

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій
та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського ОНТУ



XIII ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

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

23-25 вересня 2021 року

ЗБІРНИК ДОКЛАДІВ



Одеса - 2021

УДК 621.565; 621.

Сучасні проблеми холодильної техніки та технології / Збірник тез доповідей XII Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Одеса: ОНТУ, 2021. –196 с.

У збірнику наведені матеріали XIII 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, обладнання кондиціонування повітря, дослідженням робочих тіл та процесів в елементах холодильних та кріогенних систем, застосуванням нано та когенераційних технологій, використанням холоду в харчових технологіях, застосуванням і впровадженням нетрадиційних джерел енергії.

Матеріали, занесені до збірника, друкуються за авторськими оригіналами. За достовірність інформації відповідає автор публікації.

НАУКОВИЙ КОМІТЕТ

Голова - Єгоров Б.В. - ректор Одеської національної академії харчових технологій, Заслужений діяч науки і техніки України, Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, д-р техн. наук, професор

Заступники голови

Поварова Н.М. – к.т.н., доцент, проректор з наукової роботи Одеської національної академії харчових технологій;

Косой Б.В. – д.т.н., професор, директор навчально-наукового Інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики Одеської національної академії харчових технологій;

Члени наукового комітету:

Вансєв С.М.- Сумський державний університет, к.т.н., доцент;

Семенюк Ю.В. - зав. кафедрою теплофізики та прикладної екології ОНАХТ, д.т.н., професор;

Лабай В. Й. - Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор;

Лавренченко Г.К. – д.т.н., професор;

Мілованов В.І. - зав. кафедрою компресорів та пневмоагрегатів ОНАХТ, заслужений діяч науки і техніки України, д.т.н., професор;

Морозюк Л.І. - д.т.н., професор;

Потапов В. О. - Харківський державний університет харчування і торгівлі, д.т.н., професор;

Радченко М.І. - зав. кафедрою кондиціонування і рефрижерації НУК, академік Міжнародної академії холоду, д.т.н., професор;

Симоненко Ю.М. - зав. кафедрою криогенної техніки ОНАХТ, д.т.н., професор;

Хмельнюк М.Г. - зав. кафедрою холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ, академік Міжнародної академії холоду, д.т.н., професор;

Організаційний комітет:

Голова - проф. Хмельнюк М.Г.;

Науковий секретар - к.т.н. доц. Жихарева Н.В.

Члени оргкомітету - к.т.н. Зімін О.В., к.т.н. Когут В.О., к.т.н. Желіба Ю.О., к.т.н. Трандафілов В.В., к.т.н. Грудка Б.Г., аспірант Дудко О.М., аспірант Крушельницький Д.О.

Conclusion. It has been determined that the thermopressor allows to increase the air pressure between the compressor stages by 4–9%, as a result of which the compression work in the compressor stages decreases; increase the amount of the working fluid in the cycle by $g_w = 2\text{--}4\%$, and, as a consequence, increase the specific power of the gas turbine by 3–10%.

References

6. Pham, V.V.: Advanced technology solutions for treatment and control noxious emission of large marine diesel engines: A brief review. *Journal of Mechanical Engineering Research and Developments* 42(5), 21–27 (2019)
7. De Serio, D., de Oliveira, A., Sodr , J. R.: Application of an EGR system in a direct injection diesel engine to reduce NOx emissions. *Journal of Physics: Conference Series* 745(3) (2016)
8. MAN Diesel Turbo.: CEAS Engine Calculations, <https://marine.man-es.com/two-stroke/ceas>, last accessed 2019/06/22
9. Radchenko, R., Kornienko, V., Pyrysunko, M., Bogdanov, M., Andreev, A. (2020). Enhancing the Efficiency of Marine Diesel Engine by Deep Waste Heat Recovery on the Base of Its Simulation Along the Route Line. In: Nechyporuk M., Pavlikov V., Kritskiy D. (eds) *Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering (ICTM 2019)*. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 1113, pp. 337–350. Springer, Cham
10. Ship & Bunker.: <https://shipandbunker.com/prices#VLSFO>., last accessed 2020/04/10

