

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



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**
на тему Проект холодильника молокозаводу з використанням
акумулятора холоду холодопродуктивністю 20 кВт
(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувача Золотарьова І.О.
(прізвище, ініціали)

4 курсу ЕН-141а групи
Керівник доц. Подмазко О.С.
(посада, прізвище та ініціали)

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

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 28.05.2026 р. протокол № 10

Завідувач кафедри ХУКП
(назва кафедри)

_____ (підпис)

Михайло ХМЕЛЬНЮК
(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	Бакалавр
Спеціальність	142 Енергетичне машинобудування
Освітня програма	Холодильні машини, установки і кондиціонування повітря

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри д.т.н., проф. Хмельнюк М.Г.

«16» березня 2026 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Золотарьова Ігоря Олександровича

1. Тема роботи Проект холодильника молокозаводу з використанням акумулятора холоду холодопродуктивністю 20 кВт

Затверджена наказом академії від 26.09.2025 р. наказ № 499-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи 30.05.2026 р.

3. Вихідні дані роботи: холодильник молокозаводу; акумулятор холоду; гвинтовий компресор; теплове навантаження $Q_0 = 45 \text{ кВт}$; $t_0 = -15^\circ \text{C}$ - температура кипіння; $t_k = 42^\circ \text{C}$ - температура конденсації; Робоче тіло R-717

4. Перелік питань, які потрібно розробити ВСТУП. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ. ВИЗНАЧЕННЯ ТОВЩИНИ ІЗОЛЯЦІЇ. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОПРИПЛИВІВ. РОЗРАХУНОК ГВИНТОВОГО КОМПРЕСОРА. РОЗРАХУНОК ПЛАСТИНЧАСТОГО КОНДЕНСАТОРУ. РОЗРАХУНОК ПОВІТРООХОЛДЖУВАЧА. РОЗРАХУНОК АКУМУЛЯТОРА ХОЛОДА. ОХОРОНА ПРАЦІ. ЕКОНОМІКА. ЦИЛЬНА ОБОРОНА. СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових крес-

лень): плани камер та компресорного цеху; розрізи по холодильнику
молокозаводу; розводка трубопроводів по камерам та компресорному цеху
 6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

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

7. Дата видачі завдання 01.02.2026 р.

Керівник _____

Подмазко Олександр Степанович

Завдання прийняв до виконання _____

Золотарьов Ігор Олександрович

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.	15.02.2026	виконав
2	ВИЗНАЧЕННЯ ТОВЩИНИ ІЗОЛЯЦІЇ. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОПРИПЛИВІВ.	01.03.2026	виконав
3	РОЗРАХУНОК ГВИНТОВОГО КОМПРЕСОРА	15.03.2026	виконав
4	РОЗРАХУНОК ПЛАСТИНЧАСТОГО КОНДЕНСАТОРУ. РОЗРАХУНОК ПОВІТРООХОЛОДЖУВАЧА	01.04.2026	виконав
5	РОЗРАХУНОК АКУМУЛЯТОРА ХОЛОДА. ОХОРОНА ПРАЦІ	15.04.2026	виконав
6	ЕКОНОМІКА. ЦИЛЬНА ОБОРОНА. СПИСОК ВИОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	01.05.2026	виконав
7	ПІДГОТОВКА ПРЕЗЕНТАЦІЇ	15.05.2026	виконав

Здобувач-дипломник _____ Золотарьов Ігор Олександрович

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 Золотарьов Ігор Олександрович

РЕФЕРАТ

Бакалавр ЕН-141а групи Золотарьов Ігор Олександрович

Керівник: доцент, кандидат технічних наук Подмазко О.С.

Об'єкт дослідження: Холодильник молокозаводу

Мета роботи: Зменшення теплового навантаження за рахунок використання акумулятора холоду.

Як відомо холодильне обладнання холодильника молокозаводу має різне теплове навантаження на протязі доби, що утворює складнощі при підборі пристроїв охолоджувальної системи. Пікові навантаження спостерігаються вранці та ввечері. Якщо по ним робити вибір холодильного устаткування, то в інші години доби воно буде надлишковим і як висновок це приведе до значних витрат коштів. Щоб цього не сталося потрібно використовувати акумулятори холоду, які використовуються в період пікових теплових навантажень, а в інші години доби відбувається їх зарядка.

