

Міністерство освіти і науки України  
Одеський національний технологічний університет  
Кафедра холодильних установок і кондиціонування повітря



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**  
на тему Дослідження роботи гвинтового компресора для рефконткйнера  
(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувача Базаджи В.В.  
(прізвище, ініціали)  
2 курсу ХМ-161МНа групи  
Керівник доц. Подмазко О.С.  
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: проф. каф. ХУКП Хмельнюк М.Г.  
доц. каф. ХУКП Когут В.Є.  
(посада, прізвище та ініціали)

**Кваліфікаційна робота допускається до захисту**

Рішення кафедри від \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р., протокол № \_\_\_\_

Завідувач кафедри ХУКП \_\_\_\_\_ Михайло ХМЕЛЬНЮК  
(назва кафедри) (підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса – 2026 рік

## ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут	Холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського
Кафедра	Холодильні установки і кондиціонування повітря
Ступінь вищої освіти	Магістр
Спеціальність	спеціальності G4 «Енерговиробництво»
Освітня програма	Холодильні машини, установки і кондиціонування повітря
Спеціалізація	Холодильні та кліматичні технології» галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Зав. кафедри М.Г. Хмельнюк

«01» вересня 2025 р.

### ЗАВДАННЯ

#### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

##### Базаджи Володимира Вікторовича

1. Тема роботи: Дослідження роботи гвинтового компресора для рефконтейнера  
Затверджена наказом академії від 30.01.2025 р. наказ № 51-03
2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи 30.05.2026 р.
3. Вихідні дані роботи: Рефрижераторний контейнер. Компресор: гвинтовий. теплове навантаження  $Q_k = 12,3 \text{ кВт}$ . Температури кипіння:  $t_0 = -30 \dots -8 \text{ }^\circ\text{C}$ ; Температура конденсації  $t_k = 30 \dots 50 \text{ }^\circ\text{C}$  Робочі речовини R-507a, R-404a, та R-134a
4. Перелік питань, які потрібно розробити:  
Перелік УС. Вступ. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СУДНОВОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ. Опис судна. Аналіз схем охолодження рефрижераторних контейнерів. Способи підвищення ефективності та експлуатації контейнеру рефрижераторної установки. Розрахунок збільшення ефективності шляхом установки гвинтового компресора з переохолодженням. Розрахунок холодної установки. Тепловий розрахунок холодної контуру контейнера. ОХОРОНА ПРАЦІ. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА. ВИСНОВКИ. СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Рефконтейнер. Принципові схеми РК. Процес стиснення в компресорі. П Конфігурація ЕКО-патрубка. Діаграми холодної циклів. Гвинтовий компресор фірми Bitzer

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Когут В.Є., доц. ХУКП	01.02.2026р.	15.05.2026 р.
Цивільний захист	Хмельнюк М.Г., проф. ХУКП	01.02.2026р.	15.05.2026 р.
Економічна частина	Хмельнюк М.Г., проф. ХУКП	01.02.2026р.	15.05.2026 р.

7. Дата видачі завдання 01.02.2026 р.  
 Керівник Подмазко Олександр Степанович  
 Завдання прийняв до виконання Базаджи Володимир Вікторович

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Опис судна. Аналіз схем охолодження рефрижераторних контейнерів.	15.02.2026	виконав
2	Способи підвищення ефективності та експлуатації контейнеру рефрижераторної установки	01.03.2026	виконав
3	Розрахунок збільшення ефективності шляхом установки гвинтового компресора з переохолодженням. Розрахунок холодильної установки.	15.03.2026	виконав
4	Тепловий розрахунок холодильного контуру контейнера. ОХОРОНА ПРАЦІ	01.04.2026	виконав
5	ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА. ВИСНОВКИ	15.05.2026	виконав
6	Підготовка презентації	01.05.2026	виконав

Здобувач-дипломник \_\_\_\_\_ Базаджи Володимир Вікторович  
 Керівник роботи \_\_\_\_\_ Подмазко Олександр Степанович

*Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web- ресурсах ОНТУ. Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.*

Здобувач-дипломник \_\_\_\_\_ Базаджи Володимир Вікторович

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра 2-го курсу гр. ХМ-161МНа Базаджи Володимир Вікторовича на тему: «Дослідження роботи гвинтового компресора для рефконтейнера»

Керівник: доц., к.т.н. Подмазко О.С.

**Об'єкт дослідження:** Гвинтовий компресор для рефрижераторного контейнера.

**Мета роботи:** Підвищення ефективності роботи холодильної машини рефрижераторного контейнера

Для холодильного обладнання, що використовується на морському транспорті згідно вимог Морського реєстра, пред'являються підвищені вимоги. Основним пристроєм в холодильній установці являється компресор. Як відомо, по надійності гвинтовий компресор випереджає поршневий та спіральний компресори. Рефконтейнер використовується для перевезення, як охолоджених ( $t_0 = -8 \text{ }^\circ\text{C}$ ) так заморожених продуктів ( $t_0 = -30 \text{ }^\circ\text{C}$ ). В кваліфікаційній роботі розглянуті та вирішені питання, пов'язані з підвищенням ефективності роботи холодильної машини рефрижераторного контейнера за рахунок використання гвинтового компресора з проміжним впорскуванням робочої речовини за допомогою еко – порту (економайзера). Проведено дослідження та порівняльний аналіз роботи холодильної системи на різних рбочих речовин (R-507a, R-404a, та R-134a), представлені розрахунки та компановочні рішення основного та допоміжного холодильного обладнання рефрижераторного контейнера; цивільний захист (оборона), економічна частина та охорона праці.

Кількість ілюстрацій – 28 , таблиць – 26, сторінок -79

**Ключові слова:** РОБОЧА РЕЧОВИНА, ТЕМПЕРАТУРИ КИПІННЯ ТА КОНДЕНСАЦІЇ, ХОЛОДИЛЬНА УСТАНОВКА, ЕКО - ПОРТ, ЕКОНОМАЙЗЕР, КОНТЕЙНЕР, ГВИНТОВИЙ КОМПРЕСОР, ПОВІТРООХОЛОДЖУВАЧ, КОНДЕНСАТОР, ЦИКЛ.

					КРМ: Дослідження роботи гвинтового компресора для РК			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Базаджи В.В.			Розрахунково- пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Подмазко О.С.					4	79
Реценз.						ОНТУ гр. ХМ-161МНа		
Н. Контр.								
Затверд.								

## ABSTRACT

Master's qualification work of the 2nd year of the gr. XM-161MHa Bazadzhi Volodymyr Viktorovich on the topic: "**Study of the operation of a screw compressor for a refrigerated container**"

Supervisor: Assoc. Prof., Ph.D. Podmazko O.S.

**Object of research:** Screw compressor for a refrigerated container.

**Purpose of work:** Increasing the efficiency of the refrigeration machine of a refrigerated container

For refrigeration equipment used in maritime transport according to the requirements of the Maritime Register, increased requirements are imposed. The main device in the refrigeration unit is a compressor. As is known, in terms of reliability, the screw compressor is ahead of the piston and scroll compressors. The refrigerated container is used for transportation of both chilled

( $t_0 = -8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) and frozen products ( $t_0 = -30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). The qualification work considered and resolved issues related to increasing the efficiency of the refrigeration machine of a refrigerated container by using a screw compressor with intermediate injection of the working substance using an eco-port (economizer). A study and comparative analysis of the operation of the refrigeration system on different working substances (R-507a, R-404a, and R-134a) were conducted, calculations and layout solutions of the main and auxiliary refrigeration equipment of a refrigerated container were presented; civil protection (defense) and labor protection.

Number of illustrations – 28, tables – 26, pages -79

**Keywords:** WORKING SUBSTANCE, BOILING AND CONDENSATION TEMPERATURES, REFRIGERATION PLANT, ECO-PORT, ECONOMISER, CONTAINER, SCREW COMPRESSOR, AIR COOLER, CONDENSER, CYCLE.

					KPM.XYKП.1.51-03.1.13	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	8
1.ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СУДНОВОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ.....	11
2. Опис судна.....	14
3. Аналіз схем охолодження рефрижераторних контейнерів.....	16
4. Способи підвищення ефективності та експлуатації контейнеру рефрижераторної установки .....	23
5. Розрахунок збільшення ефективності шляхом установки гвинтового компресора з переохолодженням.....	32
6. Розрахунок холодильної установки.....	34
7. Тепловий розрахунок холодильного контуру контейнера.....	37
8. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	45
9. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ.....	58
10. Економічна частина.....	73
ВИСНОВКИ.....	77
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	78

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ГД – головний двигун

$N_e$  - потужність

$n$  – частота обертів

КР – контейнер

РК – рефрижераторний контейнер

ШПВ – швидкопсувний вантаж

ХУ – холодильна установка

ТП – теплоприпливи

РТО – рекуперативний теплообмінник

ТРВ – терморегулюючий вентиль

КМ – компресор

КН – конденсатор

ВП – випарник

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

З появою перших холодильних установок наприкінці 70-х років 19 століття з'явилися перші судна, оснащені холодильними установками, стала розвиватися мережа портових і залізничних холодильників, а також розподільних холодильників у великих містах. У 1914 році місткість холодильників тільки в США склала 2 млн. тонн. Після закінчення Першої світової війни інтенсивність вантажоперевезень багаторазово зросла, а з винаходом фреону підвищилася безпека експлуатації холодильних установок.

У 1961 році був розроблений і прийнятий стандарт на контейнери, одиницею виміру якого став двадцяти футовий еквівалент (Twenty-foot equivalent unit, TEU). З середини 60-х контейнерні перевезення інтенсивно розвивалися, будувалися нові судна-контейнеровози, контейнерні термінали в портах і великих містах. Перші рефрижераторні контейнери з'явилися на початку 70-х на лінії між Австралією і Європою. Австралія експортувала велику кількість м'ясних і молочних продуктів, а також фруктів, затребуваних на Європейському ринку. Впровадження холодильних контейнерів дозволило скоротити час навантаження суден, а також забезпечити доставку невеликих партій вантажу кінцевому споживачеві без проміжних перевантажень.

Перші рефрижераторні контейнери були на зразок авторефрижераторного фургона, який не мав холодильної системи охолодження. Це був звичайний ізолюваний контейнер. Зовнішня стінка виконувалась з гофрованої сталі, для зміцнення конструкції, а внутрішня стінка – з харчової нержавіючої сталі. Для забезпечення температурного режиму використовувався водяний лід, як акумулятор холоду ( транспортування охолоджених продуктів) та сухий лід ( вуглекислота в твердому стані). Це при перевезенні заморожених продуктів. При цьому могли виникати певні проблеми: перехід акумуляторів (льоду) в рідинний стан і в подальшому контролі температурного режиму в самому контейнері..

Якщо вони забезпечені холодильними установками, то їх називають рефрижераторними, а якщо такі відсутні - ізотермічними. Великотоннажні

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8



перевезеннях і при короткостроковому зберіганні на розподільних холодильниках, скорочується час перебування вантажів в дорозі.

На сьогодні існує декілька компаній, як виробляють рефрижераторні контейнери. Зазвичай повітроохолоджувач розміщується в середині контейнеру, а вся інша холодильна частина ( компресор, повітряний конденсатор, прибори автоматики, та інше ) зовні в торці контейнера. Слід зауважити, що рефрижераторні контейнери, це єдиний пристрій в морському транспорті де використовується повітряний конденсатор. Як відомо, рефрижераторні контейнери розміщуються на контейнеровозі в декілька ярусів і їх обслуговування доволі ускладнено ( особливо якщо вони розміщені на верхньому ярусі ).

Цій проблемі компанії, що випускають рефконтейнери приділяють особливу увагу. Наприклад, якщо вийшов із ладу компресор (найбільша проблема), то на його всоктувальному та нагнітаючому трубопроводах монтують роталоки, так званні американки. Це дозволяє замінити компресор не виконуючи всіх регламних процедур, які існують в звичайному випадку.

За заявою компанії Carrier, рефконтейнери серії PrimeLINE ® є кращими у своєму класі по співвідношенню таких показників як ефективність \ вартість життєвого циклу.

Особливості та вживані технології:

- Нова запатентована конструкція вентиляторів повітроохолоджувача
- Високо продуктивний гвинтовий компресор з електронним управлінням спільної розробки компаній Carrier і Copeland.
- Терморегулювальний вентиль з електронним управлінням.
- Повітряний конденсатор з запатентованим антикорозійним покриттям.
- Система дискретної і автоматичною відтаювання повітроохолоджувача.
- Використання озono безпечного холодоагенту R-134a.

Оскільки транспортування морським шляхом, це найбільш економічний варіант, то тенденція розвитку рефрижераторних контейнерів і суден контейнеровозів різко зросла. У зв'язку з тим, що контейнера-ISO являють собою зручний спосіб доставки вантажу безпосередньо від дистриб'ютора до замовника,

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СУДНОВОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

Економічний ефект впровадження нової техніки, капітальних вкладень, техзаходів повинна мати загальну основу. Загальними є методи порівняння результатів і витрат, одноразових і поточних витрат, облік факторів часу, критерій економічної ефективності та принципи його визначення. Разом з тим окремі види наукової роботи мають свою особливість, оскільки їх результат не зводиться тільки до економічної ефективності.

Розрахунок виконаємо по методиці, заснованій на єдиних принципах визначення економічної ефективності нової техніки, винаходів і раціоналізаторських пропозицій, діючих на морському транспорті.

Застосування методу аналізу безпеки та працездатності веде до зниження витрат на технічне обслуговування і ремонт механізмів суднової холодильної установки, до зменшення часу ремонту, зниження витрат часу на пошук і усунення несправностей.

Застосування методу аналізу безпеки та працездатності дозволяє прогнозувати залишковий ресурс технічних засобів і оцінювати оптимальні терміни і об'єми ремонту і технічного обслуговування, а також дозволяє вести розрахунок параметрів стану і техніко-економічних показників ефективності використання цієї системи.

Наближена оцінка річної економіки експлуатаційних витрат від підвищення ресурсу й терміну служби суднової холодильної установки за рахунок зниження числа аварій і зниження швидкості його зношування виконується по формулі :

$$\Delta E_a = 18000 \cdot 0,1 + 1800 \cdot \frac{1}{5} = 2160(\$)$$

									Арк.
									11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13				

$K_{\text{эу}}$  - вартість об'єкта удосконалення,  $K_{\text{эу}} = 18000$  \$

$\Delta T_{\text{сл}} = 1$  доб,

$T_{\text{лт}} = 5$  рок.,

- підвищення терміну служби й ресурсу, старе й нове значення терміну служби, величина міжремонтного періоду, доб.