УДК 621.577

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ ДЛЯ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ

*Калініченко І.В., к.т.н., доцент кафедри теплотехніки; Терещенко М.С., здобувач вищої освіти
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
Херсонська філія, м. Херсон
kiv26@ukr.net*

Актуальність проблеми

На сьогоднішній день теплогенеруючим джерелом для житлових будівель є міська ТЕЦ, яка знаходиться на відстані від 1 до 10 км, що обумовлює значні втрати теплоти при доставці теплоносія. З огляду на часті перебої в роботі ТЕЦ, а також незадовільний стан тепломереж, виникло питання про перехід від централізованого до автономного теплопостачання.

Розглядалося кілька альтернативних варіантів автономного теплопостачання для квартир: газові та електричні котли, теплові насоси і т.д, та для приватного сектору: твердопаливні та газові котли, теплові насоси.

Газові котли. Позитивним моментом у використанні газового котла для житлового будинку є його економічність і можливість регулювання температури теплоносія, що подається в порівнянні з ТЕЦ.

Недоліки даного опалення наступні:

- установка газового котла передбачає дотримання безлічі умов, що стосуються як технічного стану, так і оформлення відповідної документації. Необхідно узгодити свої дії з газопостачальною службою, для чого слід надати проект, договір з монтажною організацією, копію ліцензії цієї організації на здійснення діяльності подібного роду;
- необхідно подбати про наявність димоходу для виведення відпрацьованих речовин. Установку потрібно проводити в добре провітрюваному приміщенні, що має окремий вихід на вулицю. Це особливо важливо для котлів з пальником атмосферного типу;

- при зниженні тиску в системі газопроводу котел починає коптити, знижується коефіцієнт його корисної дії;

- при площі менше 100 м² застосування газового котла стає не тільки економічно не вигідним, а й небезпечним; необхідна установка автоматики, яка здійснює контроль за витоком газу.

Електричні котли та бойлери. На сьогоднішній день на ринку України представлена величезна кількість електричних котлів та бойлерів, що дозволяє підібрати оптимальний варіант установки для теплопостачання. Але їх основним недоліком є велика кількість споживаної електроенергії. Тарифи на електроенергію великі, і в майбутньому можливо лише їх збільшення, тому використання такої установки економічно недоцільним [1].

Недоліки твердопаливного котла. Наслідком циклічності роботи є нестабільна температура у будівлі, низький комфорт, перевитрати палива. Транспортування та зберігання великого об'єму палива, що необхідне твердопаливному котлу, бруд, пил, комахи, запах, сажа, травми, регулярне завантаження та чистка котла, прибирання приміщень - супутники твердопаливного котла. Погіршення екології від застосування твердопаливного котла призводить до хвороб. Вартість котельної "під ключ" з твердопаливним котлом орієнтовно дорівнює сучасному тепловому насосу [1, 2].

Теплові насоси. Технічна можливість і енергетична ефективність застосування теплових насосів в якості джерел теплопостачання для систем опалення вже доведена майже півтора століття тому. Однак практичне використання ці розробки в Україні отримали тільки в останні десятиліття.

За принципом дії найбільш поширеними є парокompресорні або абсорбційні схеми теплових насосів. Як джерело теплоти низького потенціалу можна використовувати ґрунтові води ($t = 8 \dots 15^\circ\text{C}$), ґрунт ($t = 5 \dots 10^\circ\text{C}$), атмосферне повітря ($t = 0 \dots 10^\circ\text{C}$), водопровідну воду ($t = 9 \dots 20^\circ\text{C}$), каналізаційні стоки ($t = 10 \dots 17^\circ\text{C}$).

Мета дослідження. З'ясувати технічну можливість та доцільність теплонасосної утилізації низько потенційної теплоти для теплопостачання житлових приміщень.

Так, в 2015 році Антонівська школа № 21 Херсонської міської ради виграла грант в розмірі 2,5 млн. євро на будівництво "зеленої школи", який надав фінський Фонд "Північна ініціатива гуманітарної підтримки і енергоефективності (НЕФКО України) - Збірні переносні будинки для соціальної інфраструктури в Україні". А Херсон став першим містом в Україні, який виграв грант на реалізацію такого проекту, а у 2016 школу відкрили [3].

