/Тепловий_насос)
2. Теплові насоси в Україні / Інформаційний бюлетень. – Випуск №1, 2018.