

ЄВРОПОПЕЙСЬКИЙ ТА ВІТЧИЗНЯНИЙ ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛА

Вінницький національний технічний університет

Проведені аналітичні дослідження сучасного стану використання теплових насосів в європейських країнах та Україні, показані перспективи та запропоновані шляхи становлення та їх використання для опалення будинків.

Ключові слова: ринок теплових насосів, ефективність, стимулювання впровадженню.

Вступ

Як відомо до 40% енергії, яка споживається в країні припадає на експлуатацію будівель. З цього обсягу майже 85% витрачається на опалення і охолодження приміщень і тільки 15% - на освітлення та приготування їжі. Глобальні зміни клімату, виснаження природних ресурсів і порушення світової екологічної системи пов'язані в тому числі і з діяльністю будівельного комплексу [1].

В Україні спалюється величезна кількість «зайвого» палива. В результаті чого, середні питомі витрати теплової енергії на утримання житлового фонду в декілька разів вищі, ніж аналогічні показники сусідніх країн. На перші позиції висувається необхідність підвищення «енергоефективності» будівель за рахунок використання сучасних конструктивно-теплоізоляційних стінових матеріалів [2]. Показники термічного опору оболонки будинків (стіни, кровлі, підлоги) в європейській країнах наближені до $5,5-6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

За роки незалежності в Україні відбулось скорочення в рази виробництва, нафти, вугілля та природного газу. Впровадження енергозберігаючих технологій генерації теплоти і використання нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії стає не стільки популярним, як життєвою необхідністю для України, яка являється енергетично залежною країною, крім того країна тимчасово втратила частину територій, багатих на вуглеводи.

За прогнозами Світового енергетичного комітету до 2020 року 75% теплопостачання (комунального і виробничого) в розвинених країнах буде здійснюватися за допомогою саме теплових насосів (ТН), має суттєво зрости використання інших джерел відновлювальної енергетики.

Критичність стану вітчизняної теплоенергетики підтверджується тим, що сьогодні, ця галузь працює не в штатному режимі. Надзвичайні заходи на енергоринку країни були введені рішенням КМУ в лютому 2017 року у зв'язку з блокадою поставок вугілля марки «А» (антрацит) з Донецької області. Через брак антрацитового вугілля зупинена робота Слов'янської ТЕС, припинила роботу і Трипільська ТЕС. Завдяки введенню в дію надзвичайного стану максимально були завантажені ті блоки, які працюють на «нашому» газовому вугіллі та зменшено навантаження на блоки, що використовують антрацит.

Центр вагомості виробництва електроенергії, за даними офіційної статистики в першому кварталі 2017 року, перемістився до атомної енергетики. Питома вага атомної енергії у виробництві електроенергії в Україні зросла до 62-68% проти 42-47% в минулому 2016 році.

Становлення розвитку теплонасосних технологій

Принцип роботи теплового насоса (ТН) відображений в циклі Карно і був опублікований в 1824 році в його дисертації. Наприклад, в звичайному холодильнику тепло відбирається морозильною камерою з холодильника, охолоджується, а задня стінка холодильника віддає тепло [3].

Перша теплонасосна установка (ТНУ) називалась «помножувач тепла» і була запропонована Кельвінієм в 1852 році. У 20-х роках ХХ століття в Англії була створена перша ТНУ для опалення

та горячого водопостачання, що використовувала теплоту навколишнього повітря. ТНУ, яка встановлена ще в 30-і роки ХХ століття в будівлі енергетичної компанії в штаті Коннектикут (США) і працює до сих пір. В Європі перша велика ТНУ побудована в Цюріху в 1938-1939 роках, вона мала потужність 175 кВт, працювала на теплоті річкової води і виробляла гарячу воду з температурою 60°C. Високе значення коефіцієнта перетворення теплоти в ТН дозволяє забезпечувати теплопостачання і мінімальні витрати первинної енергії [4].

Мета роботи. Проведення аналізу впровадження теплонасосних технологій на європейському і українському ринку та розробка рекомендацій щодо його прискореного розвитку.

Аналіз Європейського ринку впровадження ТН

У Європі технологія теплових насосів отримала новий поштовх після того, як вона була віднесена до технологій відновлюваної енергії відповідно до Європейської директиви з поновлюваних джерел енергії (Директива RES).