На даному об'єкті був встановлений досить великий парк енергозберігаючого обладнання, у тому числі і тепловий насос компанії ВДЕ "повітря-вода", потужністю 35 кВт з компресором фірми "Emerson" (Copeland) EVI - з уприскуванням пара. Температурний режим роботи - до мінус 15°C.

У літню пору тепловий насос працює як холодильна машина з повітряним охолодженням конденсатора, а неавтономні кондиціонери забезпечують всі приміщення кондиціонованим повітрям [3].

В табл. приведені порівняння вартості опалення житлових приміщень різними способами [2].

Таблиця. Вартість опалення житлових приміщень

	жовтень		січень		березень	
	Квартира 50м ²	Приватний Будинок 100м ²	Квартира 50м ²	Приватний Будинок 100м ²	Квартира 50м ²	Приватний Будинок 100м ²
ТЕЦ	1900	3800	1900	3800	1900	3800
ЕК	1500	3200	2500	5400	1700	3500
ГК	490	1050	1120	2450	560	1400

ТПК	-	1700	-	3900	-	2100
ТН	420	900	1300	2800	480	1200

Вимоги до хладонів, що використовуються у якості робочого тіла теплового насосу

При виборі робочого тіла теплового насосу розглядалися хладони, що відповідають наступним вимогам:

- відсутність вакууму в системі для запобігання підсосу повітря і, відповідно, установки складного обладнання, що відокремлює повітря від робочого тіла. Для цього слід використовувати такі хладони, у яких тиск кипіння у випарнику більше або дорівнює атмосферному тиску, нормальна температура кипіння хладону повинна бути менше або дорівнювати температурі кипіння у випарнику;
- здійсненність процесу конденсації хладону в конденсаторі, що досягається у випадку, якщо критична температура хладону більше температури його конденсації в конденсаторі;
- озонобезпечні, що забезпечується використанням таких хладонів, у яких молекули не містять атомів бром, а також атомів хлору без атомів водню.

Сьогоднішня ситуація на ринку хладонів така, що виділити продукт, який би відповідав всім пропонованим (озоноруйнівні здатність ODP; потенціал глобального потепління GWP та TEWI; токсичність; пожежо- і вибухонебезпечність; легкість в виявленні витоків; критичні параметри і термодинамічні властивості; властивості переносу; тепломасообмінні характеристики; температури замерзання і термічного розкладання; розчинність в мастилах; сумісність із застосовуваними в машинобудуванні матеріалами і водою; вартість) неможливо. Кожен з наявних хладонів хоч в чомусь, але не дотягує до ідеалу. Жорсткість екологічних вимог, укладених міжнародними договорами, може тільки погіршити ситуацію, вилучивши з ринку зарекомендованих з хорошого боку і відкривши дорогу маловивченим і небезпечним хладонам. Можливо, від цього постраждають власники обладнання, заправленого багатокомпонентними сумішами, які визнають токсичними і небезпечними. Не можна виключати і появи нових, поки невідомих холодильних агентів. Однак тривалі витрати на їх вивчення і, тим більше, впровадження у виробництво не дозволять їм наскільки або сильно впливати на існуючу розстановку сил.

В установках, де ще застосовують HFC- і HCFC-холодоагенти, всіма можливими методами знижують масу заправки, гранично мінімізують виток парникового газу. Хладагент R22 сьогодні заміняють на R404a, R407C, в останні роки на R410A. Холодоагенти R134a, R22, R123 залишаються в системах кондиціонування повітря, де особливо жорсткі вимоги до безпеки в умовах можливих надзвичайних ситуацій і терактів.