$\theta_p$  - середні річні витрати на кап. ремонт,  $\theta_p = 1800$  \$.

Річна економія від зменшення витрат на поточний ремонт при зниженні числа аварійних відмов визначається по формулі :

$$\Delta E_n = \Delta n_a \cdot \theta_T = 0,3 \cdot 900 = 270(\$)$$

- відносне зниження числа аварійних відмов; = 0,3

- середньорічні витрати на тех. ремонт, = 900 \$.

Річне зниження втрат прибутку й технічних збитків за рахунок застосування методу аналізу небезпеки і працездатності, що забезпечують затримок у порту, а також зменшення аварій судна за рахунок зниження числа аварійних відмов. Наближена оцінка річної економії визначається відповідно до співвідношення :

$$\Delta E_y = \frac{\Pi}{T_y \Delta T_y^y + K_y \Delta y D_w} = 9306(\$)$$

Для розрахунку приймаємо вихідні дані рейсу конткйнеровозу «Industrial Faith» з порта Сингапур в порт Гонк-Конг

$T_y$  – експлуатаційний період судна,  $T_y = 360$  діб.

$D_w$  – дедвейт = 108250 тонн;

$D_y$  – планова вантажопідйомність = 8400 TEU;

- річний прибуток судна, = 5000000 \$;

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

- зміна експлуатаційного періоду судна 1 доб.;

= 3 - 5 - коефіцієнт обліку ком. збитків;

- річне питома зменшення величини тех. збитків судна від аварій, приймається 1,24

Основний показник середньої економічної ефективності даного варіанта – річний економічний ефект.

$$\sum E_{рік} = \Delta E_a + \Delta E_n + \Delta E_y$$

$$\sum E_{рік} = 2160 + 270 + 9306 = 11736(\$)$$

Залишковий термін служби ( $T_{жц}$ ) даного судна становить близько 10 років

Тоді збільшення прибутку за строк, що залишився, роботи судна складе:

$$\sum E_{жц} = \sum E_{рік} \cdot T_{жц} = 11736 \cdot 10 = 117360(\$)$$

Таким чином прийняте в кваліфікаційній роботі інженерне рішення застосування методу аналізу небезпеки і працездатності економічно доцільна, забезпечує судновласнику економічний ефект за розрахунковий період служби одного судового крана 117360 у.о. Крім того технічний ефект складається в значному підвищенні надійності судових холодильних установок і, як наслідок, підвищення безпеки мореплавання судна.

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2. ОПИС СУДНА

Судно призначено для перевезення великогабаритних и генеральних вантажів і воно здатне нести контейнери, автомобілі а також сипучі вантажі. Судно оснащено двома кранами вантажопідйомністю 400 тон і одним на 80 тон. Головний двигун WARTSILA RT FLEX 50B має потужність 9960 кВт. Суднова електростанція включає в себе 3 дизельних генератора WARTSILA 760W6L20 потужністю 760 кВт кожний.

Зовнішній вигляд судна представлений на рис. 2.1.



Рис. 2.1. Зовнішній вид судна

Основні характеристики судна наведені в таблиці 2.1.

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14







розширювальний клапан (ТРВ); 18 - чутливий елемент ТРВ; 19 - зрівняльна лінія; 20 - дистриб'ютор; 21 - котушки випарника; 22 - електричні обігрівачі; 23 - датчик поворотного повітря; 24 - датчик розморожування; 25 - датчик припливного повітря; 26 - датчик конденсатора; 27 - датчик навколишнього середовища; 28 - MP- 3000 контролер; 29 - KVQ вентиль (регулятор тиску випарника); 30 - всмоктуючий вентиль; 31 - вентиль рідкого упорскування; 32 - осушувальний електромагнітний клапан; 33 - датчик вологості; 34 - конденсатор -ресивер з водяним охолодженням; 35 - муфта подачі води; 36 - муфта виходу води; 37 - реле тиску води.

KVQ вентиль. KVQ вентиль встановлений на всмоктуючої лінії і контролює кількість холодоагенту надходить в компресор. Вентиль відкривається і закривається відповідно з електричним сигналом контролера, поданого на основі диференціального регулювання температури. Контролер використовує значення заданої температури і температури повітря, що подається, а потім зменшує кількість холодоагенту, що всмоктується в компресор на 10, 20 і 180 секунд залежно від диференціала температури. Дані про вибраному значенні відкриття KVQ вентиля відображаються в інформаційному меню. Вони вказують на температуру випаровування при якій активується KVQ вентиль для контролю холодоагенту повернутого в компресор. Під час режиму максимальної холодопродуктивності , значення уставки KVQ вентиля може варіюватися в межах від -40 С і -60 ° С (-40 °F -76 °F). Значення, що відображається в меню даних , вказує на відсоток від загальної потужності холодильної машини, з якою вона в даний час працює. Наприклад, коли контролер дисплея показує 70 %, це означає, що вентиль KVQ закритий, з метою знизити холодопродуктивність системи з 100% до 70% (30 % зниження). Якщо температура припливного повітря занадто низька і розраховане положення KVQ вентиля вище заданого значення, контролер зупиняє компресор, знеструмлює електромагнітний вентиль рідинної лінії і періодично включає електричний нагрівач на 2-60 секунд кожні 60 секунд для обігріву. Впорскування рідкого холодоагенту в компресор

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час роботи компресора, система уприскування рідкого хладагента впорскує в лінію всмоктування частина холодоагенту, для захисту компресора від надмірно високих робочих температурах.

Робота в економному режимі

Економічний режим зменшує витрату електроенергії установки за рахунок скорочення часу роботи вентилятора випарника на всіх режимах. Використання економічного режиму має бути встановлено вантажівідправником залежно від типу вантажу. Дана опція доступна в меню уставок контролера. Виходячи з вищеприписаного можна зробити висновки, про виключно позитивних сторонах цієї холодильної установки таких, як:

Передова конструкція холодильної системи

Контролер, що дозволяє зручно регулювати необхідні параметри

Опційна наявність функціональних елементів системи, що дозволяють безпечно і безперебійно оперувати системою.

### 3.2 Конструкція Mitsubishi

Опис установки. Рефрижераторний контейнер має два основних конструкційних блоку: корпус і рефрижераторний агрегат. Корпус контейнера складається з несучого каркаса і пінополіуретанових сендвіч -панелей із зовнішнім покриттям з дюралюмінієвого листа (товщина - 2,0 мм) і внутрішнім покриттям з профільованої листової харчової нержавіючої сталі (товщина - 0.6 мм). Пол контейнера виготовлений з Т- подібного алюмінієвого профілю з якістю розрахованою на застосування при обробці товару звичайного складського погрузчика. Двері виготовляються з тих же що і корпус пінополіуретанових сендвіч - паненелей і обладнані спеціальними запорами, що дозволяють герметично закривати вантажний відсік контейнера. Рефрижераторний агрегат, розміщений в торці корпусу, підтримує в автоматичному режимі всередині контейнера задану температуру в діапазоні від +25 о С до - 25о с і живиться від 3 - фазної електричної мережі з напругою 360/460В і частотою 50 Гц. Електронний блок управління дозволяє встановлювати і підтримувати в автоматичному режимі: температуру, вологість повітря; задавати періодичність циклу оттайки;

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





1 . всмоктующий вентиль; 2 . нагнiтальний вентиль; 3 . конденсатор з повітряним охолодженням; 4 . конденсатор з водяним охолодженням (або ресивер); 5 . оглядове скло; 6 . вихід води; 7 . вхід води; 8 . запобіжний вентиль (сторона високого тиску); 9 . запобіжний вентиль (сторона низького тиску); 10 . клапан рідинної лінії; 11 . фільтр- осушувач; 12 . індикатор вологiсть –рiдина; 13 . розширювальний вентиль; 14 . урівнює лінія; 15 . чутливий елемент; 16 . випарник; 17 . всмоктующий електромагнітний вентиль; 18 . модулюючий електромагнітний вентиль; 19 . гасящий вентиль ( електромагнітний або термостатичний).

Електронне управління. Панель мікропроцесорного управління зображено на рис.3.5.

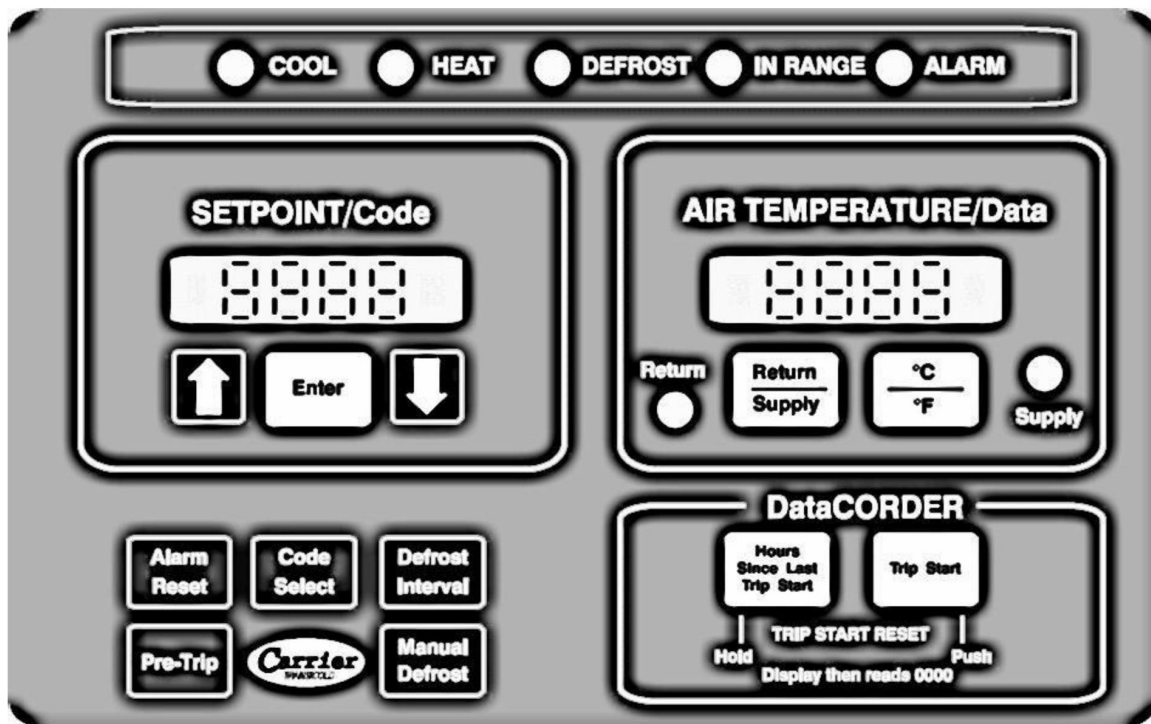


Рис.3.5. Панель мікропроцесорного управління

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## 4. СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОНТЕЙНЕРУ РЕФРИЖЕРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ

### 4.1 Способи підвищення ефективності холодильної установки

Одним із завдань, що стоїть нині перед виробниками холодильних установок різного призначення, є підвищення продуктивності та ефективності компресорів, що входять до них, і теплообмінного обладнання. Ця ідея не втратила своєї актуальності за весь час розвитку холодильного обладнання з моменту зародження цієї галузі промисловості до наших днів.

На даний момент передовими розробниками холодильного обладнання накопичений колосальний досвід створення надійних установок різних схем і призначень, в яких функціонування всіх вхідних елементів максимально оптимізовано та ефективно.

Це дозволяє компаніям-виробникам холодильних систем, що працюють в тісній взаємодії з виробниками вхідних компонентів, за останні кілька десятиліть істотно збільшити холодопродуктивність і ефективність установок з компресорами тієї ж об'ємної продуктивності, що і їх колишні модифікації, але володіють значно більш високими ККД.

В останні роки, коли необхідність підвищення ефективності холодильних установок стала ще більш актуальною, найбільш обговорюваними стали високоефективні установки, в яких реалізовано один або відразу всі фактори підвищення їх поточного і середньорічного ККД:

- Застосування компресорів, повітряних конденсаторів і маслоохолоджувачів з інверторним регулюванням продуктивності.
- Робота компресорів з мінімальним перепадом робочих тисків або з т.зв. «Плаваючою» температурою конденсації.
- Робота конденсаторів з мінімальним перепадом температур.
- Використання в установках хладагентів R134a, XP10, R717 (NH<sub>3</sub>), R744 (CO<sub>2</sub>) та ін., А також спеціалізованих під них компресорів, що забезпечують більш високий ККД, в порівнянні з традиційним рішенням.

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Застосування в установках різних систем переохолодження рідкого холодоагенту.

- Застосування в установках різних систем проміжного дроселювання рідкого холодоагенту.

- Застосування затоплених випарників.

- Застосування регенеративних теплообмінників.

Переохолодження в холодильних установках.

Переохолодження рідкого холодоагенту після конденсатора - істотний спосіб збільшення холодопродуктивності холодильної установки. Зниження температури холодоагенту, що переохолоджується, на один градус відповідає підвищенню продуктивності нормально функціонуючої холодильної установки приблизно на 1% при тому ж рівні енергоспоживання. Ефект досягається за рахунок зменшення при переохолодженні частки пара в парорідинній суміші, якою є сконденсований холодоагент, що надходить до ТРВ випарника навіть з ресивера.

У низькотемпературних холодильних установках застосування переохолодження особливо ефективно. У них переохолодження сконденсованого холодоагенту до значних негативних температур дозволяє збільшувати холодопродуктивність установки більш ніж в 1,5 рази.

Залежно від розмірів і конструкції холодильних установок реалізувати цей фактор можна в додатковому теплообміннику, що встановлюється на рідинній лінії між ресивером і ТРВ випарника, різними способами.

Переохолодження холодоагенту за рахунок зовнішніх джерел холоду:

- У водяному теплообміннику за рахунок використання доступних джерел дуже холодної води;

- В повітряних теплообмінниках в холодну пору року;

- В додатковому теплообміннику холодними парами від зовнішньої / допоміжної холодильної установки

Переохолодження за рахунок внутрішніх ресурсів холодильної установки:

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- В теплообміннику-переохолоджувачі за рахунок розширення частини фреону, циркулюючого в основному холодильному контурі - реалізується в установках з двоступінчастим стисканням і в сателітних системах, а також в установках з гвинтовими, поршневими і спіральними компресорами, що мають проміжні порти всмоктування

- В регенеративних теплообмінниках холодними парами, що всмоктуються в компресор з основного випарника - реалізується в установках, що працюють на хладагентах з низьким значенням показника адіабати.

