

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.

1. Энергетична стратегія України на період до 2030 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: – <http://www.ukrenergo.energy.gov.ua>
2. Шаргут Я. Эксергия / Я. Шаргут, Р. Петела. – М.: Энергия, 1968. – 280 с.
3. Соколов Е. Я. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения / Е. Я. Соколов, В. М. Бродянский. – М.: Энергоиздат, 1981. – 320 с.
4. Labay V. Mathematical Modeling of a Split-conditioner Operation for Evaluation of Exergy Efficiency of the R600A Refrigerant Application / V. Labay, O. Dovbush, V. Yaroslav, and H. Klymenko // Scientific Journal «Mathematical Modeling and Computing» (Математичне моделювання та інформаційні технології), Vol. 5, No 2. – Lviv: Lviv Polytechnic National University. – 2018. – Pp. 169–177.
5. Labay V. Yo. [Mathematical Modeling of an Air Split-Conditioner Heat Pump Operation for Investigation its Exergetic Efficiency](#) / V. Yo. Labay, V. Yu. Yaroslav, O. M. Dovbush and A. Ye. Tsizda // Scientific Journal «Mathematical Modeling and Computing» (Математичне моделювання та інформаційні технології), Vol. 7, No 1. – Lviv: Lviv Polytechnic National University. – 2020. – Pp. 169–178.



УДК 658.261:621.56

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ТЕЛА В ТРИГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВКАХ НА ОЦР

*Овсянник А. В., к.т.н., доцент, ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель, av.ovsyannik@mail.ru
Ключинский В. П., аспирант, ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель, vlad240394@mail.ru*

Разработаны схемы тригенерационных установок с возможностью производства жидкой и газообразной углекислоты (рисунок 1) [1]. Совместное производство нескольких видов энергии, а также выпуск продукции позволяют снизить затраты на сооружение и эксплуатацию данного оборудования, по сравнению с отдельным их производством.

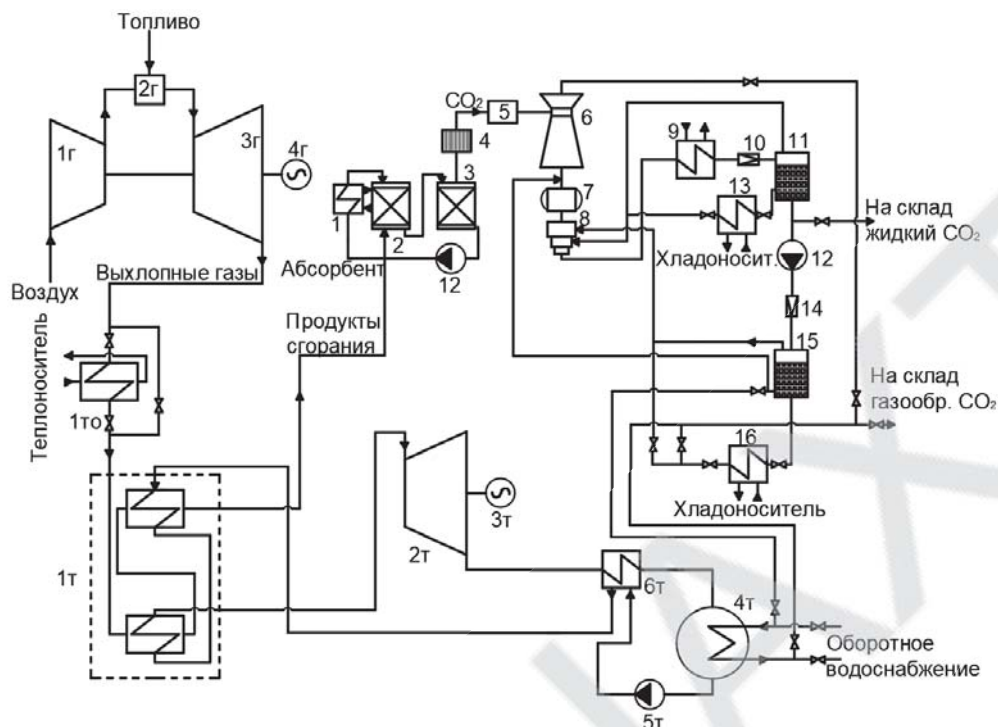


Рисунок 1 – Схема тригенераційної установки з виробництвом вуглекислоти [1]