Згідно з Директивою Європейського Парламенту та Ради 2010/31/ЕС від 19 травня 2010 року про енергозбереження будівель, стаття 2 пункт 18 «Тепловий насос» - машина, пристрій або установка, призначена для передачі тепла від природного середовища, таких, як повітря, вода або ґрунт, будівлі або промислового приміщення шляхом перетворення природного потоку більш низької температури в тепловий потік з високою температурою.

При збільшенні різниці між температурою джерела тепла і його споживачем значення коефіцієнта COP значно знижується. Спеціалісти стверджують, що коефіцієнт COP ТН може бути вище 4 якщо в системі температура не перевищує 35 °С. ТН об'єднує в собі опалювальний котел, джерело горячого водопостачання і кондиціонер. Як правило, ефективність роботи ТН залежить від використання різних технологічних схем (табл. 1).

ТН поділяються на такі основні типи:

- геотермальні або «ґрунт-вода», що використовують накопичене «сонячне» тепло з приповерхневого шару ґрунту (землі);
- повітряні або теплові насоси «повітря-вода», що черпають тепло з навколишнього зовнішнього повітря і передають його воді, що циркулює в системі опалення;
- водяні або «вода-вода», що працюють від тепла підземних водних горизонтів або інших доступних водних ресурсів;
- ТН «повітря-повітря», які перетворюють і передають тепло, що вилучається із повітря, в низькотемпературні системи теплої підлоги або фанкойлів.

Таблиця 1

Співвідношення основних енергетичних характеристик низько температурних джерел і видів теплозабезпечення [5]

Вид і температура низькотемпературного джерела теплоти	Вид теплозабезпечення і температура гарячого теплоносія					
	Опалення підлоги	Опалення нагрітим повітрям	Опалення з теплообмінниками	Опалення радіаторне, вода	Гаряче водозабезпечення	
					50...80 °С	40...50 °С
Повітря, 5...15 °С	4,0	3,9	3,15	-	2,65	3,15
Ґрунт, 5...10 °С	4,0	3,9	3,15	2,0	2,65	3,15
Ґрунтові води, 8...15 °С	4,4	4,0	3,6	2,25	2,9	3,6
Природні водойми, 4...17 °С	4,4	4,0	3,6	2,25	2,9	3,6
Сточні води, 10...17 °С	4,7	4,2	3,8	2,25	3,15	3,8
Оборотна вода, 25...40 °С	-	-	4,5	3,0	3,35	4,5

Світова практика свідчить про масштабне впровадження ТН для обігріву будівель, зокрема в Швейцарії близько 50% всього опалення приходить на ці енергоефективні установки. У 2015

році за даними Європейської асоціації теплових насосів (The European Heat Pump Association, ЕНРА) відповідно до представлених даних в рамках щорічного звіту з продажу теплонасосного обладнання європейський ринок теплових насосів виріс на 10%, що призвело до рекордних показників продажів - 880179 одиниць протягом року, сприяло зниженню викидів CO₂ в атмосферу на 24 млн. т і створенню 47103 повноцінних робочих місць (рис. 1). При цьому більше 50% ТН являються повітряними.

