



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХОЛОДУ, КРІОТЕХНОЛОГІЙ
ТА ЕКОЕНЕРГЕТИКИ ІМ. В.С. МАРТИНОВСЬКОГО**

ХІІ ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

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

27-28 вересня 2019 року

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ КОНФЕРЕНЦІЇ



ОДЕСА 2019

УДК 621.565 (075.6)

Сучасні проблеми холодильної техніки та технології / Збірник тез доповідей XII Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Одеса: ОНАХТ, 2019. – 229 с.

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

В сборнике представлены материалы XII Всеукраинской научно-технической конференции «Современные проблемы холодильной техники и технологии» и рассмотрены различные аспекты научно-технических вопросов, связанных с проектированием, изготовлением и эксплуатацией холодильного оборудования различного назначения, исследованием рабочих тел и процессов в элементах холодильных и криогенных систем, применением нано и когенерационных технологий, использованием холода в пищевых технологиях, применением и внедрением нетрадиционных источников энергии.

Відповідальність за достовірність інформації несе автор публікації.
Матеріали публікуються мовою оригінала, наданого автором.

Голова наукового комітету – Єгоров Богдан Вікторович – ректор Одеської національної академії харчових технологій, член-кореспондент НААН України, Заслужений діяч науки і техніки, д-р техн. наук, професор.

Заступник голови – Косой Борис Володимирович – директор Інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського, д-р техн. наук, професор.

Члени наукового комітету:

Ванєєв Сергій Михайлович - Сумський державний університет, к.т.н., доцент;

Василенко Сергій Михайлович - Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор;

Железний В.П. - зав. кафедрою теплофізики та прикладної екології ОНАХТ, д-р техн. наук, професор;

Лабай Володимир Йосипович - Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор;

Лавренченко Г.К. - д-р техн. наук, професор;

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

Морозюк Л.І. - д-р техн. наук, професор;

Потапов Володимир Олексійович - Харківський державний університет харчування і торгівлі, д.т.н., професор;

Радченко М.І. - зав. кафедрою кондиціонування і рефрижерації НУК, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор;

Семенюк В.А. - к.т.н., директор НПФ «Терміон»;

Симоненко Ю.М. - зав. кафедрою кріогенної техніки ОНАХТ, д-р техн. наук, професор;

Снежкін Юрій Федорович - директор Інституту технічної теплофізики, д.т.н., академік НАНУ

Ткаченко Станіслав Йосипович - д.т.н., професор Вінницького національного технічного університету;

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

Щит Михайло Львович - к.т.н., пров. наук. спів. Інституту енергетики Академії Наук Молдови.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова – проф. Хмельнюк М.Г.

Науковий секретар – к.т.н. Зімін О.В.

Члени – к.т.н. Жихарєва Н.В., к.т.н. Когут В.Є., к.т.н. Яковлева О.Ю., к.т.н. Желіба Ю.О., к.т.н. Остапенко О.В., к.т.н. Подмазко О.С.

ТЕМИ ДОКЛАДОВ ПЛЕНАРНОГО ЗАСІДАННЯ

110 РОКІВ ПРОФЕСОРУ ЧУКЛІНУ СЕРГІЮ ГРИГОРОВИЧУ (1909-1974)

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ, МЕТОДЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ КОМФОРТНОГО И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Н.И. Радченко, д.т.н., проф., Е.И. Трушляков, к.т.н., проф., А.Н. Радченко, к.т.н., доц.,
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, Україна

АЗОТНЫЕ ГАЗИФИКАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Кириченко И.В., технический директор ПКФ «Криопром» ООО, г. Одесса;
Леонтьев А.А., главный конструктор ПКФ «Криопром» ООО, г. Одесса.
e - mail: info@krioprom.com.ua

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БАГАТОЗОНАЛЬНИХ СИСТЕМ КОМФОРТНОГО І ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