Системи переохолодження, що використовують зовнішні джерела холоду все ще досить рідко застосовуються на практиці. Переохолодження від джерел холодної води застосовується, як правило, в теплових насосах - водонагрівальних установках, а також у середньо- і високотемпературних установках, де в безпосередній близькості від них є джерело прохолодної води.

Системи переохолодження, що використовують внутрішні ресурси широко застосовуються в сучасних холодильних установках, причому з компресорами практично всіх типів. В установках з гвинтовими і двоступінчастими поршневими компресорами застосування переохолодження впевнено домінує, так як можливість забезпечувати всмоктування парів з проміжним тиском реалізована безпосередньо в конструкції цих типів компресорів.

Переохолодження в установках з гвинтовими компресорами.

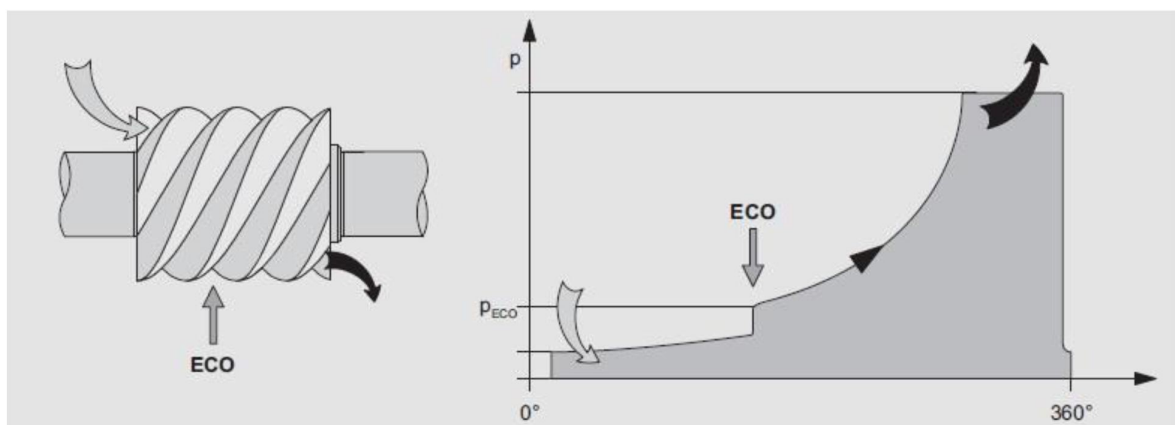


Рис.4.1. ЕКО-порт в гвинтовому компресорі.

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Гвинтові компресори завдяки їх конструкційним особливостям найбільш пристосовані для використання в установках з ними систем переохолодження. Тиск парів, що нагнітаються, зростає уздовж гвинтової пари у напрямку від порту всмоктування до фланця нагнітання. У корпусі гвинтового компресора на бічній поверхні є спеціальний порт всмоктування, розташування якого щодо положення гвинтової пари відповідає місцю проміжного тиску аналогічно системам з двоступінчастим стисканням (рис.4.1).

Таким чином, застосування одноступінчатих гвинтових компресорів особливо в низькотемпературних установках з великим перепадом робочих тисків дозволяє досягати позитивного ефекту значного підвищення холодопродуктивності аналогічно тому, як це здійснюється в установках з двоступінчастим стисканням і переохолодженням.

Схема установки з гвинтовим компресором аналогічна схемі установки з поршнеvim двоступінчастим компресором (рис.4.2). На рідинному трубопроводі між ресивером і ТРВ випарника встановлюється теплообмінник-переохолоджувач, в якому рідкий холодоагент переохолоджується холодними парами від кипіння цього ж холодоагенту розширеного спеціальним ТРВ. Після переохолоджувача перегріті пари (рекомендованій значення перегріву 7К ... 10К) надходять в порт проміжного тиску в гвинтовому компресорі. Така схема отримала назву «економайзер» гвинтового компресора.

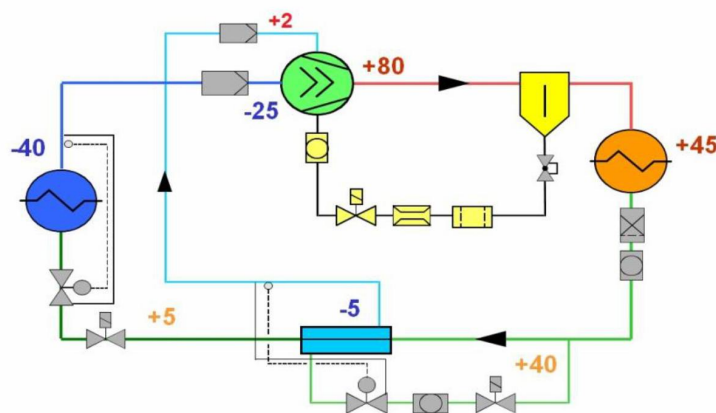


Рис.4.2. Схема холодильної установки з гвинтовим компресором з економайзером ЕКО





через дроселювальни клапан-регулятор витрати, що забезпечує необхідний рівень заповнення цього ресивера, в якому пар і рідина знаходяться в рівноважному стані. Така система, використовувана в установках з гвинтовими компресорами, у фахівців-холодильщиків також отримала назву «економайзер».

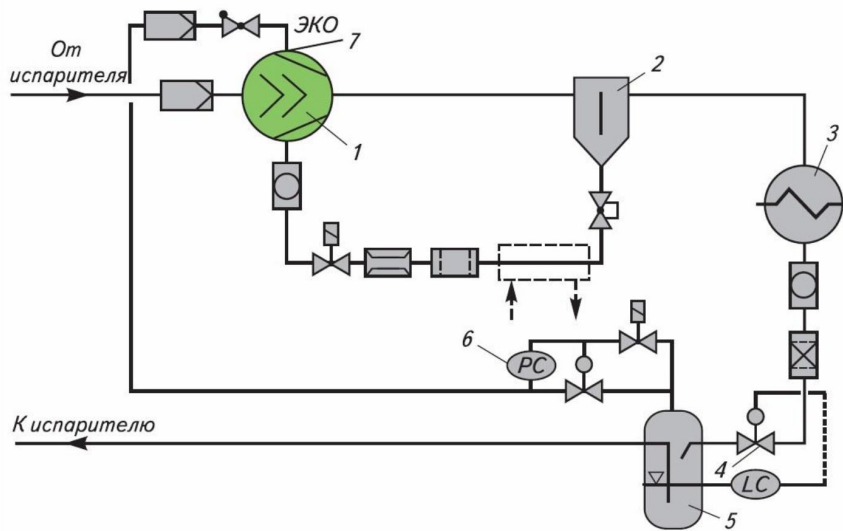


Рис.4.4. Схема

холодильної установки з проміжним дроселюванням: 1 - компресор; 2 - масловіддільник; 3 - конденсатор; 4 - дроселювальний клапан-регулятор

витрати; 5 - проміжний ресивер; 6 - клапан-регулятор тиску "після себе"; 7 - ЕКО порт гвинтового компресора.

У цьому проміжному ресивері відбувається охолодження рідкого холодоагенту за рахунок випаровування частини його масової витрати, так як тиск в нього нижче тиску конденсації  $p_c$  і відповідає приблизно проміжному тиску, аналогічно системам з двоступінчастим стисканням. Підтримка в посудині проміжного тиску досягається за рахунок того, що верхній його обсяг з'єднаний через клапан регулятор тиску РС «після себе» з ЕКЗ портом гвинтового компресора  $p_{eco}$  або проміжним колектором двоступеневої установки з поршневыми компресорами, або з проміжним колектором поршневого двоступеневого компресора. Таким чином, рідкий холодоагент охолоджується в проміжному ресивері до насиченої температури кипіння  $t_{ms}$  парів при проміжному тиску.

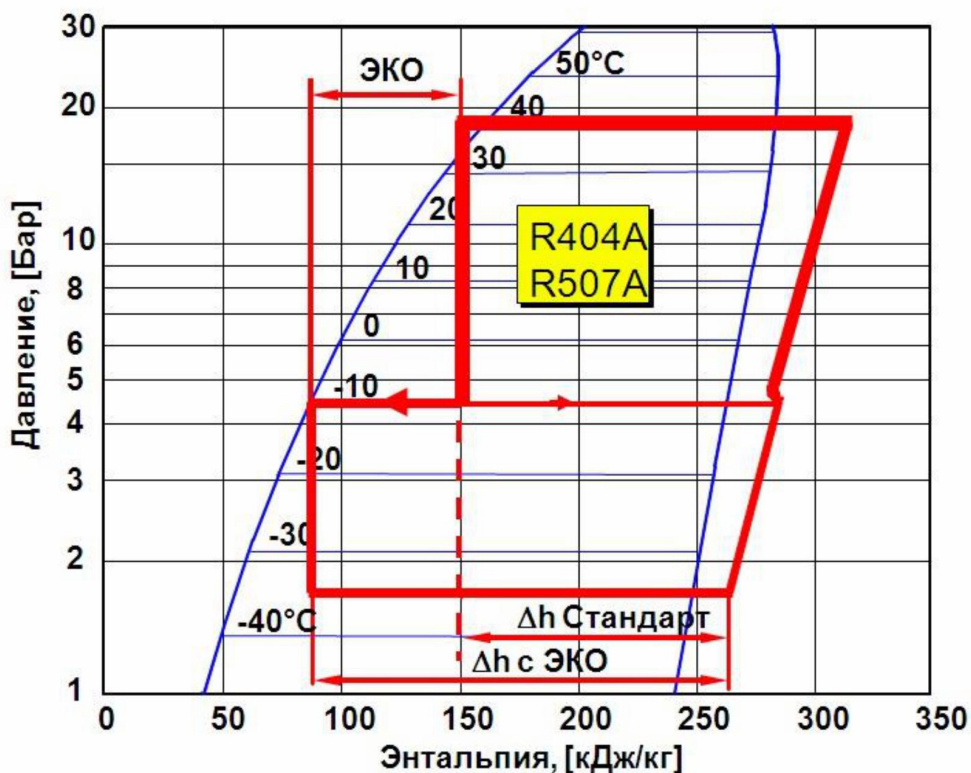


Рис.4.5 Діаграма циклу холодильної установки з проміжним дроселюванням.

Величина проміжного тиску в економайзері розрізняється залежно від моделі компресора, режиму роботи (температур випаровування і конденсації  $t_o/t_c$ ), а також величини ЕКО-масової витрати. Отже, кінцева температура рідини не є постійною при різних початкових умовах. Додаткове охолодження рідкого холодоагенту при одному і тому ж значенні його масової витрати, що подається у випарник з використанням економайзера - проміжного ресивера, значно підвищує холодопродуктивність установки (рис. 4.5). Причому, споживана потужність компресора при цьому зростає незначно в порівнянні з тим, наскільки вище стає ефективність робочих процесів стиснення в ньому завдяки більш високому тиску всмоктування за рахунок подачі ЕКО-масової витрати.

В якості переваги такої схеми можна відзначити відсутність необхідності в традиційному ресивері холодоагенту, що встановлюється після конденсатора. Крім того, підвищення продуктивності та ефективності в них

досягається без переохолодження холодоагенту, тобто немає необхідності у відповідних теплообмінниках і автоматики.

Однак, слід мати на увазі, що на відміну від установок з переохолодженням, в установках з проміжним дроселюванням частка «шкідливого» пара в рідкому хладагенті, яка подається до випарника досить велика, що робить їх не дуже ефективними при використанні в таких установках традиційних ТРВ і DX-випарників.

На завершення розглянутих методів підвищення ефективності холодильних установок можна зробити наступні висновки:

- Для низькотемпературного охолодження застосування установок з двоступінчастим стисканням більш ефективно (більш високий ККД, менша споживана потужність і робочі струми), ніж застосування одноступінчатих установок.

- В установках з двоступінчастим стисканням використовують двоступеневі поршневі компресори, гвинтові компресори з ЕКЗ портом, а також одноступінчасті поршневі і спіральні компресори в окремих ступенях з проміжним колектором між ступенями

- Використання в низькотемпературних установках з двоступінчастим стисканням систем переохолодження рідкого холодоагенту або проміжного дроселювання - економайзера ще більше збільшує їх ефективність і продуктивність.

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31



Рис 5.1.Напівгерметичний гвинтовий компресор фірми Bitzer. 1 - Провідний ротор; 2 - Ведений ротор; 3 – Підшипники кочення; 4 – Зворотній клапан; 5 – Регулювання продуктивності/початок розвантаження; 6 – Канал нагнітання; 7 – клапан скидання тиску; 8 - Впуск масла; 9 – Датчик температури газів на нагнітанні; 10 – Вбудований мотор; 11 – Блок управління; 12 – Захисний пристрій компресору.

Через специфічну конструкцію цього типу компресор не вимагає ніяких робочих клапанів. Для захисту від зворотного ходу, коли компресор вимкнений (робота розширення), зворотний клапан вбудований у випускний камері. (Цей вентиль, однак, не замінює зворотний клапан). Внутрішні клапани скидання тиску встановлені в якості захисту вибуху.

Компресор приводиться через трифазний асинхронний двигун, який вбудований в розширеному корпусі компресора. Ротор двигуна розташований на валу ведучого ротора гвинта. Двигун охолоджується за допомогою холодного газоподібного холодоагенту, який в основному тече через отвори в роторі двигуна.

У гвинтових компресорах процес стиснення відбувається тільки в одному напрямку потоку. Цей факт дає можливість розташувати додатковий порт всмоктування на корпусі ротора. Положення цього отвору вибрано таким чином, щоб процес всмоктування вже був завершений, і відбулося невелике збільшення тиску. Величина тиску на всмоктуванні точки ЕСО схожа на проміжне тиск в 2-ступінчатих компресорах. Це означає, що в систему може бути вмонтований додатковий контур переохолодження або приймач проміжного тиску для розширення 2 стадії. Цей захід забезпечує значно більш високу потужність охолодження шляхом додаткового переохолодження рідини, особливо для високих співвідношень тисків. У той же час, існує відносно низьке збільшення вхідної потужності компресора, так як робочий процес стає більш ефективним - за рахунок більш високого тиску всмоктування.

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6. Розрахунок холодильної установки

Для аналізу ефективності методу, що пропонується побудуємо робочі цикли холодильної установки зі стандартним компресором та з гвинтовим компресором з переохолодженням.

Будуємо цикл роботи холодильної установки обслуговуючої рефрижераторний контейнер (Carriertransicold).

Задаємося температурою зовнішнього повітря  $T_{п}$ .