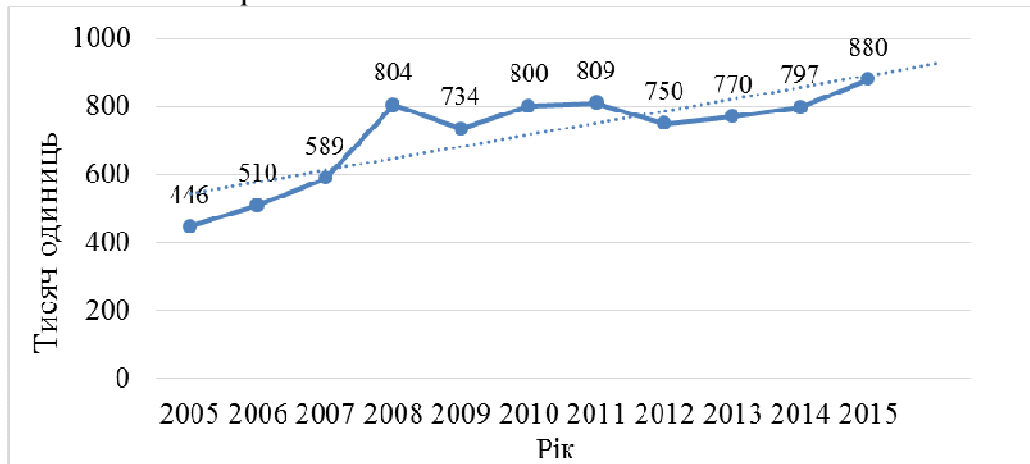


Рисунок 1 – Динаміка продажу теплових насосів в Європі в 2005-2015 роках

Більше ніж в 30% односімейних будинків в Норвегії тепер встановлені ТН, переважно «повітря-повітря». Загальний річний відпуск тепла від норвезьких теплових насосів оцінюється приблизно в 10-12 ТВтг/рік. У новому Норвезькому Будівельному Кодексі 2016 року, вже немає вимог, які стосуються використання поновлюваних джерел тепла для опалення. Системи ТН зайняли стабільно стійні позиції на будівельних ринках по стандартам «пасивного будинку», будівлі з нульовим споживанням енергії (ZEB), а також BREEAM-сертифікованих «зелених» будівель через їх високу енергетичну ефективність [6].

Тільки в Німеччині налічується біля 80 заводів з виробництва ТН, щорічно виробляється і встановлюється більше 60 тис. одиниць. На компанію Stiebel Eltron приходить 20% обсягів їх виробництва. ТН представлені понад 50 різними брендами. В Німеччині вартість електроенергії з мережі і отриманої в домогосподарстві за допомогою поновлюваних джерел (наприклад, від Сонця) зрівнялися, тому застосування ТН швидко вийшло на перший план. За прогнозом ЕНРА, за період з 2010 по 2020 рік очікується триразове зростання обсягів продажів ТН всіх типів.

За даними торгової асоціації Bundesverband Wärmepumpe (BWP), в минулому році продажі виросли на 17%, до 66500 одиниць і перевищили найуспішніший рік в минулому - 2008 рік. З 2008 року надавались гранти 9000 євро для субсидування повітряних теплових насосів до 20 кВт, на потужні моделі передбачались субсидії 1200 євро, на ґрунтові ТН - до 10 кВт - 2400 євро; від 10 до 20 кВт - 2400 євро + 120 євро за кожен кВт; від 20 до 100 кВт - 2400 євро + 100 євро за кожен кВт. На сьогодні 80-90% продажів ТН припадає на приватні одно- або двусімейні будинки.

У Франції, за оцінкою ЕНРА з 2010 по 2020 рік очікується двократне зростання впровадження ТН для систем опалення. Податкові кредити на установку ТН були доступні у Франції з 2005 року. Головним чином використовуються ТН «повітря-вода», які потребують менше витрат на впровадження в порівнянні з іншими типами ТН. У сусідній Бельгії установка ТН субсидується в розмірі до 75% від його вартості. Дотації в країнах Західної Європи мотивують жителів для переходу на енергозберігаюче опалення, тому сегмент ринку ТН бурхливо розвивається.

Австрійським енергетичним агенством проведена оцінка 30 найбільш популярних в Європі моделей геотермальних насосів (табл.2). Основним критерієм ефективності ТН була оцінка відповідно до європейських стандартів EN14511 і EN 255.

На відміну від європейських країн в США діє федеральний закон, який зобов'язує компанію-забудовника встановлювати це опалювальне обладнання в усіх новобудовах. Протягом року в США продається більше 1 млн. ТН.

На пострадянському просторі лідером у використанні ТН являється Естонія. При продажі ТН з розрахунку на 1000 домоволодінь в конкретній країні п'ятірка лідерів виглядає наступним чином: Швеція (30 на 1000), Норвегія (29,7 на 1000), Естонія (28 на 1000), Фінляндія (23 на 1000), Данія

(12,3 на 1000). Найбільший потенціал для зростання спостерігається в Німеччині та Великобританії. В Україні відсутня достовірна статистика використання ТН.