На рисунку 1 представлена схема тригенераційної установки з виробництвом вуглекислоти, що складається з наступних елементів: 1,13,16 – теплообмінний апарат; 2 – абсорбер; 3 – десорбер; 4 – брызгоотделитель; 5 – осушитель; 6 – инжектор; 7 – ресивер; 8 – компрессор; 9 – конденсатор; 10,14 – регулирующий вентиль; 11,15 – сепаратор; 12,5т – насос; 1то – подогреватель тепловой нагрузки; 1т – котел-утилизатор; 2т – турбина на НКРТ; 3т,4г – генератор; 4т – конденсатор, 6т – регенеративный теплообменный аппарат; 1г – компрессор ГТУ; 2г – камера сгорания ГТУ; 3г – газовая турбина.

В состав предложенных тригенераційних установок входить органічний цикл Ренкіна (ОЦР). Исследование влияния параметров рабочего тела на эффективность ОЦР выявило существование термодинамически оптимального давления для каждого низкокипящего рабочего тела [2]. Однако, повышение параметров рабочего тела приводит не только к повышению эффективности ОЦР, но и к увеличению стоимости такого оборудования. Таким образом, предложено определить экономически оптимальное давления в ОЦР. В качестве рабочего тела рассмотрен фреон R245FA, как одно из низкокипящих рабочих тел (НКРТ), применяемое в современных ОЦР установках [3]. В качестве источника энергии тригенераційной установки рассмотрен котел-утилизатор (КУ) работающий на тепловых ВЭР. Исходные данные и расчет представлены в таблице 1. Результаты расчет представлены на рисунке 2.

Таблица 1– Расчета окупаемости ОЦР установки при различных давлениях рабочего тела

Параметр	Исследуемые варианты							Примечание
Количество теплоты поступ. в КУ (Q), $\times 10^5$ МДж	179	179	179	179	179	179	179	Исх. данные
Давление НКРТ (P), $\times 10^2$	20	30	40	50	59*	72	82	Исх.

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

кПа								данные
Температура НКРТ (t), °С	250	250	250	250	250	250	250	Исх. данные
КПД (η), %	20,01	21,6	22,4	22,7	22,8	22,7	22,4	Программа [4]
Вырабат. эл. энергия (N), кВт	995	1073	1111	1129	1133	1126	1115	N-Q/0,36 η
Стоим. установки (C_y), $\times 10^6$ руб.	6,22	6,67	6,89	6,99	7,02	7,04	7,06	[3,5]
Стоимость эл. энергии ($C_{э}$), $\times 10^{-2}$ руб/кВт·ч	28,7	28,7	28,7	28,7	28,7	28,7	28,7	Исх. данные
Экономия (\mathcal{E}), $\times 10^6$ руб./год	2,0	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,2	$\Delta C = N \cdot C_{э}$
Эксплуатационные расходы (K_3), % от стоимости уст./год	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	[3,5]
Экспл. расходы за 10 лет (C_3), $\times 10^5$ руб	9,3	10,0	10,3	10,5	10,5	10,6	10,6	$C_3 = K_3 \cdot C_y \cdot 10$
Суммарные расходы на установку и эксплуатацию (ΣC), $\times 10^6$ руб	7,2	7,7	7,9	8,0	8,1	8,1	8,1	$\Sigma C = C_3 + C_y$
Экономия за 10 лет эксплуатации (\mathcal{E}_4), $\times 10^6$ руб	12,8	13,9	14,4	14,6	14,7	14,5	14,3	$\mathcal{E}_4 = \mathcal{E} \cdot 10 - \Sigma C$
*– эксергетически оптимальное давление рабочего тела.								

