

**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 кріогенної 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.

2. Дем'яненко Ю.І. □, Дорошенко О.В., Гоголь М.І. Система кондиціонування повітря на основі випарного охолодження і відкритого абсорбційного циклу // Холодильна техніка та технологія. – 2020. – 56 (1–2). – С. 11–18.
3. Kosoy B.V. Heat pipes, theory and practice // International Short Course on Passive Thermal Control, Antalya, Turkey, 22-24 October 2003, PTC-03.
4. L.L. Vasiliev, L.L. Vassiliev Jr., M.I. Rabetsky, L.P. Grakovich, A.S. Zhuravlyov, A.V. Shapovalov, A.V. Rodin. Long horizontal vapordynamic thermosyphons for renewable energy sources // Heat Transfer Engineering. – 2019. – 40 (3–4). – P. 258–266.
5. Vasiliev L.L., Zhuravlyov A.S. Innovative heat pipes and thermosyphons for renewable sources of energy application // Proceedings of the XVI Int. Conf., Międzyzdroje, Poland, September 2–5, 2018. – E3S Web of Conferences. – Vol. 70 (2018) – 6 p. [electronic resource]. – Free Access: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20187001018>.

УДК 504.43; 621.577.2

АВТОНОМНА СИСТЕМА ОТРИМАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ЗА РАХУНОК УТИЛІЗАЦІЇ НАДЛИШКОВОГО ТЕПЛА

Зур'ян О.В.¹, науковий співробітник

Ніколаєвська Н.В.¹, науковий співробітник

*¹Інститут відновлюваної енергетики НАН України, вул. Гната Хоткевича 20-а, м. Київ,
alexey_zuryan@ukr.net*

В цьому році виповнюється 200 років відкриттю термоелектричного ефекту. А саме в 1821 році Томас Зеєбек відкриває ефект появи електрики при охолодженні спаю двох різнорідних металів. У 1822 році він публікує результати своїх дослідів в статті «До питання щодо магнітної поляризації деяких металів і руд, що виникає в умовах різниці температур» та виголосив доповідь в Пруській академії наук. По суті, він відкриває термоелектричний ефект, який згодом був названий його ім'ям і приніс вченому всесвітню відомість. Майже через 13 років інший учений - Жан Шарль Пельтьє відкриває ефект, зворотний ефекту Зеєбека, який полягає в охолодженні (нагріванні) спаю металів під дією електричного струму - ефект Пельтьє [1].

В основі термоелектричної генерації лежить термоелектричний ефект, що полягає у виникненні термо-ЕРС при нагріванні контакту (спаю) двох різнорідних металів або напівпровідників (термопари). Напруга термо-ЕРС E_m прямо пропорційно коефіцієнту Зеєбека α і різниці температур ΔT між гарячою T_h і холодною T_c сторонами (спаю) термоелектричного модуля [2].

Конструкція термопари складається з різнорідних напівпровідникових термоелементів n - і p -типу, з'єднаних між собою на одному боці, інші два вільних кінця підключаються до навантаження R_n . Якщо температура місця контакту відмінна від температури вільних кінців, то по такому ланцюгу піде струм, а на навантаженні буде виділятися корисна потужність.

Перше практичне застосування напівпровідникові термоелектрогенератори типу ТГ-1 отримали на самому початку Великої Вітчизняної війни. У Радянському Союзі був створений «партизанський казанок», який отримав таку назву через форми селянського чавунця з подвійним дном, усередині якого розміщався блок напівпровідникових термопар.

У «казанок» наливали холодну воду і вішали його над багаттям, вогонь якого нагрівав його дно і разом з ним гарячі спаї термоелементів, виготовлених з антимоніду цинку і

константану. Друге дно і холодні спаї охолоджувалися холодною водою. При цьому різниця температур спаїв досягала 200-250°C, а вироблюваної таким генератором електроенергії, навіть незважаючи на порівняно низький ККД генератора, який не перевищував 1,5 ... 2,0%, було досить для забезпечення електроживленням партизанських радіостанцій. «Партизанський казанок», так само як і інший аналогічний прилад - «Партизанський чайник», розвивав електричну потужність близько 10 Вт.