Таблиця 2

Рейтинг геотермальних теплових насосів за європейськими стандартами

Виробник	Модель	Ефективність
OCSHSNER (Австрія)	GMSW 10 plusS	5,1
NIBE(KNV) (Швеція)	F1145-12	5,1
NIBE(KNV) (Швеція)	F1140-6	5,0
NIBE(KNV) (Швеція)	F1240-10	5,0
HELIOTERV (Австрія)	HP16S18W-M-WEB	4,9
WATERKOTTE (Німеччина)	Ai1+50093	4,9
OCSHSNER (Австрія)	GMSW 10plus	4,8
HOVAL(Ліхтенштейн)	Thermalia 15HP	4,7
WEIDER(Австрія)	SW 90	4,7
VISSMANN (Німеччина)	Vitocal 300-GBW 106	4,7

В Японії, як і в США, при отриманні дозволів на будівництво громадських будівель обов'язковою умовою є використання ВДЕ, зокрема теплонасосних систем [7]. Сучасні повітряні ТН здатні ефективно нагрівати воду навіть при екстремально низькій вуличній температурі. Японський виробник Mitsubishi Electric гарантує роботу ТН Zubadan при температурі -28°C , а при нетривалій експлуатації і до -35°C . Тому Zubadan можна розглядати, як пріоритетне джерело тепла для опалення будівлі, без використання додаткових джерел протягом всього опалювального сезону. Не випадково, що марка Zubadan дуже широко поширена в Канаді, яка схожа за кліматом з Україною.

Використання інверторних технологій та інших сучасних рішень дозволило виробникам домогтися енергоефективності ТН, що відповідає класу «А +++». На сьогоднішній день понад 3,5 млн одиниць теплових насосів «Ecosute» вже встановлені в Японії, їх обсяг продажів постійно зростає. Як зазначено на сайті виробника, інвертор представляє собою друкований вузол (плата з електронними компонентами), встановлений в зовнішній агрегат, який регулює частоту обертання компресора за рахунок зміни амплітуди і частоти напруги, прикладеного до його електричного двигуна. Вбудований мікропроцесор збирає інформацію з численних датчиків, які відстежують робочі умови, і обчислює необхідну продуктивність компресора для швидкого досягнення комфортної температури в приміщенні при оптимальному електроспоживанні.

Існує декілька підходів до класифікації теплових насосів:

- ✚ за агрегатним станом поновлюваного низькотемпературного джерела теплоти та середовища, яке нагрівається на типи - «вода-вода», «повітря-вода», «повітря - повітря», «вода-повітря»;

- ✚ за типом компресорного устаткування - на спіральні, поршневі, гвинтові і турбокомпресорні;

- ✚ за видом привідного двигуна - на електропривідні, або з приводом від теплових двигунів (двигунів внутрішнього згорання парових, газових або гідравлічних турбін);

- ✚ за видом використаного робочого тіла (хладон) - на низькотемпературні, середньотемпературні і високотемпературні;

- ✚ за ступенем герметичності з'єднання з приводом - на герметичні, безсальникові і сальникові.

Зменшення викидів вуглекислого газу надзвичайно важлива проблема для існування людства. Існує необхідність декарбонізації сектора опалення житла. Саме тому до 2050 року в ЄС розглядаються питання повної декарбонізації будівельної галузі.

Організаційні заходи сприяння впровадженню ТН в Україні

В Україні, з великим запізненням, лише на початку 2015 року була створена Національна асоціація України по тепловим насосам (UNHRA). Її засновниками виступили 12 компаній України. Хоча Україна за роки незалежності не добилась масштабних успіхів у

впровадженні теплонасосних технологій, але науковий рівень досліджень являється досить вагомим[8-10].

В UNHRA прогнозують, що саме ТН витиснуть природний газ з теплових балансів міст і будівель нашої країни. Ринок ТН для опалення, кондиціонування та гарячого водопостачання для малоповерхової забудови в Україні потенційно становить мінімум 1 млн. установок із загальною встановленою тепловою потужністю 5000 МВт. На період до 2030 року ТН мають зайняти більше 60% в балансах опалення, більш 80% в балансах кондиціонування і майже 90% в системах гарячого водопостачання всіх будинків України.

Оскільки в Європі теплонасосна технологія почала стрімко впроваджуватись після того, як вона була визнана технологією відновлюваної енергетики (Директива RES). Для реалізації амбітних прогнозів UNHRA необхідно було віднести ТН до обладнання, що використовує відновлювальні джерела енергії, а це в свою чергу вимагало внесення змін до Закону України «Про альтернативні джерела енергії». Проект змін Закону до ВР був внесений Мінрегіонбудом, хоча реальним ініціатором відповідних змін стала саме UNHRA. Відповідно до Директиви 2009/28/ЄС, у визначення поняття «альтернативні джерела» додані «гідротермальна» і «аеротермальна» енергія. При застосуванні ТН очікувано мають поширюватися пільги «зеленого тарифу», а це, як відомо, мотивує виробника енергії.

Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про альтернативні джерела енергії» набрав чинності 10.12.2016 і до нього внесені такі зміни: абзац другий статті 1 після слова «геотермальна» доповнити словами «гідротермальна, аеротермальна» та стаття 10 доповнена частиною другою такого змісту - «Теплова енергія, вироблена тепловими насосами з аеротермальної, гідротермальної або геотермальної енергії вважається такою, що вироблена з відновлюваних джерел енергії, за умови, що річний обсяг виробництва теплової енергії таким тепловим насосом більший, ніж обсяг теплової енергії, затраченої на виробництво електричної енергії, спожитої цим тепловим насосом».

В Україні мають бути задіяні відомі в європейській практиці заходи державної підтримки при впровадженні ТН, оскільки основним недоліком цього обладнання являється висока його вартість.

На сьогодні ведуться роботи по вдосконаленню нормативної бази, щодо енергозбереження в будівництві - з 1 вересня 2010 року набрав чинності національний стандарт ДСТУ Б В.2.5-44:2010 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування систем опалення будівель з тепловими насосами (EN 15450:2007, MOD)», розроблений корпорацією «Європейська енергетична компанія». Зазначений національний стандарт передбачає такі види теплонасосних систем (табл. 3).

Таблиця 3

Основні види теплонасосних систем згідно з ДСТУ Б В.2.5-44:2010

Джерело теплової енергії (відбір теплової енергії)		Система споживання теплової енергії (віддача теплової енергії)	
Джерело теплової енергії ^a	Проміжний теплоносіє ^b	Проміжний теплоносіє	Споживач теплової енергії ^c
Відпрацьоване повітря, зовнішнє повітря	Повітря	Повітря	Повітря усередині приміщення
		Вода	Повітря усередині приміщення, вода
Поверхневі води, ґрунтові води	Вода	Вода	Те саме
		Повітря	Повітря усередині приміщення
Ґрунт	Незамерзаюча рідина (антифриз)	Повітря	Те саме
		Вода	Повітря усередині приміщення, вода
Ґрунт	Холодильний агент	Вода	Те саме
		Холодильний агент	Повітря усередині приміщення

^a Джерелом теплової енергії є середовище, з якого тепла енергія відбирається.
^b Проміжний теплоносіє – це рухоме середовище у відповідній системі переносу теплової енергії.
^c Споживач теплової енергії визначає місце споживання теплової енергії; це може бути нагрів приміщення або води в системі гарячого водопостачання.

Застосування теплонасосних технологій в Україні

Аналізуючи стан впровадження ТН в Україні слід констатувати, що в найближчі 5-8 років зростання буде відбуватись, в основному, за рахунок застосування імпоротної техніки, яка частково вже сьогодні присутня на українському [3, 11].

Якщо в розвинених країнах кількість працюючих теплонасосних установок різного функціонального напрямку ведеться на млн. або сотні тис. одиниць, то в Україні переважно працюють зарубіжні одиничні установки. Впровадження ТН забезпечило б одночасно і проблеми створення нових робочих місць. Україна має всі можливості зайняти частину цієї ніші та запровадити власне виробництво ТН.

Відставання України від країн, які успішно виробляють та використовують теплонасосну технологію, можна пояснити тим, що недостатньо уваги приділялось тепlopостачанню індивідуальних будинків та конкретних підприємств, домінувала централізована система тепlopостачання. Кошти, які виділяються з бюджету на «науку» в Україні розпоршуються за «радянським» принципом, без акцентів на пріоритетах, належним чином не використовується науково-технічний потенціал країни. Практично відсутня державна підтримка фінансування досліджень для розробок нового обладнання.

Прикладом наслідування для України може бути досвід Фінляндії. В секторі чистих технологій в цій країні зайнято лише 50 тис. чол і приблизно 3000 малих підприємств. Обсяг високотехнологічного зеленого експорту з Фінляндії досягнув 25 млрд. дол на рік і продовжує зростати, продаж тих же ТН зростає, а продукція експортується до Швеції, Німеччини, Китаю. Країна з населенням 5,4 млн чол. зайняла друге місце на всесвітньому саміті в 2015 році, «за унікальну мобілізацію внутрішнього наукового і технічного потенціалу на вирішення завдань щодо зниження вуглецевого сліду і за досягнення в експорті зелених технологій». Суть Індекс Global Cleantech Innovation полягає в тому, що оцінюються 40 передових країн світу і відображається ступінь розвитку в них чистих енергоефективних технологій майбутнього. Для порівняння, ВВП Фінляндії становить порядку 260 млрд. євро, українського – біля 100 млрд. дол.