Мінімальна температура в охолоджуваному обсязі контейнера

Визначаємо температуру конденсації виходячи з того, що у нас повітряний конденсатор :

$$T_{к} = T_{п} + 10^{\circ}\text{C} = + 45^{\circ}\text{C};$$

Визначаємо температуру випаровування хладагента в повітреохолоджувачах:

$$T_{в} = t_{кр} - 10^{\circ}\text{C} = - 30^{\circ}\text{C};$$

Задаємося перегрівом пари на всмоктуванні в компресор, виходячи з конструктивних характеристик компресора і системи охолодження:

$$T_{пр} = T_{в} + 20^{\circ}\text{C} = - 10^{\circ}\text{C};$$

Визначаємо параметри на нагнітанні компресора допустивши, що процес стиснення проходить по адіабаті:

$$T_{н} = 75^{\circ}\text{C}.$$

Враховуючи, що установка обладнана конденсатором з водним охолодженням для переохолодження конденсату перед дроселюванням, прийmemo величину переохолодження  $10^{\circ}\text{C}$ .

Оскільки було прийняте рішення встановити гвинтовий компресор з проміжним охолодженням, який для цих цілей використовує переохолоджувач обладнаний додатковими ТРВ, це дає можливість досягнути глибшого переохолодження, до  $30^{\circ}\text{C}$ .

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для того щоб наглядно побачити переваги покращення, що пропонується, побудуємо робочі діаграми для кожного з циклів на одній діаграмі Мольте (Рис.6.1).

В установках проходять наступні процеси: 1-2 – стиснення в компресорі; 2-3 – зняття перегріву; 3-4 – конденсація; 4-5( 4-5') – переохолодження перед дроселюванням; 5-6 (5'-6') – дроселювання хладагента в ТРВ; 6-7(6'-7) – випаровування хладагента в повітроохолоджувачі.

Розрахуємо питомі холодопродуктивності установок: Для цього скористуємося комп'ютерними програмами. Результати розрахунків приведені в додатках.

- Стандартної установки:
- Модифікованої установки:

Аналіз результатів розрахунків показує, що ефективність установки підвищилась на 20%.

Хоча така схема і потребує заміни стандартного компресора та переохолоджувача на більш ефективні, та встановлення додаткового обладнання (ТРВ, трубопроводів), що може негативно вплинути на початкову вартість установки, але підвищення її ефективності компенсує ці витрати можливістю установки менш потужного компресору, або меншим часом експлуатації пропонованого, що неодмінно приведе до більш ефективної експлуатації усієї установки.

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35



## 7. ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК ХОЛОДИЛЬНОГО КОНТУРУ КОНТЕЙНЕРА

### 7.1. Розрахунок холодоагенту R134a:

Температура пари холодагенту на виході з рекуперативного теплообмінника  $t_1$  визначається по ентальпії  $i_1$  з рівняння теплового балансу, вузлова точка 1, :

$$i_1 - i_7 = i_4 - i_5,$$

$$i_1 = (i_4 - i_5) + i_7 = (255 - 245) + 409 = 10 + 409 = 419, \text{кДж / кг}$$

$$t_1 = 20, ^\circ\text{C}.$$

По прийнятих температурах в діаграмі  $h - \lg P$  будемо робочий цикл холодильної установки і визначаємо параметри холодагенту у вузлових точках циклу, які заносимо в таблиці.

Таблиця 7.1. Температури в вузлових точках для фреона R134A.

Вузлові точки	$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{МПа}$	$i, \text{кДж / кг}$	$x$
1	20	0,38	419	перегріта пара
2	65	1,2	445	перегріта пара
3	47	1,2	420	суха насичена пара
4	44	1,2	255	рідина
5	34	1,2	245	перехолоджена рідина
6	6	0,38	245	
7	11	0,38	409	перегріта пара



$$V_B = \frac{V_d}{\lambda} = \frac{0,0045}{0,83} = 0,0054, \text{ м}^3 / \text{ с}$$

де коефіцієнт подачі компресора,  $\lambda$ :

$$\lambda = [1 - c \cdot (\frac{P_K}{P_0} - 1)] \cdot \frac{T_0}{T_K} = [1 - 0,020 \cdot (3,16 - 1)] \cdot 0,87 = 0,83 ,$$

де  $c$  – відносна величина мертвого об'єму:

$$c = 0,015 \div 0,04 = 0,020 ,$$

$\frac{P_K}{P_0}$  – відношення тисків конденсації і кипіння,

$\frac{T_0}{T_K}$  – відношення температури кипіння і конденсації,

$$\frac{P_K}{P_0} = \frac{1,2}{0,38} = 3,16 ,$$

$$\frac{T_0}{T_K} = \frac{279,15}{320,15} = 0,87 .$$

Теоретична(адиабатична) потужність компресора:

$$N_a = G_a \cdot l_a = 0,075 \cdot 26 = 1,95, \text{ кВт}$$

Індикаторна потужність компресора:

$$N_i = \frac{N_a}{\eta_i} = \frac{1,95}{0,89} = 2,19, \text{ кВт}$$

де індикаторний ККД компресора:

$$\eta_i = \lambda_\omega + b_0 \cdot t_0 = 0,87 + 0,0025 \cdot 6 = 0,89 ,$$

$$\text{при } \lambda_\omega = \frac{T_0}{T_K} = \frac{279,15}{320,15} = 0,87 , b_0 = 0,0025 .$$

Потужність, що витрачається на тертя:

$$N_{тр} = V_h \cdot P_{тр} = 0,054 \cdot 40 = 2,16, \text{ кВт}$$

де  $V_h$  – обсяг, що описується поршнем компресора:

$$V_h = 0,054 , \text{ м}^3 / \text{ с}$$

$$\text{де } P_{тр} = (0,3 \div 0,5) \cdot 10^2 , \text{ кПа; } P_{тр} = 0,4 \cdot 10^2 .$$

Ефективна потужність(потужність на валу компресора):

$$N_e = N_i + N_{тр} = 2,19 + 2,16 = 4,35 , \text{ кВт}$$

Потужність, що підводиться до електродвигуна:

$$N_3 = \frac{N_e}{\eta_{эл.д} \cdot \eta_{пер}} = \frac{4,35}{0,8 \cdot 0,8} = 6,8, \text{ кВт}$$

де  $\eta_{эл.д}$  – ККД електродвигуна,  $\eta_{эл.д} = 0,8 ,$

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

$\eta_{\text{пер}}$  – механічний ККД клиноремінної передачі;  $\eta_{\text{пер}} = 0,8$ .

Теоретичний холодильний коефіцієнт:

$$E_m = \frac{q_0}{l_a} = \frac{Q_0}{N_a} = \frac{164}{26} = \frac{12,3}{1,95} = 6,3$$

Дійсний холодильний коефіцієнт:

$$E_d = \frac{Q_0}{N_э} = \frac{12,3}{6,8} = 1,8$$

Тепловий потік в конденсаторі:

$$Q_k = Q_0 + N_i = 12,3 + 2,19 = 14,49, \text{ кВт}$$

7.3. Оскільки рефконтейнер може перевозити як охолоджені так і заморожені продукти, проведемо розрахунок на дві температури кипіння:  $t_0 = -8$  °C та  $t_0 = -30$  °C

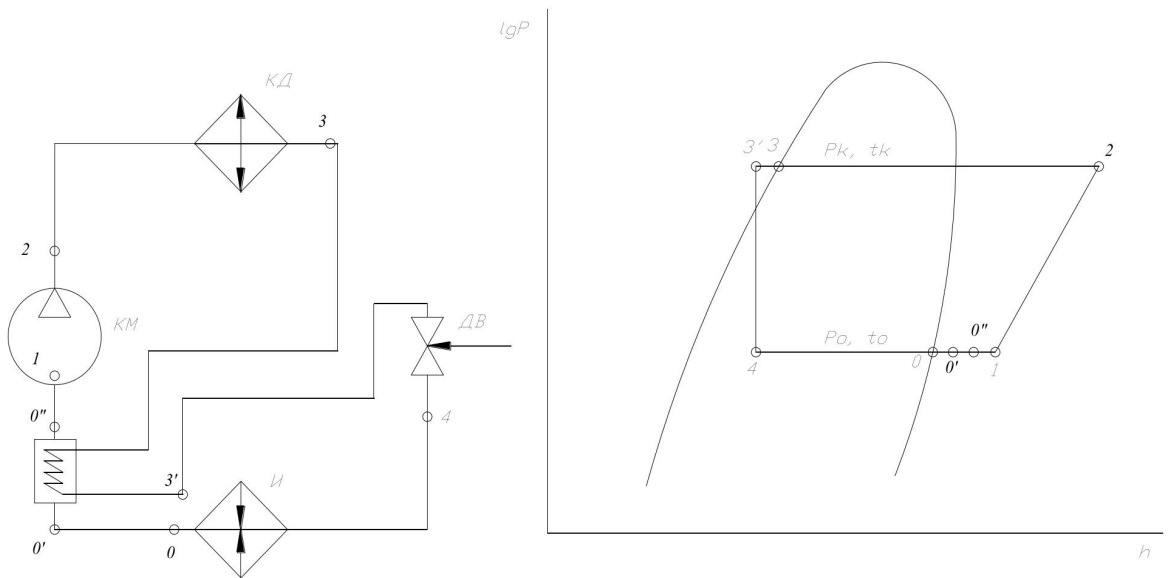


Рис. 7.2 Схема і цикл холодильної машини

По діаграмі стану  $\lg P-h$  для R-404A знаходимо усі параметри у вузлових точках. Усі дані заносимо до таблиці 7.2.

						КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
							40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Таблиця 7.2 Параметри вузлових точок для  $t_0 = -30\text{ }^\circ\text{C}$

Параметри	t, °C	P, бар	v, м³/кг	h, кДж/кг
№ точки				
0'	-25	2,05	–	355
0''	-15	2,05	–	363
1	0	2,05	0,109	375
2	102	20,5	–	433
3	41	20,5	–	266
3'	36	20,5	–	258
4	-30	2,05	–	258

Таблиця 7.3 Параметри вузлових точок для  $t_0 = -8\text{ }^\circ\text{C}$

Параметри	t, °C.	P, бар	v, м³/кг	h, кДж/кг
№ точки				
0'	-3	4,64	–	369
0''	7	4,64	–	378
1	22	4,64	0,05	391
2	91	20,5	–	441
3	41	20,5	–	266
3'	36	20,5	–	257
4	-8	4,64	–	257

**Розрахунок компресора на  $t_0 = -30\text{ }^\circ\text{C}$ .**

Питома масова холодовидатність:

$$q_0 = i_{0'} - i_4$$

$$q_0 = 355 - 258 = 97 \text{ кДж/кг}$$

Масова витрата холодильного агенту:

$$M_1 = Q_0 / q_0$$

$$M_1 = 12,3 / 97 = 0,127 \text{ кг/с}$$

де  $Q_0$  – навантаження на компресор, кВт.

Дійсна об'ємна витрата:

$$V_d = M_1 \cdot v_1$$

$$V_d = 0,127 \cdot 0,109 = 0,0138 \text{ м}^3/\text{с}$$

де  $v_1$  – питомий об'єм пару,  $\text{м}^3/\text{кг}$ .

Теоретична об'ємна подача:

$$V_T = V_d / \lambda$$

$$V_T = 0,0138 / 0,69 = 0,02 \text{ м}^3/\text{с}$$

де  $\lambda$  – коефіцієнт подачі, при  $P_k / P_0 = 20,5 / 2,05 = 10$

$$\lambda = \lambda_c \cdot \lambda^w$$

$$\lambda = 0,91 \cdot 0,76 = 0,69$$

де  $\lambda_c$  – коефіцієнт, враховуючий мертвий простір;

$\lambda^w$  – коефіцієнт, враховуючий об'ємні витрати.

$$\lambda_c = 1 - c \cdot \left[ \left( \frac{P_k}{P_0} \right)^{1/m} - 1 \right]$$

$$\lambda_c = 1 - 0,01 \cdot \left[ \left( \frac{20,5}{2,05} \right)^{1/1} - 1 \right] = 0,91$$

де  $c$  – відносна величина мертвого простору, приймається у межах 0,01...0,04;

$P_k, P_0$  – тиск конденсації і кипіння відповідно, мПа;

$m$  – показник політропи (для фреона  $m = 1$ ).

$$\lambda^w = T_0 / T_k$$

$$\lambda^w = 243 / 318 = 0,76$$

						КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			42

$$M_{KM} = \frac{\lambda \cdot V_T}{v_1}$$

$$M_{KM} = 0,69 \cdot 0,02 / 0,109 = 0,127 \text{ кг/с}$$

Дійсна холодовидатність компресору:

$$Q_{0д} = M_{KM} \cdot q_0$$

$$Q_{0д} = 0,127 \cdot 97 = 12,3 \text{ кВт}$$

Потужність приводу компресора:

$$N_T = M_{KM} \cdot (i_2 - i_1)$$

$$N_m = 0,127 \cdot 58 = 7,4 \text{ кВт}$$

Дійсна потужність компресора:

$$N_i = N_T / \eta_i$$

$$N_i = 7,4 / 0,8 = 9,2 \text{ кВт}$$

де  $\eta_i$  – індикаторний К.К.Д.

Ефективна потужність на валу компресора:

$$N_E = N_i / \eta_M$$

$$N_e = 9,2 / 0,85 = 10,8 \text{ кВт}$$

де  $\eta_M$  – механічний К.К.Д., враховуючий втрати на тертя.

Електрична потужність двигуна:

$$N_{ел} = N_E / \eta_{ДВ}$$

$$N_{ел} = 10,8 / 0,85 = 12,7 \text{ кВт}$$

де  $\eta_{ДВ}$  – електричний К.К.Д. двигуна.