Жихарева Н.В., к.т.н., доц., Одеська національна академія харчових технологій

СЕКЦІЯ № 1. ХОЛОДИЛЬНІ УСТАНОВКИ. КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ.		стр.
ХОЛОДИЛЬНА ТЕХНОЛОГІЯ		
37.	РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ОХОЛОДЖУВАЧА НАПОЇВ	114
38.	ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСФОРМАЦІЇ ТЕПЛОТИ ГОЗОВОГО ДВИГУНА В ХОЛОД ВИКОРИСТАННЯМ СТУПІНЧАСТОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ В ЕХМ І АБХМ	116
39.	ДВОПОТОЧНА ЕЖЕКТОРНО-АБСОРБЦІЙНА СИСТЕМА ТРАНСФОРМАЦІЇ СКІДНОГО ТЕПЛА ГАЗОПОРШНЕВОГО МОДУЛЯ	118
40.	MODIFICATION OF SHIP'S THERMAL INSULATION STRUCTURES IN ACCORDANCE WITH REGULATIONS' REQUIREMENTS FOR THE FROZEN PRODUCTS TRANSPORTATION IN ORDER TO IMPROVE REFRIGERATION SYSTEM EFFICIENCY	121
41.	ВИКОРИСТАННЯ ІМЕРСІЙНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ БІНАРНИМ ЛЬОДОМ НА М'ЯСОКОМБІНАТАХ	123
42.	МОЖЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ПАРИЗЬКОЇ УГОДИ ТА ПОПРАВКИ КІГАЛІ ДЛЯ HVAC&R СЕКТОРУ УКРАЇНИ	125
43.	ЗАТУХАННЯ ТЕМПЕРАТУРНОЇ ХВИЛІ В КОНТЕЙНЕРАХ З ПІДВИЩЕНОЮ ТЕПЛОВОЮ ІНЕРЦІЄЮ СТІНОК	128
44.	АНАЛІЗ ПРИЧИН ОТКАЗОВ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАННЯ НА КРУПНИХ ПЕРЕДПРИЯТТЯХ ТОРГОВЛІ	131
45.	ВПЛИВ ХОЛОДОАГЕНТІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ	133
46.	МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ РОТОРНО-ГАЗОВОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПОМІРНОГО ХОЛОДУ	136
 СЕКЦІЯ № 2. ХОЛОДИЛЬНІ ТА КРІОГЕННІ МАШИНИ.		стр.
ТЕПЛОВІ НАСОСИ		
1.	ПРОМИСЛОВІ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ KR ТА Хе З КОНЦЕНТРОВАНИХ СУМІШЕЙ	139
2.	ЛАБОРАТОРНА УСТАНОВКА ДЛЯ ОТРИМАННЯ ТВЕРДОГО НЕОНУ	141
3.	НЕЧІТКА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ РЕКТИФІКАЦІЙНОЮ КОЛОНОЮ	142
4.	ГАЗОДИНАМІЧНІ ХОЛОДИЛЬНО-НАГРІВАЛЬНІ АПАРАТИ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ НА ПРИРОДНОМУ ГАЗІ	144
5.	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТВЕРДЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ВОЗДУШНЫХ КОНДЕНСАТОРОВ КОМЕРЧЕСКИХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК	145
6.	АНАЛІЗ СИСТЕМ КОГЕНЕРАЦІЇ С ДВУМА ТЕМПЕРАТУРНИМИ УРОВНЯМИ ПРОИЗВОДСТВА ХОЛОДА	147
7.	СИСТЕМА ХЛАДОСНАБЖЕННЯ КАМЕР ХРАНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ ФЕРМЕРСКОГО ХОЗЯЙСТВА С СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКОЙ	150
8.	DEVELOPMENT OF SYSTEMS FOR OBTAINING WATER FROM ATMOSPHERIC AIR ON THE BASIS OF ABSORPTION WATER-AMMONIA REFRIGERATORS AND SOLAR COLLECTORS	152

УДК.536.621.55/57

АНАЛИЗ СИСТЕМ КОГЕНЕРАЦИИ С ДВУМЯ ТЕМПЕРАТУРНЫМИ УРОВНЯМИ ПРОИЗВОДСТВА ХОЛОДА

**Морозюк Л.И., Соколовская-Ефименко В.В., Гайдук С.В., ОНАПТ, г. Одесса, 65039, Украина,
lara.morozyuk@mail.ru, kli24062006@gmail.com, gayduck.sergei@gmail.com**

Экономия энергетических ресурсов и их рациональное использование являются главными условиями при создании новых современных технологий и совершенствовании существующих.

Спрос на пищевую продукцию с более жесткими требованиями к качеству все время возрастает. Расширение ассортимента продуктов в виде полуфабрикатов с различным сроком хранения и условиями реализации вызывает необходимость создания более совершенных конструкций холодильного оборудования, имеющих высокую производительность и эффективность.

Предлагаемая система в общем виде представляет тепловой насос с одним высокотемпературным уровнем производства тепла $T_{ми}$ и двумя уровнями температур T_1 и T_2 производства холода $T_1 < T_2$. Соотношение величин производимого холода может быть различным. Три положительных эффекта одновременно являются разумным максимальным эффектом для одной установки [1].

Таким образом, авторы обсуждают проблему создания теплового насоса для одновременного производства тепла и холода.