На думку [8] Українська наука та машинобудування здатні значною мірою забезпечити самостійне виробництво ТН і вийти на вітчизняний, а згодом і на світові ринки. Надзвичайно актуальним та перспективним являється використання ТН технологій при використанні вторинних енергетичних ресурсів промислових підприємств, сонячної енергії, поєднання ТН з біоконверсією, впровадженням систем геотермального тепlopостачання [10].

Актуальність рекламної та інформаційної діяльності про ТН

Зростанню використання ТН на європейському і світовому ринку сприяє ефективна реклама. Прикладом такої реклами, яку важко переоцінити, може бути інформація що доводиться до громадськості країни (і не тільки країни) про те, що в резиденції экс-президента США Джорджа Буша в Техасі в 2001 році встановлено геотермальний ТН, який дозволяє зменшити витрати на опалення і кондиціонування на 75%; лондонська газета «Таймс» від 21.08.2005 писала про плани Королеви Великобританії бурити свердловину для опалення Букінгемського палацу, сер Елтон Джон в листопаді 2003 року встановив ТН для опалення особистого будинку (Великобританія). При цьому наводяться дані державної підтримки при впровадженні ТН та економічна доцільність від використання ТН.

Вражає інформація про масштаби виробництва та використання ТН, зокрема, в США щорічно виробляють 1 млн, в Японії - 3 млн. одиниць, в Швеції 50% опалення забезпечується тепловими насосами, а в Швейцарії в кожній третій новобудові встановлюються ТН.

Не вдаючись в тлумачення рекламного ходу виробників ТН цілком зрозуміло, що прочитавши про те, що ТН забезпечують 12% опалення Стокгольма і джерелом теплової енергії являється вода Балтійського моря з температурою близько 8 °С, забудовник чи приватний інвестор мають стати прихильниками використання відновлювальної енергетики і ТН.

Світовий досвід використання ТН свідчить про їх ефективність, масштаби впровадження в країнах ЄС. Кількість встановлених ТН в Європі наближається до 10 млн. одиниць, в світі – більше 30 млн. одиниць різної потужності, в США 13,5 млн. будинків використовують ТН в якості основного опалювального обладнання, в Швеції 50% опалення забезпечується саме ТН. Стрімко зростає кількість ТН «повітря-вода» і «повітря-повітря», питома їх вага перевищує в загальній кількості 90%, а кількість ТН ґрунтових та з використанням поверхневих вод залишаються

практично на одному рівні.

До 2020 року всі споруджувані будівлі в ЄС повинні відповідати показникам будівель з мінімальним або нульовим споживанням енергії, і в більшій мірі ця енергія повинна буде покриватися з поновлюваних джерел.