Навантаження на конденсатор:

$$Q_K = Q_0 + N_i \quad Q_K = 12,3 + 9,3 = 21,6 \text{ кВт}$$

**Розрахунок компресора на  $t_0 = -8 \text{ }^\circ\text{C}$ .**

Питома масова холодовидатність:

$$q_0 = 369 - 257 = 112 \text{ кДж/кг}$$

Масова витрата холодильного агента:

$$M_1 = 12,3 / 112 = 0,11 \text{ кг/с}$$

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Дійсна об'ємна витрата:

$$V_d = 0,11 \cdot 0,05 = 0,006 \text{ м}^3/\text{с}$$

Теоретична об'ємна подача:

$$V_T = 0,006 / 0,805 = 0,007 \text{ м}^3/\text{с}$$

$\lambda$  при  $P_K / P_0 = 20,5 / 4,64 = 4,42$

$$\lambda = 0,9658 \cdot 0,833 = 0,805$$
$$\lambda_c = 1 - 0,01 \cdot \left[ \left( \frac{20,5}{4,64} \right)^{1,4} - 1 \right] = 0,9658$$

$$\lambda_w = 265 / 318 = 0,833$$

$$M_{KM} = \frac{\lambda \cdot V_T}{\nu_1}$$

$$M_{KM} = 0,85 \cdot 0,007 / 0,109 = 0,053 \text{ кг/с}$$

Дійсна холодовидатність компресору:

$$Q_{од} = M_{KM} \cdot q_0$$

$$Q_{од} = 0,053 \cdot 97 = 5,16 \text{ кВт}$$

Потужність приводу компресора:

$$N_T = M_{KM} \cdot (i_2 - i_1) \quad N_m = 0,053 \cdot 58 = 3,1 \text{ кВт}$$

Дійсна потужність компресора:

$$N_i = N_T / \eta_i$$

$$N_i = 3,1 / 0,8 = 3,6 \text{ кВт}$$

Ефективна потужність на валу компресора:

$$N_E = N_i / \eta_M$$

$$N_e = 3,6 / 0,85 = 4,3 \text{ кВт}$$

де  $\eta_M$  – механічний К.К.Д., враховуючий втрати на тертя.

Електрична потужність двигуна:

$$N_{ел} = N_E / \eta_{ДВ}$$

$$N_{ел} = 4,3 / 0,85 = 5 \text{ кВт}$$

Навантаження на конденсатор:

									КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						44

$$Q_k = Q_0 + N_i$$

$$Q_k = 12,3 + 5 = 17,3 \text{ кВт}$$

## 8. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 8.1 Обов'язки екіпажу з боротьби за живучість судна.

Капітан судна несе відповідальність за підготовку всього екіпажу і технічних засобів судна до боротьби за живучість. При виникненні аварійного випадку капітан здійснює загальне керівництво діями екіпажу щодо ліквідації наслідків аварійного випадку і боротьби за живучість судна. У разі неминучої загибелі судна тільки капітан може віддати команду про залишення судна екіпажем.

Капітан зобов'язаний керувати розробкою завдань на проведення навчально-тренувальних тривог і контролювати підготовку екіпажу до боротьби за живучість судна при проведенні цих тривог.

Старший помічник капітана з загальносудовій тривозі зобов'язаний:

- визначити місце і оцінити характер аварійного випадку;
- згідно з вказівками капітана організувати дії екіпажу щодо ліквідації наслідків аварійного випадку з боротьби за живучість судна;
- контролювати виконання розпоряджень капітана судна.

Старший помічник капітана з загальносудовій тривозі знаходиться на ДКП в розпорядженні капітана і за його вказівкою виробляє розрахунки стану –судна у відповідності з Інформацією про остійності судна для капітана йди може бути направлений в аварійні партії для безпосереднього керівництва їх діями.

У випадках, що не терплять зволікання, старший помічник капітана може діяти самостійно, доповідаючи при першій можливості капітану судна про вжиті заходи. На старшого помічника капітана покладається загальна організація підготовки екіпажу до боротьби за живучість судна. Старший помічник, безпосередньо керує підготовкою помічників капітана і палубної команди до боротьби за живучість судна, а також отработкой взаємодії аварійних партій, груп і ходових вахт. Старший помічник капітана по тривозі «Людина за бортом» особисто керує спуском чергової шлюпки і проведенням рятувальної операції.

						КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
							45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Старший помічник капітана комплектує папку документації для керівництва боротьбою за живучість судна згідно з додатком. Другий і четвертий помічники капітана по загальносудовій тривозі керують діями аварійних партій у закріплених районах і роботою водолазів за бортом судна. Третій помічник капітана з загальносудовій тривозі є вахтовим помічником капітана. Він відповідає за підготовку призначених розкладу по тривогах осіб для несення ходової вахти до дій за загальносудовій тривозі і ведення Інформаційної дошки навантаження і остійності судна. По тривозі «Людина за бортом» — замінює на містку старшого помічника капітана.

На малотоннажних судах, де штатним розписом не передбачено посади третього і четвертого помічників капітана, обов'язки по боротьбі за живучість судна, що виконує старший помічник, і — другий помічник капітана. Помічник капітана з виробництва керує підготовкою і діями групи охорони порядку і безпеки та несе за це відповідальність. Помічник капітана з пожежно-технічної частини (якщо є в штатному розписі) проводить підготовку екіпажу до боротьби з пожежами, організовує несення на судні дозорної служби і є за це відповідальним. Помічник капітана з пожежно-технічної частини, а за відсутності цієї посади в штаті судна, старший помічник капітана зобов'язаний інструктувати знову надходять на судно членів екіпажу про дотримання протипожежного режиму на судні. Головний (старший) механік здійснює загальне керівництво підготовкою всієї судномеханічної служби до боротьби за живучість судна і по загальносудовій тривозі керує діями ходової вахти в машинному відділенні. Він несе відповідальність за підготовку особового складу судномеханічної служби до дій з боротьби за живучість судна за загальносудовій тривозі.

Головний (старший) механік по загальносудовій тривозі забезпечує готовність перебувають у його віданні технічних засобів і підлеглого особового складу до боротьби за живучість судна. Другий механік по загальносудовій тривозі керує аварійної партією (групою) машинно-котельного відділення і несе відповідальність за її підготовку до боротьби за живучість судна. Третій механік по загальносудовій тривозі є вахтовим механіком, забезпечує роботу головних і

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

допоміжних механізмів, пожежних і осушувальних насосів, за наказом капітана вирівнює крен і диферент судна; на судах, де немає в штаті електромеханіка і четвертого механіка, по загальносудовій тривозі виконує їх обов'язки. Четвертий механік по загальносудовій тривозі обслуговує котельню установку, що забезпечує роботу стаціонарних систем пожежогасіння, а також роботу всіх палубних механізмів. Електромеханік (старший електромеханік) по загальносудовій тривозі забезпечує роботу електроенергосистеми, переключення споживачів електроенергії, підключення переносних аварійних засобів, освітлення аварійних приміщень (аварійних місць).

На судах з електродвиженням обов'язки по загальносудовій тривозі молодших електромеханіків визначаються Статутом служби на судах. Якщо в штаті судна є механік по автоматиці, то він забезпечує безперебійну роботу та правильну технічну експлуатацію всіх систем і пристроїв автоматизації судна.

Старший механік (механік) рефрижераторних установок по загальносудовій тривозі забезпечує справний стан, своєчасне відключення і безперебійну роботу перебувають у його віданні рефрижераторних технічних коштів. При прориві аміаку керує діями особового складу рефрижераторної установки. Особисто приймає всі необхідні заходи щодо евакуації постраждалих з рефрижераторного відділення, по локалізації прориву аміаку і повного усунення аварії. Працює в дихальному ізолюючому апараті і газозащитному костюмі. За наказом головного (старшого) механіка виробляє аварійний випуск аміаку в забортну воду з пошкодженої ділянки або всієї системи рефрижераторної установки. Судновий лікар за загальносудовій тривозі розгортає пост медичної допомоги. Він безпосередньо відповідає за підготовку санітарної групи до дій за загальносудовій тривозі і по тривозі «Людина за бортом». Боцман судна відповідає за наявність, технічний стан і готовність до дії аварійного і протипожежного постачання і рятувальних засобів. Він зобов'язаний:

- забезпечити постійну готовність до використання аварійного і протипожежного постачання і рятувальних засобів;

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

- забезпечити наявність недоторканного запасу харчів і прісної води для рятувальних шлюпок і плотів;

- знайомити знову надходять на судно членів екіпажу з розташуванням аварійного і протипожежного постачання і рятувальних засобів.

По всіх тривогах екіпаж судна з індивідуальними рятувальними засобами негайно виходить до місць збору та діє згідно розкладу по тривогах. Рятувальні жилети (нагрудники) надягаються за наказом капітана або його вахтового помічника і за сигналом залишення судна. При залишенні судна в першу чергу в рятувальні шлюпки повинні бути посаджені хворі, жінки та старі.

## 8.2 Охорона праці

### Техніка безпеки при експлуатації суднових дизелів

Двигуни внутрішнього згорання повинні обслуговуватися з дотриманням техніки безпеки і регулярно проходити перевірку на знос деталей, пошкодження підшипників і ослаблення кріплень. При експлуатації дизелів повинні виконуватися вимоги, викладені в чинних нормативних документах, а також в інструкціях заводів-виробників. Готуючи дизельну установку до пуску, необхідно ретельно оглянути головний двигун, допоміжні механізми, КВП, автоматичні та сигнальні пристрої. Перед включенням валоповоротного пристрою слід переконатися у відсутності людей в картері і на рухомих частинах двигуна. У будь-якому випадку на органах управління двигуна повинна бути вивішена табличка з попереджувальним написом про те, що валоповоротне пристрій увімкнено або вимкнено. Для забезпечення безпечної роботи енергетичної установки необхідно повернути дизель валоповоротним пристроєм на 2...3 обороту, потім перевірити його дію стисненим повітрям і провести пробні пуски двигуна на передній і задній хід, переконавшись у відсутності води або палива в циліндрах. Перед пробними запусками необхідно відключити валоповоротний привід і закрити індикаторні крани, а також переконатися в справності форсунок, пускових, всмоктувальних і форсуночних клапанів. Заїдання голок форсунок, пропуски повітря в повітряній магістралі, нещільні посадки клапанів у своїх гніздах можуть стати причиною небезпечних вибухів в циліндрах двигуна і в

										КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
											48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

воздухопроводе. Для забезпечення безпеки праці при обслуговуванні двигуна зазначені несправності слід негайно усунути. Небезпека вибуху може виникнути у разі попадання палива в циліндри при прокачуванні паливних насосів з закритими контрольними клапанами у форсунок. Тому заповнювати паливні трубопроводи і прокачувати паливні насоси дозволяється тільки при відкритих контрольних клапанах. При наявності механізмів дистанційного керування дизелем пробні пуски слід проводити з усіх постів управління. Пробні запуски двигуна можна проводити тільки після отримання дозволу від вахтового помічника капітана, переконавшись у відсутності людей під кормовим подзором, а також шлюпок та інших плавзасобів. Перед пуском двигуна необхідно перевірити справність апаратури автоматики, сигналізації і захисту двигуна, а також усіх його систем. Виявлені течі і пропуски в паливної арматури і паливопроводах необхідно негайно усунути. При заповненні пускових балонів повітрям необхідно стежити за тим, щоб тиск у балонах не перевищувала встановленого. Повітряні балони і арматуру необхідно оберегати від ударів і пошкоджень. Щоб уникнути скупчення в повітропроводах парів палива небезпечної концентрації їх очищають парою або хімічними миючими засобами з наступною продувкою стисненим повітрям. При отриманні балонів зі стисненим повітрям з берега необхідно переконатися в тому, що в них знаходиться повітря, а не кисень або який-небудь інший горючий газ. При пуску двигуна, щоб уникнути опіків, не рекомендується перебувати поблизу запобіжних клапанів ресивера, а також на верхніх решітках біля циліндрових кришок на шляху можливого потоку прорвався газу. Для здійснення контролю роботи двигуна на рівні верхніх решіток слід визначити безпечне місце, зручне для огляду. Після пуску дизеля на паливі необхідно переконатися в тому, що пускові клапани закриті. При відкритих пускових клапанах (зависання їх і т. д.) прорив гарячих газів в повітропровід може призвести до вибуху і важкої аварії. Ознаками цього явища є падіння тиску пускового повітря і нагрівання, що підводить до пускового клапана трубопроводу. Якщо при пуску двигуна з'являться різкі стуки, пропуски газів та інші відхилення в роботі, його необхідно негайно зупинити. Після виявлення і усунення несправності двигун може бути

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

знову запущений в роботу. Присутність сторонніх осіб у машинному відділенні судна заборонено. Неправильне обслуговування двигуна, особливо в початковий період його роботи, може призвести до аварії дизеля. Так, скорочення часу прогріву і форсування навантаження двигуна може призвести до пошкодження або заклинювання поршнів. Форсування навантаження непрогрітого двигуна допускається тільки у виняткових випадках, пов'язаних із забезпеченням безпеки судна або загрозою людського життя. При виведенні дизеля на номінальний режим роботи необхідно як можна швидше проходити зону критичної частоти обертання двигуна, зазначеної в інструкції з обслуговування. Робота двигуна на критичній частоті обертання, зазначеної на тахометрі червоним сектором, категорично забороняється. В процесі роботи двигуна необхідно стежити за справністю запобіжних і редуційних клапанів, регуляторів безпеки, за безвідмовним дією допоміжних механізмів, не допускаючи витоків води, масел, палива і газів через з'єднання трубопроводів. При прориві вихлопних газів в машинне відділення необхідно посилити роботу витяжної вентиляції і усунути пропуск газів. При раптовому зниженні тиску масла в системі змащення дизеля необхідно його негайно зупинити і усунути несправність. У разі виявлення підтікання на трубопроводах, що підводять паливо до форсунок, забороняється щоб уникнути травми обмацувати трубки і закривати рукою місце розриву трубок. Небезпечно різке мимовільне збільшення частоти обертання вала двигуна, що стало результатом втрати або поломки лопатей гвинта, а також раптового оголення його при сильному хвилюванні моря. Якщо при цьому не спрацює граничний регулятор, необхідно зменшити подачу палива. При збільшенні частоти обертання понад максимальної, зазначеної на тахометрі червоною рисою та обумовленої інструкцією по експлуатації, необхідно зменшити частоту обертання або зупинити дизель. Велику небезпеку представляє масло, накопичене в продувній пристрої двотактного дизеля. Якщо продувний повітря буде заносити масло в циліндри, то може відбутися серія вибухів і двигун піде в рознос навіть при вимиканні подачі палива. В цьому випадку для швидкої зупинки двигуна треба закрити доступ повітря в продувний насос або будь-який орган