У 50-ті роки в СРСР випускалися термогенератор для живлення приймачів в не електрифікованій місцевості. Гарячі спаї термогенератора нагрівалися звичайною газовою лампою, що застосовується для освітлення. Холодні спаї охолоджувалися повітряним радіатором з металевими ребрами, (рис.1).

Термоелектричне перетворення універсальне, воно допускає використання практично будь-яких джерел теплового потоку, в тому числі при малих перепадах температур, при яких застосування інших способів перетворення неможливо.

Так само, зовсім недавно практичне застосування отримали пристрої, які повинні утилізувати енергію теплових потоків при перепаді температур менше 10 К.



Рис.1. Термогенератор ТЕГК2-2 1957 р

До теперішнього часу істотним обмеженням переваг термоелектричного перетворення залишається відносно низький коефіцієнт ефективності перетворення теплового потоку в електричну енергію - від 3 до 8%. Однак, в ситуації, коли для відносно невеликих навантажень неможливо або економічно недоцільно підвести лінії електропередачі, термоелектрогенератор (ТЕГ) стає незамінним. Сфери таких застосувань вкрай різноманітні: від енергозабезпечення космічних апаратів, що знаходяться на віддалених від Сонця орбітах, для живлення обладнання газо- і нафтопроводів, морських навігаційних систем і до побутових електричних генераторних пристроїв, наприклад, в складі дров'яної печі, печі для сауни, каміна, опалювального котла, мангала або польової кухні.

Незважаючи на малий коефіцієнт корисної дії, ТЕГ доцільно застосовувати в похідних умовах, де потрібно автономно отримати електрику для зарядки мобільного телефону або живлення світлодіодної лампочки.

Для проведення дослідження, в ІВЕ НАНУ, був сконструйований термоелектричний генератор на основі шести елементів Пельтьє, (рис. 2.). Цей пристрій може конструктивно кріпитися на будь-який нагрівальний прилад (наприклад, польову кухню, мангал та інший пристрій, який під час роботи викидає в навколишнє середовище зайву теплову енергію) для отримання електричної енергії в умовах, де її отримання традиційним способом неможливо, або викликає труднощі. Конструкція яка складається з нагрівального приладу і термоелектричного генератора, створюють автономну систему отримання електричної енергії за рахунок утилізації зайвого тепла.

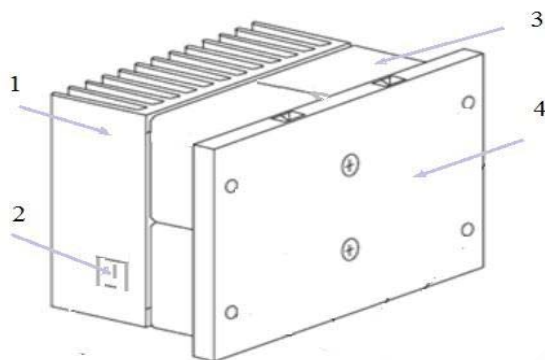


Рис. 2. Зовнішній вигляд термоелектричного генератора: 1 - охолоджуючий радіатор з вентилятором; 2 - вихід стабілізатора напруги для підключення електроприладів; 3 - термоелектричний генераторний модуль на елементах Пельтьє; 4 - металева теплорозподільна пластина

Запропонована конструкція термоелектричного генератора складається з металевої теплорозподільної пластини з боку джерела тепла, термоелектричного генераторного модуля на елементах Пельтьє і охолоджуючого радіатора з вентилятором, який відводить тепло, що проходить через модуль в навколишнє середовище і створює необхідний для роботи теплогенеруючого модуля перепад температур. Вся конструкція скріплюється разом за допомогою різьбових з'єднань. В одну збірку можуть бути встановлені кілька модулів. Енергія від декількох збірок може додаватися при відповідному підключенні. Завдяки своїй простоті конструкція має високу надійність і довговічність.

