

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

за матеріалами
XVIII Всеукраїнської науково-технічної
онлайн-конференції
**«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ»**

29-30 вересня 2020 року



Одеса
Видавець Бондаренко М. О.
2020

УДК 621.31(075.8)

ББК 31.2я73

3-41

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Одеської національної академії харчових технологій,
протокол № 3 від 6 жовтня 2020 р.*

Відповідальний редактор:

Тітлов О. С., завідувач кафедри нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики, д-р. техн. наук, професор.

*За достовірність інформації
відповідає автор публікації*

Збірник наукових праць за матеріалами XVIII Всеукраїнської 3-41 науково-технічної онлайн-конференції «Актуальні проблеми енергетики та екології» 29-30 вересня 2020 року / ред. О. С. Тітлов. – Одеса : ФОП Бондаренко М. О., 2020. – 280 с.

ISBN 978-617-7829-81-1

До збірника включені матеріали сучасних наукових досліджень, що представлені вченими України, Білорусії, Молдови, Росії, а також роботи студентів.

Розглянуто наступні напрямки досліджень: тепломасообмін; теплофізичні властивості робочих тіл енергетичного обладнання; нанотехнології в холодильній техніці; екологічні проблеми енергетики; теплові насоси. Системи опалення та кондиціонування; теплообмінні апарати; енергетичні та екологічні проблеми нафтогазової галузі; енергетичні та екологічні проблеми холодильної техніки; енергетичні та екологічні проблеми харчової промисловості; екологічна безпека; екологічні проблеми сучасності; раціональне використання природних ресурсів.

УДК 621.31(075.8)

ББК 31.2я73

ISBN 978-617-7829-81-1

© Одеська національна академія
харчових технологій, 2020

Секція 1:

**«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
ЕНЕРГЕТИКИ»**

УДК 621.59

ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ РОТОРНО-ЛОПАТЕВОЇ ГАЗОВОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ СТІРЛІНГА

Хмельнюк М.Г., д.т.н., професор, Трандафілов В.В., к.т.н., ст. викладач
Одеська національна академія харчових технологій

У холодильній техніці необхідно удосконалювати і впроваджувати екологічно безпечні способи і пристрої для виробництва холоду. Значну роль може зіграти екологічно безпечна і ефективна газова холодильна машина (ГХМ), що працює за циклом Стірлінга.

Підвищення технічного рівня виробництва із застосуванням сучасного технологічного обладнання дозволяє вирішувати проблему створення і впровадження в практику ефективної ГХМ Стірлінга, що забезпечує охолодження в температурному діапазоні від 0° до -100°C .

Серед усіх розглянутих типів газових холодильних машин Стірлінга найбільший потенціал для виробництва холоду в діапазоні помірних температур, як показав аналіз, має роторно-лопатеву ГХМ. Ця машина характеризується рядом переваг перед іншими типами машин Стірлінга, в тому числі і такими, як хороша врівноваженість, багатоканальність, можливість роботи з безконтактними ущільненнями і т.п.

У ідеалізованій роторно-лопатевій газовій холодильній машині (РЛГХМ), в якій відсутні технічні втрати, реалізується термодинамічний цикл, що складається з двох ізотерм і двох ізохор (див. рис. 1). На ізотермі навколишнього середовища T_C і ізотермі охолодження T_E виконуються, відповідно, процеси стиснення і розширення робочого тіла. Ізохоричні процеси здійснюються в регенераторі.

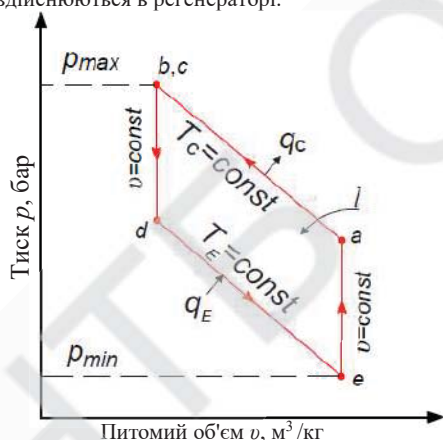


Рис. 1. Термодинамічний цикл РЛГХМ
 q_C – питома кількість відведеного тепла
 q_E – питома кількість одержаного холоду
 l – питома робота затрачувана в циклі

Роторно-лопатєва газова холодильна машина (див. рис. 2) складається з двох робочих блоків (РБ) 1 і 2, в яких із зсувом на 45° проводиться стиснення і розширення робочого тіла. Робочі блоки мають один загальний приводний вал 3. Холодильник (Х) 6 і рефрижератор Р (теплообмінник навантаження) 7 з'єднані з робочими блоками магістралями стисненого високотемпературного і розширеного холодного робочого тіла. Відведення тепла від нього здійснюється теплоносієм через магістраль 16, яка підключена до трьохпоточного холодильника 6; до трьохпоточного рефрижератора підключена магістраль 17 підведення тепла від охолоджуваного об'єкта.