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забору повітря на двигун. Для запобігання такій небезпеці необхідно регулярно контролювати наявність масла в ресивері і вчасно видаляти його. Щоб уникнути травм не можна протирати ганчіркою рухомі деталі працюючого двигуна та інших механізмів. У процесі роботи дизеля забороняється відкривати люки картера, чистити і обтирати деталі. Не дозволяється також підкачувати вручну паливо в циліндри працюючого двигуна. Під час продування індикаторних кранів циліндрів дизеля слід знаходитися в стороні від струменя газу. Регулювання та ремонт форсунок, а також впускних і випускних клапанів робочих циліндрів в процесі роботи двигуна не допускається. Після зупинки двигуна, перш ніж приступити до огляду і робіт у картері, необхідно вжити всі заходи, що виключають можливість запуску або повертання вала дизеля до повного закінчення робіт. Для цього необхідно закрити запірний клапан пусковий повітряної магістралі, перекрити доступ палива до двигуна, ввести в зачеплення валоповоротное пристрій, вивісити попереджувальну табличку біля пульта управління дизеля про перебування людей в картері. При огляді двигуна люки гарячого картера в цілях безпеки можуть бути відкриті не раніше ніж через 15...20 хвилин після зупинки дизеля. Картерні кришки масою понад 20 кг при відсутності механізованого приводу повинні відкривати і закривати не менше двох осіб. Для забезпечення безпеки праці розкритий картер дизеля необхідно ретельно провентилувати. Поблизу картера забороняється проводити роботи з відкритим вогнем (газорізання, електрозварювання та ін). При пуску на судні одного з двигунів двовальною установки необхідно надійно застопорити валопровід зупиненого двигуна і попередити працюючих на ньому людей. Такі ж заходи треба вжити для забезпечення безпеки і в разі зупинки для огляду або ремонту одного з двигунів двовальною установки. Якщо необхідно зупинити один з двох двигунів, працюючих на загальний гребний вал через гідромуфту, то спочатку його відключають від гідромуфти, потім включають в зачеплення його валоповоротное пристрій і на пульті управління вивішують табличку: «Не включати - працюють люди!». Неправильна експлуатація двигунів часто призводить до небезпечних перегрівів їх деталей, що може викликати вибух в

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

картерах дизелів. Запобігти вибухи в картерах можна шляхом раціональної їх вентиляції, систематичного контролю технічного стану нагрітих деталей, введення в картер інертних газів і проведення ряду конструктивних заходів по забезпеченню безпеки: встановлення запобіжних клапанів, розподільних сіток в кривошипних камерах, послаблюють силу вибуху і т. д. У разі появи сигналу детектора «масляного туману» або «густого білого туману» з сигнальної (вентиляційної) труби картера необхідно повторно перевірити спрацьовування детектора згідно з вказівкою інструкції з експлуатації. При повторному появі сигналу детектора «масляного туману» слід зупинити дизель, не відключаючи насоси змащення й охолодження. Особам, що знаходяться в машинному відділенні, потрібно вжити заходів, що забезпечують безпеку в разі вибуху в картері, підготувати засоби пожежогасіння. Після зникнення ознак небезпечної концентрації масляного туману, але не раніше ніж через 20 хвилин після зупинки дизеля, необхідно вимкнути масляний насос і відкрити щити картера для визначення причин утворення масляного туману. При зупинці двигуна на тривалий період необхідно повернути його вал валоповоротним пристроєм і закрити індикаторні крани. При спуску людей в циліндри двигуна для виконання оглядів, замірів та інших робіт необхідно використовувати призначені для цього трапи.

### 8.3 Протипожежний захист судна

Під боротьбою з пожежами мається на увазі комплекс технічних і організаційних заходів, проводяться з метою запобігання пожежі, обмеження розповсюдження вогню і створення умов для безпечної евакуації людей. Найбільш важливою частиною протипожежного захисту суден є протипожежна профілактика. Вона включає в себе комплекс активних організаційних заходів по боротьбі за живучість судна та питання конструктивної протипожежного захисту (КПЗ). Основою організації боротьби за живучість судна є вимоги Міжнародного кодексу з управління безпечною експлуатацією суден і попередженням забруднення (МКУБ-94, ISM-Code), Конвенції SOLAS – 74, Статуту служби на морських суднах, НБЖС (РД 31.60.14-81), а також класифікаційних товариств

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

судноплавства. На вимогу Конвенції SOLAS – 74 на кожному судні повинен бути план протипожежного захисту судна і план дій екіпажу при оголошенні пожежної тривоги (FIREPLAN), складений на національному та англійською мовами, один примірник якого розміщується в доступному місці. У відповідності з цими документами складається розклад по тривогах, яке встановлює обов'язки для кожного члена екіпажу судна. Крім того, кожен член екіпажу під розписку інформується про його дії при оголошенні пожежної тривоги. Всі профілактичні протипожежні заходи, що проводяться на судні, інформація про протипожежних конструкціях судна, системах пожежної сигналізації, системи пожарообнаруження і пожежних проходах із зазначенням всіх приміщень на кожній палубі, повинні знайти відображення в судовому пожежно-контрольному формулярі FIREPLAN і Папки керівних документів з боротьби за живучість судна. На усі судові приміщення розробляються відповідними підрозділами судноплавної компанії оперативні плани (ВП), які доводяться до кожного члена екіпажу під розписку. Один примірник цих планів знаходиться в Папці керівних документів на головному командному пункті (МКП), інші примірники – у командирів аварійних партій і груп. Моряки (командний склад судна), призначені керувати операціями по боротьбі з пожежею, повинні пройти підготовку за методами боротьби з пожежею за розширеною програмою, звертаючи увагу на організацію, тактику і керування і показати компетентність, що дозволяє їм прийняти на себе виконання завдань, обов'язків і відповідальності відповідно до вимог розділу А – VI/3 Міжнародного Кодексу STCW-Code'78/95.

До основних завдань сфери компетентності відносяться:

- керівництво операціями по боротьбі з пожежею на судах;
- організація і підготовка пожежних партій;
- перевірка та обслуговування систем та обладнання для виявлення пожежі і пожежогасіння;
- розслідування і складання доповідей про інцидентах, пов'язаних з пожежею.

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53





механік зобов'язаний забезпечувати живучість судна, постійну справність і готовність суднової енергетичної установки і всіх стаціонарних засобів гасіння пожеж. Завідувачі приміщеннями і окремими частинами судна зобов'язані підтримувати в них протипожежний режим, доповідати вахтової служби про помічені несправності і контролювати усунення неполадок у приміщеннях, що перебувають у їх завідуванні. На доступних для огляду місцях повинні бути вивішені оперативно-тактичні документи з пожежогасіння, схеми шляхів евакуації людей з приміщення, суднових систем. Аварійні і пожежні пости повинні постійно бути повністю укомплектовані відповідним майном. Аварійні пости пофарбовані синьою фарбою і забезпечуються написом «Аварійний пост» (EMERGENCY EQUIPMENT), пожежні пости зафарбовуються червоною фарбою і забезпечуються написом «Пожежний пост» (FIRE STATION) або знаками – F, FE. Написи виконуються білою фарбою. Використання майна цих постів не по призначенню категорично забороняється. Двері та люки аварійних виходів і шляхів руху до них, повинні мати чітке позначення, маркування та написи (FIRE EXIT). Okремо позначаються місця для куріння. Зварювальні роботи та роботи з відкритим вогнем можуть проводитися тільки з дозволу капітана судна і в повній відповідності з Правилами ведення вогневих робіт. При виникненні пожежі оголошується пожежна тривога сигналами тривоги і по суднової трансляції. Якщо оголошуються пожежні навчання, то про це повинно бути зроблено спеціальне попередження. Таким чином, пожежна безпека судів багато в чому залежить від доброї організації профілактичних протипожежних заходів, а також підготовленості екіпажів.

#### 8.4 Утилізація залишків від обробки стічних вод на судні

При обробці стічних вод, особливо в установках фізико-хімічної дії, утворюється шлам. Його кількість може досягати 5... 10 % оброблюваних стоків в установках фізико-хімічної дії і до 3 % — в установках електрохімічного дії. Шлам складається з забруднень, які вилучені із стічних вод і без додаткової обробки скинуті за борт бути не можуть. Спалювання шламу в інсинераторах. В останні роки багато новозбудовані суду оснащуються такими установками.

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Недолік цього способу утилізації шламу — великі витрати енергії на спалювання шламу. Утворюється від обробки стічних вод шлам може збиратися в спеціальну цистерну і скидатися за борт при перебуванні в районах, де таке скидання не заборонений, або здаватися в позасудові приймальні пристрої. Зазначений метод може бути поєднаний з анаеробним розкладанням шламу, але після такої обробки шлам необхідно знезаражувати. Метод збору шламу з анаеробної його обробкою досить простий, але вимагає значних ємностей і деякого усложнення установок з-за необхідності додаткового знезараження шламу. При цьому слід враховувати тенденцію до обмеження скидання в територіальних водах держав не тільки стічних, але і господарсько-побутових вод. У цьому випадку кількість шламу значно зростає, що ускладнює вирішення проблеми з утилізацією шламу даними способом. Перспективним методом утилізації шламу є 'рідкофазне окислення органічних забруднень під високим тиском. У цьому випадку необхідні спеціальні насоси, які подрібнюють шлам і забезпечують його подачу під тиском 15 ... 20 МПа з інтенсивністю 0,5 ... 2,0 м<sup>3</sup>/год. Після такої обробки шлам має низьке значення БПК і нешкідливий для морського середовища. Недолік цього методу — необхідність складного обладнання (високонапірні насоси і судини під тиском). Метод електрохімічного окислення шламу. Переваги його в тому, що одночасно можна забезпечити електрохімічне розкладання органічних речовин та їх знезараження. При цьому процес електрохімічної обробки шламу може здійснюватися безпосередньо в ємностях для його зберігання, що не вимагає складнення установки. В даний час ведуться дослідження щодо практичного використання цього методу для обробки шламу.

						КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			57



Загальне керівництво діями при надзвичайних та аварійних ситуаціях, боротьбою за живучість судна здійснює капітан. Безпосереднє керівництво покладається на старшого помічника капітана. При відсутності на судні капітана і старшого помічника капітана боротьбу за живучість судна очолює вахтовий помічник капітана.

У відповідності до вимог Міжнародних Конвенцій, організація дій екіпажу в будь аварійної ситуації повинна бути спрямована на збереження людського життя. У разі надзвичайної, небезпечної або аварійної ситуації важливо правильно оцінити пріоритети до прийняття будь-яких рішень і дій. Пріоритети повинні розташовуватися таким чином:

- а) безпека життя;
- б) безпека судна;
- в) безпека вантажу та захист навколишнього середовища.

Якщо судно опинилося в аварійній ситуації, у тому числі - пов'язаної із забрудненням навколишнього середовища, або в ситуації, що загрожує загибеллю судна, то капітан зобов'язаний в терміновому порядку вирішити питання про те, чи необхідні допомога рятувальників, допомогу буксирів чи інша допомога з берега або ситуація може бути дозволена власними силами екіпажу.

Основою організації боротьби за живучість судна є розклад по тривогах, яке визначає обов'язки всіх членів екіпажу, складаються на кожному судні і затверджуються капітаном. Обов'язки по тривогах повинні розподілятися з урахуванням посад, спеціальності, підготовки, індивідуальних якостей і фізичних даних кожного члена екіпажу. У розкладі по тривогах повинна передбачатися взаємозамінність членів екіпажу. Складання розкладу по тривогах і своєчасна коректура покладаються на старшого помічника капітана. Затверджене капітаном розклад по тривогах повинно вивішуватися на видному місці в загальнодоступних приміщеннях судна.

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сигнали всіх тривог дублюються голосом по судновій трансляції із зазначенням виду тривоги; у разі пожежі або пробоїни вказується їх місце. При відсутності трансляції вид тривоги, місце пожежі або пробоїни оголошуються будь-якими іншими засобами. Відбій всіх тривог оголошується голосом і супроводжується командою по трансляції. При оголошенні навчальних тривог по системі суднової гучного животною зв'язку вид тривоги повинен передувати словом «навчальна».

Будь-який член екіпажу, будь перебуває на судні особа може підняти тривогу натисканням відповідної кнопки, включенням сигналізації або за допомогою засобів зв'язку. Особа, яке підняло тривогу, повинно повідомити на місток місце і характер аварійної ситуації.

Встановлюється наступний порядок оповіщення при надзвичайних та аварійних ситуаціях:

- а) оголошується загальносуднова тривога дзвінком гучного бою;
- б) екіпаж збирається в місці збору і діє відповідно до судовим "Розкладом по тривогах".
- в) відповідальні особи, почувши сигнал, зобов'язані: включити ввірені їм переносні УКХ-радіостанції на заданий канал; вийти на зв'язок з містком; отримати усні команди / розпорядження; передати їх закріпленим за ними членам судового екіпажу;

При залишенні судна старший помічник капітана зобов'язаний перевірити судові приміщення, а старший механік - машинні приміщення і упевнитися, що в них не залишилося людей. Особи, у віданні яких перебувають паспорта екіпажу, судовий, машинний, електромеханічний та радіотелеграфний журнали, шляхові карти з прокладкою шляху судна перед подією, суднова каса і документи суворої звітності, при залишенні судна зобов'язані вжити заходів до порятунку зазначених документів та цінностей.

Всі члени екіпажу при оголошенні судових тривог зобов'язані швидко зайняти свої місця за розкладом, мати при собі рятувальні жилети

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

(нагрудники) і надягати їх при оголошенні шлюпкової тривоги або тривоги "Людина за бортом".

На судні повинні бути визначені "Командні пункти і пости", розташування і склад яких повинні повністю узгоджуватися з судновим розкладом по тривогах. Розташування та склад командних пунктів та постів затверджуються капітаном судна.

При стоянці судна в порту на борту завжди має залишатися достатня кількість членів екіпажу для дій в аварійних ситуаціях. На судні має бути затверджене стояночний розклад по тривогах.

Після прибуття судна в порт повинна бути встановлена система взаємодії з берегом. Для цих цілей рекомендується використовувати "*Ship / Shore Safety Check List*". Телефонні номери, канали УКВ і позивні аварійних служб порту, інші засоби і методи оповіщення повинні бути відомі, записані і знаходитися у відповідних місцях (в тому числі - у капітана, на містку, біля трапа).

Основне призначення Міжнародного кодексу з управління безпекою МКУБ (*ISM Code*) - забезпечення безпеки на морі, запобігання людського травматизму або жертв, уникнення шкоди навколишньому середовищу та майну. Кодекс наказує "Кожна компанія повинна розробляти, втілювати в життя і підтримувати системи управління безпекою (СУБ)"

Система управління безпекою включає в себе:

- а) Політику безпеки і захисту навколишнього середовища;
- б) Інструкції та процедури, що забезпечують безпечне використання суден і захист навколишнього середовища відповідно до вимог міжнародного законодавства та законами країни прапора;
- в) Визначення рівнів повноважень і способів взаємодії між і усередині берегового і суднового персоналу;
- г) Процедури повідомлення про події та невідповідність МКУБ;
- д) Процедури підготовки до можливих екстремальних випадків і реагування на них;

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

е) Процедури внутрішніх перевірок та змін в управлінні.