Зниження TEWI можна домогтися розробкою компресорів під конкретний холодоагент. Такий компресор в поєднанні зі змінною частотою обертання електродвигуна може заощадити, за оцінками фірм, до 30% електроенергії. Перехід з R134a на R600a в суднових холодильних установках та кондиціонерах особливо енергетично вигідний при використанні високоефективних, орієнтованих саме на ці холодоагенти, компресорів. Діоксид вуглецю перспективний в каскадних низькотемпературних схемах в суднових каскадних рефрижераторних холодильних установках для температур нижче мінус 33 °С. При температурах вище мінус 33 °С в системах промислового холоду поза конкуренцією залишається аміак. Відзначимо, що 95% промислових холодильників за статистикою в Європі - на аміаку. Діоксид вуглецю поза конкуренцією в якості низькотемпературного холодоносія.

Що стосується переходу на озонобезпечні замітники. Замінники можна розділити на дві категорії:

1. "Ретрофітні" - ті які можна використовувати в існуючому холодильному обладнанні без зміни самого обладнання. До таких хладонів належать суміші R401a, R401c, R409a, і багато інших, які використовуються в якості заміника хладону R12. Взагалі "ретрофітним" заміником хладону R12 зобов'язана бути тільки суміш хладонів, оскільки, за розчинність в мінеральному мастилі, з яким хладон R12 "працює" відповідає компонента суміші, у формулі якого міститься хлор, проти якого Монреальський протокол і "бореться". У нашому випадку це хладон R22. Інші ж компоненти суміші повністю озонобезпечні. Інша важлива властивість - різниця в температурі кипіння компонентів, з яких вони складаються. Через "нещільності" буде просочуватися найбільш легкокиплячий компонент, і отже склад суміші з часом буде змінюватися.

2. В другу категорію можна віднести "азеотропи" такі як R134a. Вони вимагають повної заміни мастила в системі. Це пов'язано з тим, що R134a не розчинний в мінеральному мастилі, а розчинний тільки в синтетичному. Якщо його додати в систему, з хладоном R12, то рано чи пізно, все мастило з компресора "розмажеться" по системі і компресор працюватиме в "суху". Швидше за все не довго. Якщо ж додати в таку систему синтетичного мастила, то відбудеться наступне. Синтетичне мастило з'єднуючись з мінеральним перетворюється на "шароподібні згущення", які на виконують функцію мастила і компресор буде знову працювати в "суху". При переході з хладону R12 на R134a допускається наявність не більше 3% мінерального мастила. Крім того, діаметр молекули R134a менше хладону R12, що може призвести до витікання хладону R134a з холодильної машини в будь якому місці системи. Це призведе до заміни прокладок в холодильній установці.

Список літератури

1. Закиров, Д.Г. Состояние и перспективы использования низкопотенциальной теплоты с помощью тепловых насосов // Промышленная энергетика. - №6. – 2004 г. – с. 2 – 9.
2. Порівняння вартості опалення твердопаливним котлом і тепловим насосом // NIBE. – Режим доступу <http://www.nibe.ua>.
3. Соколов В. Реконструкция зданий с радикальным повышением энергоэффективности // Тепловые насосы. – Запорожье: Информационное энергетическое агентство «ЭСКО». - №2. – июль 2017. – с. 42 - 43.

ФІЛЬТРАЦІЯ ТА РОЗПОДІЛ ПОВІТРЯ В УМОВАХ COVID -19

Жихарева Н.В., доц. кт.н. ОНТУ, Соловйова П.В., інженер, Афанесенко С.В, здобувач вищої освіти ОНТУ, Скачко І.М. здобувач вищої освіти ОНТУ

Розглянуті шляхи підвищення підтримки оптимальних параметрів повітря при використанні, деякі технології і елементи, вдосконалення яких безпосередньо підвищує поліпшення умов праці людей і навколишнього середовища в умовах COVID -19

У системах кондиціонування фільтри необхідні для очищення та видалення з повітря всіляких забруднень.