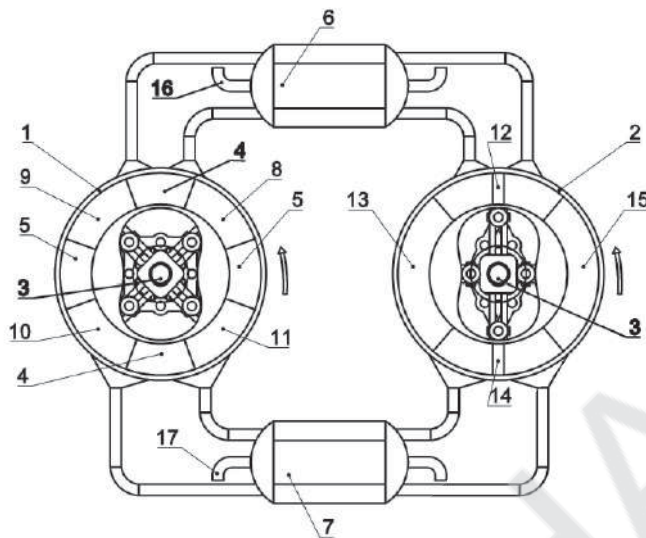


Рис. 2. Пристрій РЛГХМ: 1, 2 – робочі блоки; 3 – вал; 4, 5 – пари лопатей; 6 – холодильник; 7 – рефрижератор (теплообмінник навантаження); 8, 9, 10, 11 – порожнини РБ 1; 12, 13, 14, 15 – порожнини РБ 2; 16 – магістраль відведення тепла; 17 – магістраль підведення тепла

При роботі РЛГХМ всередині порожнин першого і другого робочих блоків здійснюються процеси стиснення і розширення. Рисунки 1 і 2 показують, яким чином у порожнинах 15 і 9 відбувається стиснення і розширення робочого тіла:

- 1) стиснення газу в порожнині 15 РБ 2 (процес $a - b$);
- 2) витіснення газу з порожнини 15 через X в РБ 1 (точка c);
- 3) відведення тепла в навколишнє середовище в холодильник 6;
- 4) всмоктування газу охолодженого до T_c із X у порожнину 9

РБ1, де при контакті газу з 9 з холодними лопатями він охолоджується в процесі $b - d$;

- 5) розширення газу з одночасним його охолодженням і здійсненням зовнішньої роботи (процес $d - e$);
- 6) нагнітання газу з порожнини через P в РБ 2 (точка e);
- 7) підведення тепла до газу від охолоджуваного об'єкта в P ;
- 8) всмоктування газу із P в порожнину 15 РБ 2, де він при контакті з гарячими лопатями підігрівається в процесі $e - a$.

Таким чином, при оберті приводного вала 3 на кут 90° відбувається один повний термодинамічний цикл в РБ 1 і 2. При оберті приводного вала машини на 360° , на один його оберт, в РЛГХМ здійснюються 4 термодинамічні цикли.

З вищевикладеного випливає, що в роторно-лопатевій газовій холодильній машині реалізовано різноспрямований рух газоподібного робочого тіла по тракту, утвореному робочими порожнинами робочих блоків 1 і 2, з'єднаних через холодильник 6 і теплообмінник навантаження 7, завдяки чому потреба в регенераторі відпадає (див. рис. 1 і 2).

Завдяки симетричній конструкції РЛГХМ добре врівноважена і створює мінімальний рівень вібрації. На відміну від ГХМ Стірлінга з шатунно - поршневым механізмом руху, у роторно-лопатевій газовій холодильній машині менша кількість деталей – корпус і два ротори з лопатями. Місця стиковки рухомих деталей утворюються великими поверхнями, що дозволяє досить просто і надійно їх ущільнювати.

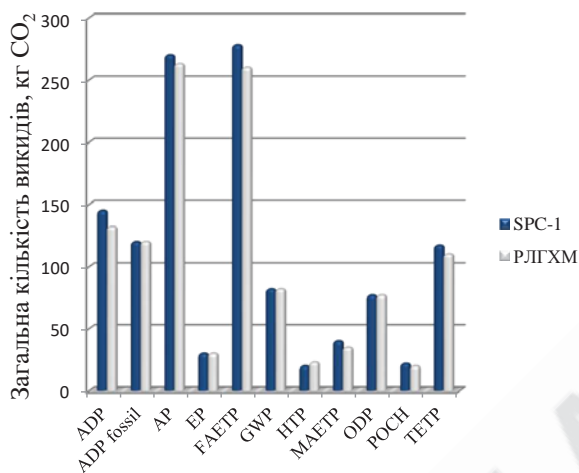


Рис. 3. Оцінка життєвого циклу РЛГХМ

виснаження запасів міді в життєвому циклі електроенергії. Етап виробництва становить близько 23% від використання ресурсів для трубопроводів, теплообмінних апаратів і т. п. Була проведена оцінка життєвого циклу для ГХМ Стірлінга SPC-1 і РЛГХМ (рис. 3). Оцінені фактори впливу на навколишнє середовище: ADP – потенціал виснаження; ADP fossil – потенціал виснаження копалин; AP – підкислення; EP – Евтрофікація, FAETP – Потенціал водної екотоксичності прісної води; GWP – Потенціал глобального потепління; HTP – антропогенний потенціал; MAETP – Морський водний потенціал екотоксичності; ODP – руйнування озонного шару; POCH – потенціал створення фотохімічного оксиданта; TETP – потенціал наземної екотоксичності.