У відповідності з положеннями Глави IX Міжнародної конвенції з охорони людського життя на морі (СОЛАС-74), дії будь-якої компанії, що здійснює діяльність у галузі торговельного мореплавства, та її методи управління на судні повинні здійснюватися на основі схваленої Адміністрацією системи управління безпекою (СУБ). Цілі СУБ полягають у забезпеченні безпеки на морі, запобігання нещасним випадкам або загибелі людей і уникнення шкоди навколишньому середовищу та майну.

Складовими СУБ є:

- а) нормативно-правова база торговельного мореплавства;
- б) система інформаційного забезпечення;
- в) СУБ компаній;
- г) СУБ суден;
- д) база даних.

Капітан судна відповідальний за проведення в життя СУБ компанії та СУБ судна. Розпорядження капітана обов'язкові для всіх членів екіпажу та осіб, що перебувають на борту судна. Судно оглядаються Адміністрацією і видається свідоцтво про управління безпекою. СвУБ видається строком на 5 років і має підтверджуватися на основі періодичного опосвідчення, про що робиться відповідний запис у Свідоцтві. Копія СвУБ повинна знаходитися в головному офісі компанії. Судова СУБ повинна забезпечувати, щоб корпус судна, всі системи й устаткування підтримувались у справному та безпечному стані протягом всієї експлуатації судна.

9.2. Заходи по забезпеченню безпеки праці при експлуатації суднової холодильної установки. Перша допомога при отруєнні холодагентом.

У приміщеннях холодильних установок вентиляція винна діяти постійно. Якщо вентиляція працює погано, слід застосовувати переносний вентилятор чи інші засоби для видалення шкідливих газів. Робота може бути продовжена після контрольної перевірки повітряного середовища. У приміщенні,

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

обладнаному холодильною установкою, повинні бути відповідні протигази (не менше двох), а також винен бути запас фільтруючих патронів до них. Протигази і костюми, підібрані по розмірам, повинні знаходитись в опломбованих шафах Біля входу до ізольованих приміщень і компресорів установок, розміщених у машини відділеннях. У цих же шафах повинні знаходитись резинові рукавички, теплі печатки и захисні окуляри (по числу працюючих). При використанні фреонових установок наявність протічки холодоагенту виявляється за допомогою галоїдної лампи, електронного шукача протічки чи мильного розчину з гліцерином, що наносять на ділянку, де припускається протічка холодоагенту.

У цьому випадку необхідно:

- а) увімкнуті аварійну витяжну вентиляцію и повідомити механіка на вахті про наявність пропуску фреону;
- б) надягти протигаз и зайти в приміщення, залишивши біля входу спостерігача, вхід у приміщення повинний бути при цьому відкритим;
- в) зупинити компресор, перекрити клапани у системі холодоагенту;
- г) виявити причину прориву фреону и прийняти усі міри для її ліквідації, не допускається використання відкритого вогню.

Запуск компресорів в роботі можливий лише після усунення протічки холодоагенту и вентиляції приміщення. При виникненні пожежі в приміщеннях холодильних установок або значних проривах холодоагенту в навколишнє середовище (холодильних установок рефрижераторних суден) необхідно виконати наступні заходи:

- а) зупинити холодильну установку та перекрити повітропровід повітряного охолодження трюмів;
- б) відкрити аварійний випуск холодоагенту з системи.

При використанні в якості холодоагенту аміаку додатково необхідно включити систему зрошення для поглинання парів аміаку водою. Приміщення

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

холодильних камер повинні бути обладнані звуковою та світловою сигналізацією. Виконання ремонтних робіт в приміщеннях холодильних камер здійснюється під керівництвом керівника робіт і у присутності спостерігача, що має засоби захисту органів дихання.

Біля входу в приміщення холодильних камер повинні бути інструкції, які містять основні вимоги щодо дотримання заходів безпеки. При виконанні робіт з ремонту технічних засобів діючих холодильних установок необхідно:

- а) використовувати захисні окуляри, гумові рукавички і ізолююче засіб захисту органів дихання (при необхідності);
- б) роз'єднати ділянку, що ремонтується системи і відкачати холодоагент у відповідності з інструкцією по експлуатації;
- в) вивісити поблизу об'єкта, що ремонтується таблички з написом: "НЕ ВКЛЮЧАТИ! ПРАЦЮЮТЬ ЛЮДИ";
- г) застосовувати штатний інструмент.

При огляді діючих холодильних установок для виявлення витoku холодоагенту можна допускати потрапляння струменів газу в обличчя і очі. Забороняється використання відкритого вогню і куріння. При зупинці компресора холодильної установки вихідний клапан необхідно закрити і вивісити табличку: "КЛАПАН ЗАКРИТО" (якщо клапан не має автоматичного керування). Перед заповненням системи холодильної установки необхідно кожен балон перевірити по маркувальним написам. Балон приєднувати до системи дозволяється тільки після того, як буде встановлено, що в ньому міститься необхідний холодоагент.

Помилкове під'єднання кисневих балонів створює вибухонебезпечні умови. Для прискорення виходу холодоагенту допускається підігрів балона теплою водою. Підігрів з допомогою відкритого вогню або іншого джерела тепла з високою температурою не дозволяється. Забороняється видалення механічним способом снігової шуби з випарних батарей, балонів та трубопроводів. Запасні фреонові балони повинні зберігатися в ізольованих

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

пожежобезпечних приміщеннях. Температура зберігання повинна бути не вище 50 ° С. Приміщення повинно мати вентиляцію. Транспортування і перенесення балонів, що містять холодоагент, допускаються при загорнутих запобіжних ковпаках. Переноска балонів рекомендується в закріпленому вигляді на ношах. Забороняється струшувати або кидати, а також ремонтувати балони своїми силами. Порожні балони необхідно розміщувати окремо від повних або вони повинні встановлюватися так, щоб не торкатися один одного.

Постраждалим від впливу холодоагенту (попадання на відкриті ділянки тіла, в очі та ін.) повинна бути надана допомога відповідно до медичних рекомендацій. Гранична санітарна норма присутності аміаку в повітрі у виробничих приміщеннях повинна становити 0,02 мг / л. Небезпечні концентрації аміаку в повітрі викликають запалення слизових оболонок очей, шлунка, дихальних шляхів, зміна крові, збудження і пригнічення нервової системи, роздратування лімфатичної системи, спазми голосової щілини. опіки шкіри.

### 9.3. Класифікація пожеж

Для успішного гасіння пожежі необхідно застосування найбільш ефективних вогнегасних засобів, питання про вибір яких має бути вирішено практично миттєво. Правильний вибір вогнегасної кошти дозволить забезпечити швидке припинення горіння, знизить небезпеку для екіпажу та зменшить пошкодження судна. Ця задача може значно полегшитися введенням класифікації пожеж. Міжнародною організацією стандартів вводиться 6 класів пожеж

Пожежі класу "А" - горіння твердих горючих матеріалів. До таких матеріалів відносяться дерево і вироби з нього, тканини, папір, гума деякі пластмаси та інші. Гасіння цих матеріалів проводиться в основному водою, водними розчинами, піною.

Пожежі класу "В" - горіння рідких речовин їх сумішей і з'єднань. До цього класу речовин відносяться нафта та рідкі нафтопродукти, жири, фарби,

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

розчинники та інші горючі рідини (ГР). Гасіння таких пожеж проводиться в основному за допомогою піни шляхом покриття її шаром поверхні горючої рідини, відокремлюючи її, таким чином, від зони горіння і окислювача. Крім того, ГР можна гасити розпиленою водою, порошками, вуглекислою.

Пожежі класу "С" - горіння газоподібних речовин і матеріалів. До цього класу речовин відносяться горючі гази, які використовуються на морських судах в якості технологічного постачання, а також перевозяться морськими судами горючі гази в якості вантажу (метан, водень, аміак та ін.) Гасіння горючих газів проводиться компактними струменями води або за допомогою вогнегасних порошків.

Пожежі класу "D" - загорання, пов'язані з лужними і подібними металами і їх з'єднаннями при їх контакті з водою. До таких речовин відносяться натрій, калій, магній, титан, алюміній і ін. Для гасіння таких пожеж використовують теплопоглинальні вогнегасні речовини, наприклад деякі порошки, які не вступають в реакцію з палаючими матеріалами.

Пожежі класу "Е" - горіння, яке виникає при займанні знаходиться під напругою електрообладнання, провідників або електроустановок. Для боротьби з такими пожежами використовують вогнегасні речовини, які не є провідниками електрики.

Пожежі класу "F" - загорання жирів і масла для приготування їжі, високотемпературних при горінні. Для боротьби з цими пожежами застосовують рідинний хімічний вогнегасник. Дуже ефективно збиває полум'я факелом розпорошеного на дрібні краплі рідкого карбонату калію, охолоджує палаючі жири і утворює на них плівку, що перешкоджає новому спалаху.

#### 9.4. Запобігання забрудненню моря при бункерувальних операціях.

Основним міжнародним документом щодо запобігання забруднення моря при бункеру вальних операціях є Конвенція МАРПОЛ 73/78, зокрема Додаток I Правила запобігання забруднення нафтою.

Всю відповідальність за виконання на судні комплексу заходів щодо запобігання забруднення моря в процесі бункерування несе капітан судна.

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Старший механік відповідає за організацію та проведення на судні бункерувальних операцій, операцій з паливом, маслом і нафтовмісними водами, виконання заходів щодо запобігання забрудненню моря нафтою, дії підлеглих осіб. Зазвичай відповідальною особою при операціях із паливом призначається третій механік, при операціях з маслом - другий механік, при операціях з нафтовмісними водами - вахтовий механік.

За рішенням старшого механіка, особа відповідальна за бункерування, може звільнитися від вахти на період бункерування. Для забезпечення бункерувальних операцій в розпорядження відповідальної особи за бункерування повинні виділятися члени машинної команди. Призначення осіб, що беруть участь в бункеровці, в кожному разі, здійснюється наказом капітана судна. З наказом всі учасники бункерування знайомляться під розпис. Всі учасники бункерування повинні знати систему прийому палива.

При підготовці і в період проведення бункерувальних операцій необхідно:

а) надійно закріпити і постійно утримувати судно біля причалу швартовими кінцями так, щоб виключити його надмірне переміщення щодо причалу або бункерувальника, а, отже, виключити пошкодження шлангів або інших сполучних пристроїв;

б) в операції з участю плавучого бункерувальника забезпечити надійне його швартування до судна що бункерується;

в) щоб уникнути можливих розливів нафти не допускати бункерувальні операції на рейді при несприятливій погоді (хвилюванні і вітрі).

У будь-якому випадку на проведення таких операцій на рейді повинно бути отримано дозвіл від адміністрації порту. Можливість проведення бункерувальних операції в залежності від фактичного стану погоди визначають капітани бункера і судна, що бункерується;

г) на обох судах організувати постійний контроль за тим, щоб шланг не заламували і не мав надмірного натягу, спостереження за станом шланга покладати на спеціально виділених для цієї мети членів екіпажу, які

										КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
											67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

попередньо проходять інструктаж у особи, відповідальної за проведення бункерувальної операції, спостереження за шлангом вести безперервно з моменту прийому шланга на судно до моменту його віддачі;

д) всі шпігати, через які пролита на судні нафту може вийти за борт, на час бункерувальної операції закрити. Щільність закриття повинна виключати навіть просочування нафти за борт. Воду, що зібралась з різних причин на палубі (дощ, танення снігу), потрібно періодично видаляти через шпігати або яким-небудь іншим чином. Якщо для цієї мети відкриваються шпігати, то негайно після спуску води його слід знову щільно закрити;

е) під пристроями, за допомогою яких проводиться приєднання шлангів до суднового трубопроводу прийому палива, встановити стаціонарні, а при їх відсутності - переносні піддони достатньою місткістю, призначені для збору в них можливих витоків нафти; по мірі необхідності піддони осушувати, не допускаючи їх переповнення і розливу нафти та нафтовмісних вод на палубу;

ж) з'єднання шлангів від суднового трубопроводу виробляти над піддонами; шланги перед від'єднанням осушити від перекачується по ним нафти. Осушення бункеровочного шланга доцільно виробляти продуванням стислим повітрям. Для цього на судновому приймальному патрубку рекомендується встановити штуцер для приєднання шланга, що подає стисле повітря. Рекомендується на кінці шланга, який приєднується до суднового трубопроводу, мати пристрій, автоматично замикає шланг в момент припинення подачі по ньому нафти;

з) перед від'єднанням шланга закрити клінкети на патрубках, до яких приєднаний шланг; при від'єднанні шланга першого віддавати кріплення в нижній частині фланців; після від з'єднання заглушити фланці на шлангу і приєднувальному патрубку суднового трубопроводу;

і) весь персонал, який бере участь в бункерувальних операціях судна, добре ознайомити з паливною системою судна, включаючи розташування переливних і повітряних труб, переливних цистерн, вимірювальних труб і пристроїв для заміру рівня палива;

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

к) до початку бункерувальної операції необхідно перевірити засоби зв'язку між судном і іншими об'єктами, приймаючими безпосередню участь в операції; ці засоби зв'язку протягом усього періоду бункерувальної операції тримати в постійній готовності до негайного використання;

При постановці на блакштов, приймання шлангів і одержанні палива всі вказівки капітана бункера повинні виконуватися судном, що бункерується. Всі сигнали, які можуть бути використані для управління ходом бункерувальної операції, мають бути однаково зрозумілі персоналу всіх об'єктів, залучених до бункерувальної операції. Для забезпечення зв'язку слід призначити конкретних осіб.

На кожному судні повинна бути інструкція по проведенню бункерувальних операцій із зазначенням обов'язків беруть участь у цих операціях членів екіпажу, що враховує особливості систем, обладнання та конструкції судна. Така інструкція повинна містити:

а) опис систем трубопроводів, обладнання та пристроїв, призначених для виконання на судні бункерувальних операцій із зазначенням: схеми трубопроводу і розташуванням клапанів, насосів, приладів і пристроїв управління і контролю, вентиляційних, газовідвідних, переливних труб і т.д.; місцезнаходження клапана або іншого пристрою для екстреного припинення операції та порядку його використання; місцезнаходження клапанів або інших пристроїв, призначених для роз'єднання різних частин трубопроводу, і порядку дії по їх використанню;

б) обов'язки відповідальної особи;

в) склад і обов'язки вахтових членів екіпажу на час виконання операцій;

г) обов'язки кожного члена екіпажу, яка притягається крім вахтових до робіт по виконанню операцій;

д) порядок підготовки судна, його систем, обладнання та пристроїв до майбутніх бункерувальних операцій з урахуванням заходів щодо запобігання забруднення;

е) порядок початку, проведення і закінчення операцій;

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

ж) опис і порядок застосування засобів для локалізації розливу, який може відбутися під час бункерувальної операції;

з) порядок оповіщення про забруднення паливом або маслом портових вод

і) інші інформаційні матеріали, вказівки, рекомендації, що сприяють запобіганню забруднення моря в період бункерувальних операцій.