Проблема решалась с двух точек зрения. Термодинамический анализ на первой стадии исследования (анализ новых циклов и схем) делает вывод о целесообразности предлагаемых схем и циклов вообще и/или для конкретных условий эксплуатации. Инструментом для термодинамического анализа является «метод циклов». В результате идеальный обратимый цикл-образец (и соответствующая ему идеальная схема машины) трансформируются в реальный цикл и схему. Анализ существующих технических ограничений ассоциирован с возможностью принципиального использования (или безопасного использования) отдельных элементов. Естественно, технические ограничения оказывают влияние на схему и цикл машины. При этом составляется предварительное (качественное) представление о влиянии инженерных факторов на термодинамические характеристики. Такой подход к реализации проекта позволяет создать разумный компромисс между стремлением к максимальной эффективности цикла и минимальными затратами на установку.

Таким образом, авторы обсуждают проблему создания теплового насоса для одновременного производства тепла и холода.

Первый этап анализа – выбор обратимого цикла-образца. При условии обратимости этому условию будет удовлетворять цикл Карно. Применительно к задаче, полный цикл установки может быть представлен двумя, связанными между собой, циклами Карно (рис.1а). Они изображены отдельно только для упрощения анализа.

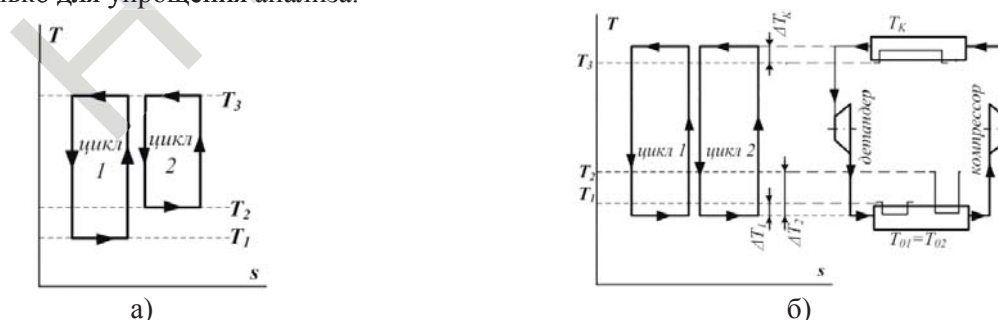


Рис.1. Идеальные циклы-образцы Карно-Карно
а – не совмещённый, б – совмещённый с одной температурой кипения и одноступенчатой схемой

При введении необратимостей в процессах теплообмена может быть реализован цикл одноступенчатого сжатия с одной температурой кипения (рис.1б). Величины $\Delta T_1, \Delta T_2$ эвристически задает проектировщик, а это может вносить большие необратимые потери.

Следующий этап – в схеме машины устанавливают два испарителя. Циклы в диаграмме совмещают (рис.2). Если предположить, что через компрессор циркулирует 1 кг рабочего вещества, то в цикле 2 циркулирует m кг вещества, в цикле 1 циркулирует $(1-m)$ кг. Получившиеся два самостоятельных потока расширяются изоэнтропно (процессы 3-4 и 3-7). В процессах 4-1 и 7-8 каждый поток кипит в своем испарителе. Для сжатия в одном компрессоре поток m изоэнтропно расширяется в процессе 8-1, после чего потоки смешиваются. На этом этапе проектирования можно получить первые результаты оптимизации. Это возможно, если выбор $\Delta T_1, \Delta T_2$ связывать с конкретными типами теплообменных аппаратов, которые есть на рынке.

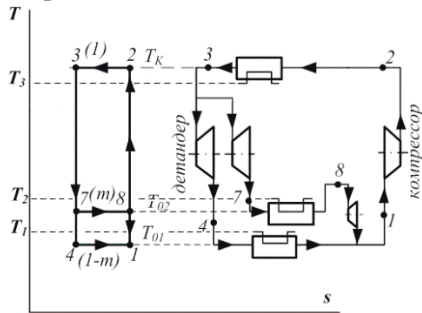


Рис. 2. Образец Карно-Карно с двумя испарителями

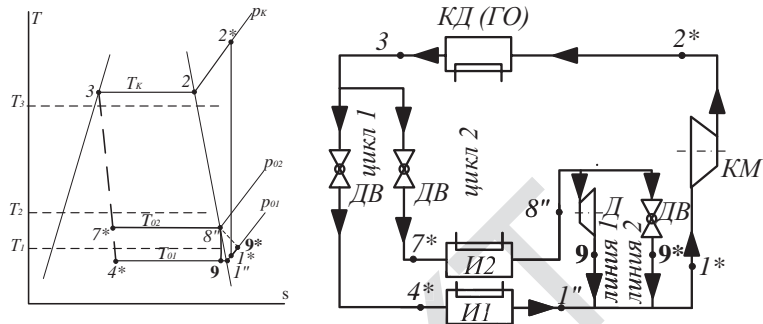


Рис. 3. Эталонный цикл

Переход к действительному циклу связан заменой детандера дросселем и введением конкретного рабочего вещества с высокой критической температурой рис3. Более сложные изменения представлены для цикла машины на диоксиде углерода (транскритический цикл) на рис. 4.