Виходячи з проведеного аналізу було визначено, що виробництво, монтаж, експлуатація і утилізація РЛГХМ завдає на 37% менший шкідливий вплив на навколишнє середовище у порівнянні з газовою холодильною машиною Стірлінга SPC-1.

Результати та висновки

Проведені дослідження дали можливість розробити теоретичні основи розрахунку, проектування і створення роторно-лопатевих газових холодильних машин, призначених для виробництва помірного холоду в діапазоні температур охолодження від 0°C до -100°C. На основі цього вирішено комплекс актуальних для холодильної техніки науково-прикладних задач, що дозволяють проводити подальше вдосконалення конструктивних характеристик машин цього типу, обґрунтовано вибирати і реалізувати оптимальні режими їх роботи.

Розробка методик проектування і проведення додаткових досліджень – все це є необхідним комплексом і основою при удосконаленні нової роторно-лопатевої газової холодильної машини.

Також була проведена «Оцінка життєвого циклу». Об'єктом дослідження оцінки життєвого циклу є роторно-лопатева газова холодильна машина. Мета оцінки життєвого циклу полягає в тому, щоб оцінити вплив технологій РЛГХМ від їх виробництва до кінця терміну служби і потім порівняти їх з реальним аналогом (рис. 3). Значення для зносу елементів РЛГХМ становить 5,81 кг Sb екв. Основним джерелом цього впливу є етап експлуатації, який становить 77 % від загального обсягу через

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ТА ВОЛОГІСНОГО СТАНУ ПРИМІЩЕННЯ ПРИ РІЗНИХ ВАРІАНТАХ ТЕРМОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ <i>Мороз М.В., Басок Б.І.</i>	128
МОДЕЛЛИРОВАНИЕ И ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТРИГЕНЕРАЦИОННЫХ ТУРБОДЕТАНДЕРНЫХ УСТАНОВОК <i>Овсянник А.В., Ключинский В.П.</i>	130
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТАНОВОК ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИНАРНЫХ МЕЛКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ЛЕДЯНЫХ СУСПЕНЗИЙ <i>Хмельнюк М. Г., Талибли Р. Е.</i>	134
ПОРІВНЯННЯ ЕНЕРГОЕВНОСТІ ТОРГОВОГО ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ПРАЦЮЮЧИХ НА РІЗНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ АГЕНТАХ <i>Константинов І.В., Хмельнюк М.Г.</i>	136
РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ УПРАВЛІННІ ХОЛОДИЛЬНИМИ МАШИНАМИ АБСОРБЦІЙНОГО ТИПУ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ПОТУЖНОСТІ. <i>Селіванов А.П.</i>	140
ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ РОТОРНО-ЛОПАТЕВОЇ ГАЗОВОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ СТРІЛІНГА <i>Хмельнюк М.Г., Трандафілов В.В.</i>	145
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК <i>Биленко Н.А., Титлов А.С., Дорошенко В.М.</i>	148
РАЗРАБОТКА ХОЛОДИЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА ВОЗОБНОВЛЯЕМОМ ИСТОЧНИКЕ ЭНЕРГИИ <i>Биленко Н.А., Титлов А.С.</i>	149
РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДВОХ ТИПІВ КЛИНОВИХ ЗАСУВОК <i>Корольов О. В., Павлович П. Я., Титлов О. С., Мирончук В. С.</i>	152
DESIGN OF PERIODIC OPERATION AMMONIA-WATER ABSORPTION REFRIGERATION UNITS IN ATMOSPHERIC WATER GENERATION SYSTEMS <i>Ozolin N.E., Titlov A.S., Kravchenko V.V.</i>	156
THE SEARCH OF ENERGY-EFFICIENT OPERATION MODE OF AMMONIA-WATER-ABSORPTION REFRIGERATION MACHINES <i>Osadchuk E.A., Kirilov V.Kh., Titlov A.S.</i>	159
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ В СИСТЕМАХ ПЕРВИННОГО НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ДРІБНОСЕМ'ЯНИХ КУЛЬТУР <i>Петушенко С.М., Титлов О.С.</i>	162

Наукове видання

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

за матеріалами
XVIII Всеукраїнської науково-технічної
онлайн-конференції

«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ»

29-30 вересня 2020 року

(українською, російською, англійською мовами)

Підписано до друку 6.10.2020
Формат 60×84/16. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Друк офсетний. Ум. др. арк. 16,27. Наклад 100 прим.
Зам № 231120/2

Надруковано з готового оригінал-макету у друкарні «Апрель»
ФОП Бондаренко М.О.
65045, м. Одеса, вул. В.Арнаутська, 60
тел.: +38 048 700 11 55
www.aprel.od.ua

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців ДК № 4684 від 13.02.2014 р.