Висновки

- В Україні в 2015 році була створена Національна асоціація України по тепловим насосам (UNHPA). Законом України «Про внесення змін до Закону України «Про альтернативні джерела енергії» встановлено, що тепла енергія, вироблена тепловими насосами з аеротермальної, гідротермальної або геотермальної енергії вважається такою, що вироблена з відновлюваних джерел енергії. Закон набрав чинності з 10.12.2016 року.
- Узагальнення літературних джерел щодо європейського і українського ринку ТН свідчить, що Україна має максимально долучитись до впровадження тепло насосних технологій. Енергетичною стратегією України на період до 2030 року передбачено, що теплонасосні технології набудуть переважного розвитку і за рахунок їх використання на рівні 2030 року буде генеруватися тепла енергія еквівалентна спалюванню 22,7 млн т у.п. на рік.
- Створення і впровадження ТНУ в Україні не носить масового характеру і базується в основному на ентузіазмі окремих виконавців. На державному рівні мають бути реалізовані запропоновані організаційні заходи «наздоганяючого» розвитку щодо відкриття власного промислового виробництва ТН, створення сприятливих умов для імпорту тепло насосних технологій. За підтримки держави з врахуванням зарубіжного досвіду має бути передбачена фінансова підтримка промислового виробництва та реалізована система дотацій при впровадженні ТН.
- По аналогії з розвиненими країнами світу Україна має всі можливості для мобілізації потужного внутрішнього наукового і технічного потенціалу для масштабного виробництва і використання теплонасосних технологій з метою зменшення енергетичної залежності.
- В Україні має вестись велика роз'яснювальна та просвітницька робота щодо популяризації і впровадження ТН. Більшість населення України поки що не знайома з поняттям «тепловий насос», хоча постійно користується його різновидом, який працює у звичних холодильниках і кондиціонерах.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гаевская З. А., Лазарева Ю. С., Лазарев А. Н. Проблемы внедрения системы «зеленых» стандартов // Молодой ученый. - 2015. - №16.- С.145-152.
2. Гагарин В. Г. Макроэкономические аспекты обоснования энергосберегающих мероприятий при повышении теплозащиты ограждающих конструкций зданий/ Научно_технический и производственный журнал «Строительные материалы» 2010. №2. – С. 8-16.
3. Мацеватый Ю.М., Чиркин Н. Б., Клепанда А. С. Об использовании тепловых насосов в мире и что тормозит их широкое применение в Украине// Энергосбережение • Энергетика • Энергоаудит. 2014. №2 (120). С.2-17.
4. Трубаев П.А., Гришко Б. М. Тепловые насосы: учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010.- 143с.
5. Калнинь И.М., Лазарев Л.Я., Савицкий А.И. Энергосберегающие, экологически чистые технологии теплоснабжения производственных и жилых помещений / И.М. Калнинь, Л.Я. Лазарев, А.И. Савицкий [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ekip-tnu.ru/doc1.shtml>.
6. Норвежский рынок тепловых насосов -2016 http://www.tn.esco.co.ua/pages/3_2016/art06.html.
7. Лунева С.К. Эффективность применения тепловых насосов // Технично-технологические проблемы сервиса. СПбГЭУ №3(33). - 2015.- С.59-62.
8. Кулик М.М., Білодід В.Д. Проблеми і перспективи розвитку в Україні теплонасосних технологій / Проблеми загальної енергетики. №14/ 2006. – С.7-12
9. Каченко С.Й., Остапенко О.П. Парокомпресійні теплонасосні установки в системах тепlopостачання: Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. – 176 с.
10. Низькопотенційна енергетика: навчальний посібник / Редько А.О. Безродний М.К., Загорученко М.В., Редько О.Ф., Ратушняк Г.С., та інші. Під ред. Академіка НАНУ А.А. Долинського. – Харків: ТОВ «Друкарня Мадрид», 2016. - 412с.
11. Review of the market of thermal pumps. Electronic magazine of power service company "Cities and Buildings" [Obzoryinka teplovyih nasosov. Elektronnyiy zhurnal energoservisnoy kompanii «Goroda i zdaniya»].– No. 7, July, 2013.

Сердюк Василь Романович – д-р тех. наук, професор, завідувач кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет.

Дедова Олена Володимирівна - студентка Вінницького національного технічного університету

В. Р. Сердюк

А. В. Дедова

ЕВРОПОЕЙСЬКИЙ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЬЯ

Винницкий национальный технический университет

Проведенные аналитические исследования современного состояния использования тепловых насосов в европейских странах и Украине, показаны перспективы и предложены пути становления и их использование для отопления домов.

Ключевые слова: рынок тепловых насосов, эффективность, стимулирование внедрению.

Сердюк Василий Романович - д-р тех. наук, профессор, заведующий кафедрой инженерных систем в строительстве, Винницкий национальный технический университет.

Дедова Елена Владимировна - студентка Винницкого национального технического университета.

V. Serdyuk

O. Dedova

EUROPEAN AND DOMESTIC EXPERIENCE ON THE USE OF HEAT PUMPS IN HEATING SYSTEMS OF HOUSING

Vinnitsa National Technical University

The analytical researches of the current state of use of heat pumps in European countries and Ukraine have been carried out, prospects and suggested ways of formation and their use for heating of buildings are shown.

Key words: the market of heat pumps, efficiency, stimulation of introduction.

Serdyuk Vasyl - dr. sciences, professor, head of the department of engineering systems in construction, Vinnytsia national technical university.

Dedova Elena - a student of Vinnitsa national technical universit