Генератор забезпечений вентилятором для примусового охолодження радіатора. При збільшенні температури на робочій поверхні, швидкість обертання вентилятора збільшується, що призводить до збільшення різниці потенціалів і захисту від перегріву. Для живлення електронних пристроїв використовується відповідний стабілізатор напруги. Схема стабілізатора напруги наведена на рис. 3

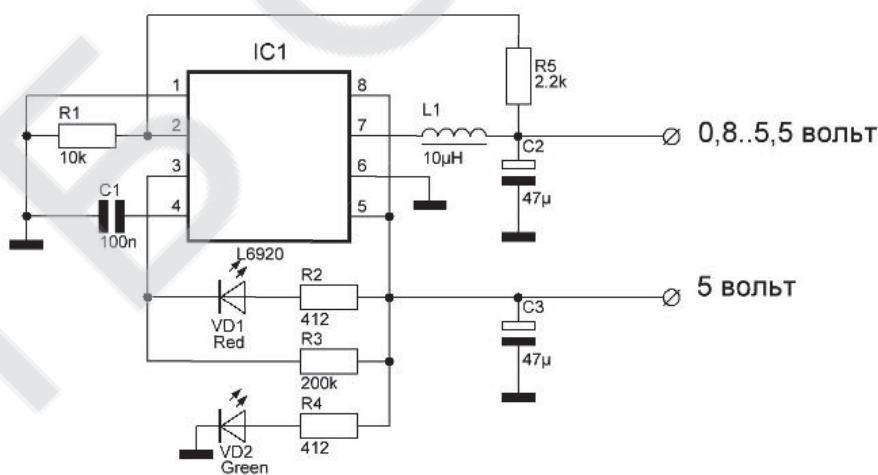


Рис. 3. Схема стабілізатора напруги термоелектричного генератора

Експлуатація термоелектричного генератора на відкритому повітрі, як правило, дає кращі результати за рахунок присутності додаткового природного обдування радіатора. [3].

Висновок:

Прогрес в області технології розробки і виробництва малопотужних електронних автономних пристроїв в значній мірі розширив можливості їх застосування.

Автономні джерела електричної енергії на основі термоелектричних генераторних модулів знайшли широке застосування в різних областях діяльності людини. Потужність, що виробляється такими генераторами, складає від одиниць міліват до одиниць кіловат і визначається в економічності вибору цього способу перетворення енергії.

Зниження потужності споживання і поява високоефективних перетворювачів напруги, початківців працювати при напрузі 30 мВ, визначили появу на ринку нового рішення для живлення малопотужних пристроїв. Це дає змогу подовжити термін служби і надійність широкого спектра автономних пристроїв, що вимагають регулярної заміни батарей живлення. Джерелом теплової енергії може бути будь-яка енергія, що отримується при спалюванні природного газу, дров, вугілля, пеллет та інш.

Список інформаційних джерел

1. Становий С. Томас Зеебек / Популярна електроніка. [Електроний ресурс]. <http://scsiexplorer.com.ua/index.php/izvesnie-ludi/zarubezhnye-umy/1921-tomas-zeebek.html>.
2. Шостаковский П. "Термоэлектрические источники альтернативного электропитания" Компоненты и Технологии, № 113, 2010, С. 131-138.
3. Рыльникова М. В. и др Оценка перспективных направлений использования термоэлектрических генераторов для выработки электроэнергии в условиях подземного рудника // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), №65, 2015, С. 73-84.



УДК621.56:622.691.6:629.114

УДОСКОНАЛЕНА АГНКС З ГАЗОГІДРАТНИМ АКУМУЛЯТОРОМ

В.В. Клименко, проф., д-р. техн. наук., М.В. Босий, викл., С.М. Якименко, доц, к.ф.-мат наук,
ЦНТУ, м. Кропивницький klymvas@ukr.net

Відомо, що автомобілі для заправки стиснутим природним газом в автомобільній газонаповнювальній компресорній станції (АГНКС) поступають суттєво нерівномірно на протязі доби: відношення максимальної кількості автомобілів в денний період до мінімальної в нічний становить ~7 [1]. Наразі застосування традиційної заправки автомобілів на АГНКС не дає можливості зменшити нерівномірність споживання стиснутого природного газу при заправці автомобілів в денний і нічний періоди доби, що призводить до використання обладнання завищеної продуктивності та понижує енергоефективність заправки [1].

Для вирішення цієї проблеми доцільно в АГНКС застосовувати газогідратний акумулятор (ГА), який надає можливість в нічний період накопичувати газ в газогідратному стані, а в піковий денний період їх плавити з виділенням газу при високому тиску, що дозволить підвищити кількість заправок автомобілів на проектному обладнанні АГНКС[2].