Процессы расширения 8-9 и 8-9 могут быть осуществлены с производством работы либо путем дросселирования. С точки зрения классической термодинамики процесс изоэнтропного расширения возвращает часть затраченной работы, с точки зрения инженерной практики, возможность реализации указанных процессов должна быть подвергнута тщательному анализу. Существует инженерная практика в холодильной технике применять дросселирование на всасывающей линии компрессора при производстве холода на двух температурных уровнях [2].

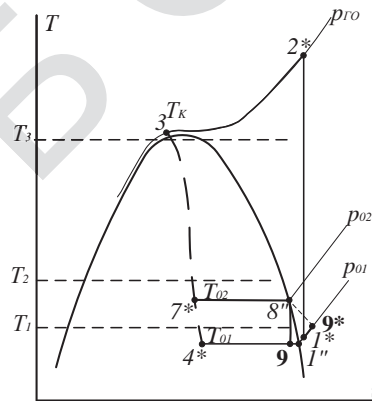


Рис.4. Эталонный транскритический цикл

Следующий этап в анализе- переход к двухступенчатому сжатию (рис.5). Поток из испарителя 1 в количестве $(1-m)$ кг изоэнтропно сжимается в процессе 1 кг смешенного потока сжимается в компрессоре. Представленный эталонный цикл соответствует рабочим веществам с высокой критической температурой (рис 5а).

На основании обзора литературы будущее холодильной техники связано с CO2. Осуществим синтез схемно-циклового решение для машины с CO2 в той же последовательности. (рис.5б).

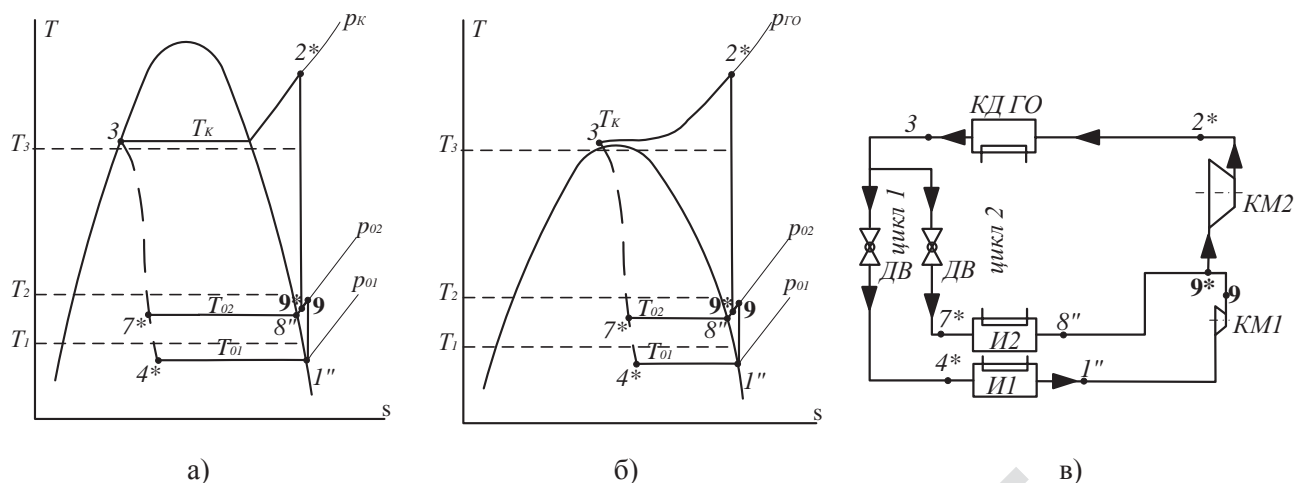


Рис.5 Эталонный цикл двухступенчатого сжатия
а – рабочее вещество с процессом конденсации,
б – транскритический цикл,
в – принципиальная схема машины

При низкой критической температуре CO_2 кривые насыщения с критической точкой оказываются в зоне рабочих температур действительного цикла. Тогда процесс отвода тепла должен осуществляться в транскритической области. Дальнейший анализ может быть проведен только при наличии конкретного рабочего вещества и температурных условий его эксплуатации.

Окончательное решение о выборе схемно-циклового решения принимается только после термозкономического анализа.

1. Морозюк Л. И. Термодинамический анализ машин для производства тепла и холода на двух температурных уровнях каждого термического эффекта / Л. И. Морозюк // Холодильна техніка та технологія. - 2015. –Т. 51, вип. 5. – С. 20-26.

2. Морозюк Л. И. Термодинамический анализ теплоиспользующей холодильной машины с диоксидом углерода/ Л. И. Морозюк, Т. В. Морозюк, С. В. Гайдук // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. - № 2(8). – С. 36-44.