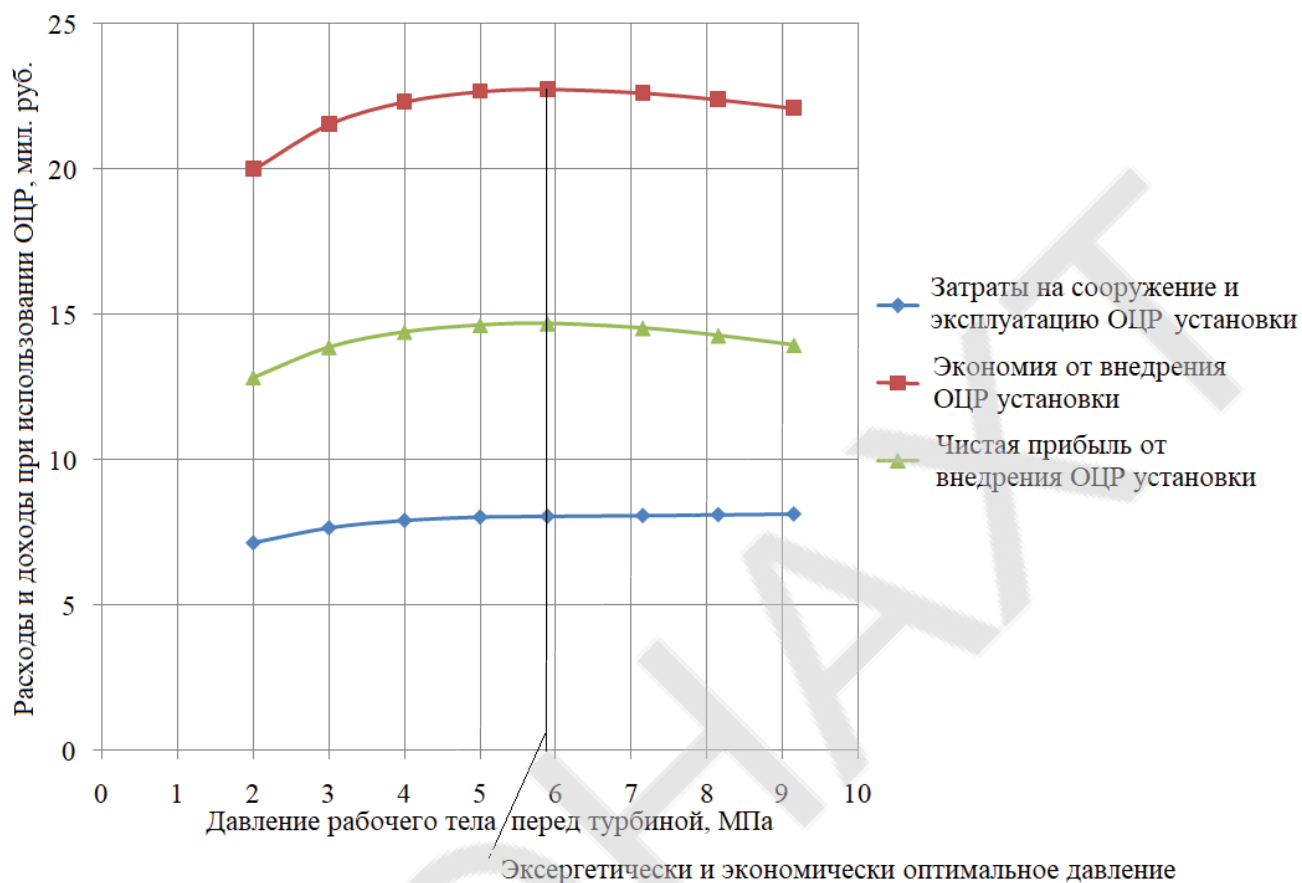


Рисунок 2 – Залежність економічних показників ОЦР установки від тиску НКРТ

Полученные результаты показывают, что термодинамически оптимальное давления является и экономически оптимальным. Таким образом, применение сверхкритических параметров рабочего тела (которые являются и термодинамически оптимальными) позволяет не только увеличить энергетическую эффективности ОЦР, но и приносят экономический эффект при ее эксплуатации.

Список информационных источников:

1. Овсянник А. В. Турбодетандерные установки на низкокипящих рабочих телах / А.В. Овсянник, В. П. Ключинский // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – 2021. № 1 (64). С. 554–562.
2. Ovsyannik, A. V. Thermodynamic analysis and optimization of low-boiling fluid parameters in a turboexpander / A. V. Ovsyannik, V. P. Kliuchinski // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Vol. 1683. – № 042005.
3. Broek, V. Organic Rankine cycle systems: A techno-economic overview / V. Broek [et al.]. // European Metallurgical Conference. – 2013. – P. 833-844.
4. Овсянник, А.В. Разработка компьютерной программы для оптимизации параметров низкокипящего рабочего тела в турбодетандерной установке / А.В. Овсянник, В. П. Ключинский // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. – 2020. - № 3/4. – С. 108 – 115.
5. Самоявчев, И. С. Оценка экономических показателей проекта применения ОЦР-установок в окрасочных цехах автомобильного производства Горьковского автомобильного завода / И. С. Самоявчев // Интеллектуальная электротехника. – 2018. – № 4. – С. 35-42.

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