На рис. 1. наведено схемно-технологічне рішення заправки автомобілів стиснутим газом в АГНКС з ГА (АГНКС-ГА)

ЗМ ІСТ

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

	стор
1 ДУАЛЬНЕ НАВЧАННЯ ТА ХОЛОДИЛЬНА ТЕХНІКА <i>Кухаренко В.М., професор, ХНАДУ, Харків</i>	10
2 ПРАКТИКА СТУДЕНТІВ У ВІРТУАЛЬНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ КОМПАНІЯХ <i>Кухаренко В.М., професор, ХНАДУ, Харків Сословський В.Г., пров.інженер Центру електронного навчання ХНУ ім. В.Н. Каразіна в. Войченко О.П., науковий співробітник Міжнародного навчально-наукового центру інформаційних технологій та систем НАН України та МОН</i>	13
3 DEVELOPMENT OF THERMOPRESSOR SYSTEMS FOR AIR INTERCOOLING IN MULTISTAGE COMPRESSORS <i>Halina Kobalava, Teacher of Thermal Engineering Department, g.lavamay@gmail.com Dmytro Konovalov, D.Sc., Head of Thermal Engineering Department Viacheslav Shkvorchenko, Student Admiral Makarov National University of Shipbuilding Kherson Branch, Ukraine</i>	18
4 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ ПОВІТРЯ В СИСТЕМАХ КОМФОРТНОГО КОНДИЦІОНУВАННЯ <i>Жихарева Н.В., к.т.н., доц. Одеський національний технологічний університет</i>	20

СЕКЦІЯ №1–ХОЛОДИЛЬНІ УСТАНОВКИ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ТЕПЛОВОЇ ПОМПИ SPLIT-КОНДИЦІОНЕРА <i>Лабай В.Й., д.т.н., Ярослав В.Ю., ст. викл., Генсецький М.П., к.т.н., НУЛП, м. Львів,</i>	26
2 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ТЕЛА В ТРИГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВКАХ НА ОЦР <i>Овсянник А. В., к.т.н., доцент, ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель, Ключинский В. П., аспирант, ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель,</i>	29
3 СИСТЕМЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ТЕПЛА С ТЕПЛОВЫМИ ТРУБАМИ И ТЕРМОСИФОНАМИ <i>Васильев Л.Л., д.т.н., профессор, Журавлёв А.С., к.т.н., Рабецкий М.И., к.т.н., Гракович Л.П., к.т.н., Драгун Л.А., ИТМО НАН имени А.В. Лыкова Беларуси, г. Минск,</i>	32
4 АВТОНОМНА СИСТЕМА ОТРИМАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ЗА РАХУНОК УТИЛІЗАЦІЇ НАДЛИШКОВОГО ТЕПЛА <i>Зур'ян О.В.¹, науковий співробітник, Ніколаєвська Н.В.¹, науковий співробітник ¹Інститут відновлюваної енергетики НАН України, вул. Гната Хоткевича 20-а, м. Київ,</i>	35
5 УДОСКОНАЛЕНА АГНКС З ГАЗОГІДРАТНИМ АКУМУЛЯТОРОМ <i>В.В. Клименко, проф., д-р. техн. наук., М.В. Босий, викл., С.М. Якименко, доц, к.ф.-мат наук, ЦНТУ, м. Кропивницький</i>	39
6 МОРОЗИЛЬНИКИ ДЛЯ ХРАНЕННЯ ВАКЦИН И КЛЕТОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ДИАПАЗОНЕ ТЕМПЕРАТУР ОТ -90°С ПРИ +32°С <i>Мостицкий А.В., Баклан О.В., Литвиненко М.П., Кокул С.В., младший научный сотрудник ООО «НПО «ДНИПРО - МТО»» Киев, 03164, Украина,</i>	41
7 ЧИСЛОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ СОПЛА АКТИВНОГО ПОТОКУ РІДИННО-ПАРОВОГО СТРУМИННОГО АПАРАТУ <i>Шарапов С. О., Гусев Д. М., аспирант, СумДУ, м. Суми</i>	44

*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