Особа, відповідальна за бункерувальні операції на судні, що приймає бункер, повинно повідомити персонал бункерувальника (плавбункеровщика, берегової нафтобази) максимально допустиму подачу палива і допустимий при цьому тиск у трубопроводах. Особа, відповідальна за бункерувальну операцію, зобов'язана знати, яке число цистерн слід заповнювати одночасно, в якій послідовності заповнювати інші цистерни за умови збереження сталого режиму подачі палива, та забезпечити дієвий контроль за всіма елементами і етапами бункерувальної операції.

У період підготовки бункерувальної операції відповідальна особа повинна переконатися у тому, що: закриті палубні шпігати; повітряні труби паливних цистерн справні, забезпечують вільний вихід витісняється повітря та газів; передбачені всі заходи, що виключають перелив палива на палубу; всі клапани, що повідомляють паливний трубопровід з забортним простором, надійно перекриті і опломбовані; виділені для прийому палива ємності дозволяють прийняти передбачувана кількість, для чого зроблені виміри в паливних танках і переливних цистернах і зроблені відповідні записи в машинному журналі. На суднах, що мають об'єднану систему переливних труб, необхідно включати і тримати в робочому стані сигналізацію про переливі. У цьому випадку піддони, обгороджені ділянки палуби або переносні ємності мають бути встановлені тільки під або навколо отвору повітряної труби з переливний цистерни і під або навколо приймального патрубку трубопроводу прийому палива (масла).

Прийом палива (масла) необхідно починати при мінімальній інтенсивності подачі. Після перевірки надходження палива (масла) в намічені

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цистерни і відсутності пропусків в шлангових з'єднаннях інтенсивність бункерування може бути доведена до номінальної. У процесі прийому палива необхідно постійно контролювати тиск на вході в судновий трубопровід і рівень в заповнюваних цистернах.

Перед закінченням заповнення кожної цистерни інтенсивність заповнення необхідно знизити відкриттям клапанів в інші цистерни. Закривати клапани заповненої цистерни можна тільки після відкриття клапанів наступних цистерн. Через 10-15 хв після закінчення заповнення цистерни і перекриття клапанів необхідно перевірити рівень палива (масла) в ній. Підвищення рівня означає, що в цистерну, не дивлячись на закриття клапанів, продовжує надходити паливо (масло), і тому необхідно взяти відповідних заходів для запобігання переливу палива.

У разі розливу палива відповідальний за бункерування механік зобов'язаний:

- а) негайно зупинити прийом палива;
- б) Повідомити про факт розливу вахтового помічника капітана;

Вахтовий помічник капітана оголошує тривогу «Ліквідації розливів нафти» (ЛРН). Вживаються всі можливі заходи з недопущення потрапляння нафтопродуктів за борт. Члени екіпажу виконують свої обов'язки згідно розкладу по тривозі «ЛРН». Нафта, пролиту на палубу під час Бункерувальні операції, необхідно негайно збирати і зливати в судові або берегові збірні ємності, а палубу протирати ганчір'ям або тирсою. Змив за борт розливої нафти категорично забороняється. Категорично забороняється скидати за борт просочене нафтою обтиральні матеріали.

Перед закінченням прийому палива (масла) необхідно зменшити інтенсивність подачі, про що слід завчасно повідомити персонал бункера споруди. По можливості цистерни подвійного дна доливати з діптанків. Кінцеві палубні клапани на трубопроводі прийому палива слід закривати тільки після зупинки подаючого насоса і осушення шлангів. Після того як

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

прийом палива (масла) закінчено, зроблені контрольні заміри палива (масла), осушені шланги і клапани на прийомі палива (масла) закриті, піддони або обгороджені ємності під приймальними патрубками бункерувальних магістралей палива (масла) осушені, можна від'єднати шланги. Про закінчення прийому палива (масла) необхідно зробити запис в машинному журналі.

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

## 10. Економічна частина

Методологія визначення економічного ефекту результатів наукової роботи, а також нової техніки, капітальних вкладень, техзаходів повинна мати загальну основу. Загальними є методи порівняння результатів і витрат, одноразових і поточних витрат, облік факторів часу, критерій економічної ефективності та принципи його визначення. Разом з тим окремі види наукової роботи мають свою особливість, оскільки їх результат не зводиться тільки до економічної ефективності.

Існують наступні види ефективності наукової роботи: економічна, науково-технічна та соціальна.

Економічна - характеризується вираженою у вартісних вимірах показників економії живої та уречевленої праці в суспільному виробництві, отриманої від використання результатів наукової роботи, в зіставленні з витратами на виконанні дослідження.

Науково-технічна - відображає приріст нових наукових знань, призначених для подальшого розвитку науки і техніки.

Соціальна - проявляється в поліпшенні життєвих факторів людей, розвитку охорони здоров'я і культури науки і освіти, поліпшення екологічних умов і т.п.

Соціальний ефект оцінюється в даний час переважно якісними показниками. Він особливо широко проявляється при здійсненні великомасштабних програм (продовольча програма та ін.)

В якості показників ефективності застосовуються фізико-біологічні параметри комфорту на виробництві, екологічні умови життя людей - чистота повітря, параметри теплового режиму і режиму зволоження, граничні норми виробничих відходів, наявність водойм і якість води в них площі озеленення, рівень шуму, освітленості та ін.

Складні соціальні процеси (рівень життя, комфорт житла, торговельного та побутового обслуговування та ін.) часто не піддаються прямому

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

вимірюванню, оскільки вони складаються з різних несумірних показників. Тому оцінку їх виробляють шляхом розчленовування на елементні показники з подальшим вимірюванням кожного з них у відповідних одиницях. Наприклад, якість торговельного обслуговування характеризується тривалістю витрат часу на одну покупку, доставкою товарів по замовленнях на будинок, задоволенням попиту покупців та ін.

Для кожного виділяється елемента соціальний ефект визначається зміною кількісної характеристики, досягнутої у зв'язку з виконанням наукової роботи, у зіставленні з зробленими витратами на ці роботи. Після того, як встановлена кількісна оцінка кожного елементного показника складного соціального процесу, комплексна оцінка його може бути здійснена з обліків нормативних «ваг» кожного елемента.

При реалізації результатів наукової роботи, поряд з вирішенням соціальних завдань, досягається і економічний ефект у вигляді зростання продуктивності живої праці і економії трудових ресурсів. Однак оцінка соціального ефекту через економічні категорії утруднюється тим, що не завжди виходить визначити їх кількісні вимірники.

Народногосподарський, або повний, економічний ефект визначається спочатку по кожній сфері з урахуванням обсягу використання, а потім за сукупністю цих сфер за планований період використання результатів наукової роботи.

Розрахунок виконаємо по методиці, заснованій на єдиних принципах визначення економічної ефективності нової техніки, винаходів і раціоналізаторських пропозицій, діючих на морському транспорті.

Застосування методу аналізу небезпеки та працездатності веде до зниження витрат на технічне обслуговування і ремонт механізмів суднової холодильної установки, до зменшення часу ремонту, зниження витрат часу на пошук і усунення несправностей.

Застосування методу аналізу небезпеки та працездатності дозволяє прогнозувати залишковий ресурс технічних засобів і оцінювати оптимальні

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Для розрахунку приймаємо вихідні дані рейсу контейнеровозу з порта Сингапур в порт Гонк-Конг

$T_{\text{э}}$  – експлуатаційний період судна,  $T_{\text{э}} = 360$  діб.

$D_w$  – дедвейт = 108250 тонн;

$D_{\text{ч}}$  – планова вантажопідйомність = 8400 TEU;

$\Pi$  – річний прибуток судна,  $\Pi = 5000000$  \$;

$\Delta T_{\text{э}}^y$  – зміна експлуатаційного періоду судна 1 доб.;

$K_y = 3 - 5$  – коефіцієнт обліку ком. збитків;

$\Delta y$  – річне питома зменшення величини тех. збитків судна від аварій, приймається 1,24

Основний показник середньої економічної ефективності даного варіанта – річний економічний ефект.

$$\sum E_{\text{рік}} = \Delta E_a + \Delta E_n + \Delta E_y$$

$$\sum E_{\text{рік}} = 2160 + 270 + 9306 = 11736 (\$)$$

Залишковий термін служби ( $T_{\text{жц}}$ ) даного судна становить близько 10 років

Тоді збільшення прибутку за строк, що залишився, роботи судна складе:

$$\sum E_{\text{жц}} = \sum E_{\text{рік}} \cdot T_{\text{жц}} = 11736 \cdot 10 = 117360 (\$)$$

Таким чином прийняте в дипломному проекті інженерне рішення застосування методу аналізу небезпеки і працездатності економічно доцільна, забезпечує судновласнику економічний ефект за розрахунковий період служби одного судового крана 117360 у.о.

Крім того технічний ефект складається в значному підвищенні надійності судових холодильних установок і, як наслідок, підвищення безпеки мореплавання судна.

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

## ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі проведенний аналіз схем охолодження рефрижераторних контейнерів: Thermo King; Mitsubishi; Carrier transicold.

Розглянуті питання, пов'язані з удосконаленням роботи холодильної машини рефрижераторного контейнеру. Мета – зменшити енерговитрати та поліпшити роботу холодильної системи. В роботі запропоновано використовувати гвинтовий компресор з проміжним впорскуванням холодильного агента. Хоча така схема і потребує заміни стандартного компресора та переохолоджувача на більш ефективні, та встановлення додаткового обладнання (ТРВ, трубопроводів), що може негативно вплинути на початкову вартість установки, але підвищення її ефективності компенсує ці витрати можливістю установки менш потужного компресору, або меншим часом експлуатації запропонованого, що неодмінно приведе до більш ефективної експлуатації усієї установки.

В кваліфікаційній роботі проведені розрахунки холодильного контуру контейнера та розглянуті розділи охорони праці, цивільний захист та економічна частина оборона на судні.

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Діагностика та аналіз роботи холодильних установок : конспект лекцій [Електронний ресурс] : з напрямку підгот. “Енергомашинобудування” / О. С. Подмазко, Н. О. Піщанська ; Каф. холодильних установок і кондиціонування повітря. — Одеса : ОНТУ, 2023. — 61 с.
2. Конспект лекцій по холодильним установкам [Електронний ресурс] / О. С. Подмазко ; Каф. холодильних установок і кондиціонування повітря. — Одеса : ОНАХТ, 2019. — 59 с.
3. Методичні вказівки для розрахунку провізійних камер [Електронний ресурс] / О. С. Подмазко ; Каф. холодильних установок і кондиціонування повітря. — Одеса : ОНАХТ, 2020. — 24 с.
4. Методичні вказівки та примірний розрахунок по курсовому та дипломному проектуванню з дисципліни "Холодильні машини і установки спеціального призначення" [Електронний ресурс] / О. С. Подмазко ; Каф. холодильних установок і кондиціонування повітря. — Одеса : ОНАХТ, 2019. — 34 с.
5. Монтаж та ремонт холодильних установок : конспект лекцій [Електронний ресурс] : з напрямку підгот. “Енергомашинобудування” / О. С. Подмазко ; Каф. холодильних установок і кондиціонування повітря. — Одеса : ОНТУ, 2022. — 52 с.
6. Суднова холодильна техніка [Електронний ресурс] : конспект лекцій / О. С. Подмазко, Н. О. Піщанська ; Каф. холодильних установок і кондиціонування повітря. — Одеса : ОНАХТ, 2020. — 59 с.
7. Холодильні установки [Електронний ресурс] : посібник до самост. роботи та виконання контрол. завдання (5.05060403 курс 5, семестр 9) / О. С. Подмазко ; Каф. холодильних установок і кондиціонування повітря. — Одеса : ОНАХТ, 2018. — 15 с.
8. Холодильні установки спеціального призначення [Електронний ресурс] : посібник до курсового проектування / О. С. Подмазко ; Каф. холодильних

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

установок і кондиціювання повітря. — Одеса : ОНАХТ, 2019. — 21 с.

9. Холодильні установки спеціального призначення : конспект лекцій [Електронний ресурс] / О. С. Подмазко, Н. О. Піщанська ; Каф. холодильних установок і кондиціювання повітря. — Одеса : ОНТУ, 2023. — 99 с.

10. Холодильні установки [Текст] : навч. посіб. / О. С. Подмазко, С. Ю. Лар'яновський. — Одеса : ОДАХ, 2012. — 60 с.

11. Монтаж і ремонт холодильних установок. Несправності в роботі холодильної установки : метод. вказівки [Електронний ресурс] / О. С. Подмазко, Н. А. Піщанська ; Каф. холодильних установок і кондиціювання повітря. — Одеса : ОНТУ, 2023. — 35 с. — Електрон. текст. дані.

12. Суднова холодильна техніка. Рефрижераторні контейнери : метод. вказівки [Електронний ресурс] / О. С. Подмазко, Н. О. Піщанська ; Каф. холодильних установок і кондиціювання повітря. — Одеса : ОНТУ, 2023. — 23 с.

13. Холодильні установки. Системи відводу теплоти конденсації : метод. вказівки [Електронний ресурс] / О. С. Подмазко, Н. А. Піщанська ; Каф. холодильних установок і кондиціювання повітря. — Одеса : ОНТУ, 2023. — 21 с.

Мова: **Українська** Шифр: **621.5(07)** Авторський знак: **П45**

14. Холодильні установки спеціального призначення [Текст] : підручник / М. Г. Хмельнюк, О. С. Подмазко ; Одес. нац. акад. харч. технологій. — Херсон : Вид. Грінь Д.С., 2013. — 488 с. : табл., рис. — Бібліогр.: с. 483.

15. Хмельнюк, Михайло Георгійович  
Холодильні установки та сфери їх використання [Текст] : підручник / М. Г. Хмельнюк, О. С. Подмазко, І. О. Подмазко ; під заг. ред. М. Г. Хмельнюка ; Одес. нац. акад. харч. технологій. — Херсон : Грінь Д.С., 2014. — 484 с. : іл.

16. Мультимедійна лекція з освітнього компоненту " Холодильні установки" [Електронний ресурс] / О. С. Подмазко ; Каф. холодильних установок і кондиціювання повітря. — Одеса : ОНТУ, 2026. — 24 с.

					КРМ.ХУКП.1.51-03.1.13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79