Від якості та функціональності фільтра багато в чому залежить його вартість. Але необов'язково вибирати найдорожчу універсальну модель. Досить визначитися з типом забруднень, усунення яких пріоритетнішою за все. Наприклад, для житлових приміщень

- Калініченко І.В., к.т.н., доцент кафедри теплотехніки; Асаволюк Д.В. магістр Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонська філія, м. Херсон*
- 20 ОПТИМАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛООБМІННИКА ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОТИ ПРИРОДНОЇ ВОДИ І ҐРУНТУ В ТЕПЛОНАСОСНИХ СИСТЕМАХ ОПАЛЕННЯ** 77
Безродний М.К., проф., д.т.н. КПІ ім. Ігоря Сікорського, Притула Н.О., доц., к.т.н. КПІ ім. Ігоря Сікорського, Фетов І.В. магістрант КПІ ім. Ігоря Сікорського
- 21 ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЯ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ.** 81
*Терзійський С.С., маг., каф.ХУКП, Яковлева О.Ю., доц. каф.ХУКП
Трандафілов В.В., ст.викл., каф.ХУКП*
- 22 IMPROVING ENERGY EFFICIENCY OF MARINE DIESEL ENGINES BY UTILIZING THE RECIRCULATION GAS HEAT IN ABSORPTION CHILLER** 83
Roman Radchenko, Assistant Professor of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Maxim Pyrysunko, Teacher of Kherson Branch of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine, Denys Vdovychenko, Student
- 23 ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛООВОГО НАСОСУ ДЛЯ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ** 86
Калініченко І.В., к.т.н., доцент кафедри теплотехніки; Терещенко М.С., здобувач вищої освіти Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонська філія, м. Херсон
- 24 ФІЛЬТРАЦІЯ ТА РОЗПОДІЛ ПОВІТРЯ В УМОВАХ COVID -19** 89
Жихарева Н.В., доц. кт.н. ОНТУ, Соловейова П.В., інженер, Афанесенко С.В, здобувач вищої освіти ОНТУ, Скачко І.М. здобувач вищої освіти ОНТУ
- 25 ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ СИСТЕМИ ТЕПЛОВИЙ АКУМУЛЯТОР ДЛЯ ПЕРЕДПУСКОВОГО ПРОГРІВАННЯ ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ – СИСТЕМА ОХОЛОДЖЕННЯ ДВИГУНА** 93
Клюєва О. О., аспірант кафедри транспортних систем і технічного сервісу, Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна,
- 26 ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ ВІД ЗАСТОСУВАННЯ ЕЖЕКТОРНОГО ТЕПЛООБМІННИКА ДЛЯ КОНДЕНСАЦІЇ ПАРИ ВУГЛЕВОДНІВ НА НАФТОБАЗІ** 96
Когут В. О., к.т.н., доц., Бутовський Є. Д.,інженер Бушманов В. М. аспірант Кіценко А.О аспірант Одеська національна академія харчових технологій
- 27 ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЗМІНИ МАСШТАБУ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ** 98
*Луняка К.В., доктор технічних наук, професор кафедри теплотехніки Херсонської філії Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Херсон, Україна
Клюєв О.І., кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна*
- 28 ДОСЛІД АВТОМАТИЧНОГО РОЗМОРОЖУВАННЯ ВИПАРНИКА ВІТРИНИ** 101
Константинов І.О., аспірант, Хмельнюк М.Г., д.т.н., професор ОНАХТ
- 29 ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ПОВІТРЯ В ПРИСТІННИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ВІТРИНАХ ВІДКРИТОГО ТИПУ З ВБУДОВАНИМ КОМПРЕСОРНО-КОНДЕНСАТОРНИМ ВІДСІКОМ.** 105
Константинов І.О., аспірант, Хмельнюк М.Г., д.т.н., професор ОНАХТ
- 30 ГІДРОДИНАМІКА ПІД ЧАС КОНДЕНСАЦІЇ У ТРУБКАХ ІЗ ВНУТРІШНІМ СПІРАЛЬНИМ ОРЕБРЕННЯМ** 108

*Матеріали XIII Всеукраїнської науково-технічної конференції
«Сучасні проблеми холодильної техніки і технології», 23 по 25 вересня 2021*

**Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій
та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського ОНТУ**

**XIII ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ**

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

23-25 вересня 2021 року

ЗБІРНИК ДОКЛАДІВ

Одеса - 2021