У даній кваліфікаційній роботі проведено техніко-економічне обґрунтування, та розрахунки: товщини ізоляції холодильних камер, тепло припливів в них, гвинтового компресора, пластинчатого конденсатора, повітроохолоджувача, акумулятора холоду.

Також в кваліфікаційній роботі були розглянуті питання стосовно охороні праці, економіки та цивільній обороні.

Кількість ілюстрацій – 19, таблиць – 38, література –14, записка – 78 сторінок.

Ключові слова: ХОЛОДИЛЬНИК МОЛОКОЗАВОДА, АМІАК, АКУМУЛЯТОР ХОЛОДА, КОМПРЕСОР, КОНДЕНСАТОР, ПОВІТРООХОЛОДЖУВАЧ, ТЕМПЕРАТУРИ КИПІННЯ, КОНДЕНСАЦІЇ, ХОЛОДИЛЬНА УСТАНОВКА.

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Bachelor of EH-141a group Zolotarev Igor Oleksandrovych

Supervisor: Associate Professor, Candidate of Technical Sciences
Podmazko O.S.

Object of research: Dairy refrigerator

Purpose of work: Reducing the heat load by using a cold accumulator.

As is known, the refrigeration equipment of the dairy refrigerator has a different heat load throughout the day, which creates difficulties when selecting cooling system devices. Peak loads are observed in the morning and in the evening. If you choose refrigeration equipment based on them, then at other times of the day it will be redundant and as a conclusion this will lead to significant costs. To prevent this from happening, it is necessary to use cold accumulators that are used during peak heat loads, and at other times of the day they are charged.

In this qualification work, a feasibility study and calculations were carried out: the thickness of the insulation of the cold rooms, the heat of the inflows into them, the screw compressor, the plate condenser, the air cooler, the cold accumulator.

Also, the qualification work considered issues related to labor protection, economics and civil defense.

Number of illustrations – 19, tables – 38, literature – 14, note – 78 pages.

Keywords: DAIRY FACTORY REFRIGERATOR, AMMONIA, COLD ACCUMULATOR, COMPRESSOR, CONDENSATOR, AIR COOLER, BOILING TEMPERATURES, CONDENSATION, REFRIGERATION PLANT.

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1.ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.....	9
2. ВИЗНАЧЕННЯ ТОВЩИНИ ІЗОЛЯЦІЇ.....	16
3 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОПРИПЛИВІВ.....	19
4 РОЗРАХУНОК ГВИНТОВОГО КОМПРЕСОРА.....	24
5. РОЗРАХУНОК ПЛАСТИНЧАСТОГО КОНДЕНСАТОРУ.....	26
6. РОЗРАХУНОК ПОВІТРООХОЛОДЖУВАЧА.....	31
7. РОЗРАХУНОК АКУМУЛЯТОРА ХОЛОДА.....	40
8. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	43
9. ЕКОНОМІКА.....	56
10. ЦИЛЬНА ОБОРОНА.....	64
СПИСОК ВИОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	77

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Проведена в країні аграрна реформа показала, що перехід до ринкової економіки спричинив серйозні негативні наслідки, що виявилися в скороченні посівних площ, зменшенні поголів'я худоби, падінні показників

Проведена в країні аграрна реформа показала, що перехід до ринкової економіки спричинив серйозні негативні наслідки, що виявилися в скороченні посівних площ, зменшенні поголів'я худоби, падінні показників урожайності й продуктивності, різкому зниженні валової продукції сільського господарства, погіршенні всіх економічних і фінансових показників виробничої діяльності підприємств.

Негативні наслідки соціально-економічної перебудови аграрного сектора виявилися й у молочному підкомплексі АПК України. Виробництво й переробка молока значно знизилися по області за останнє десятиліття. Параду з диспаритетом цін, недоліком оборотних коштів, ростом вартості енергоносіїв, недосконалістю кредитної й податкової політики, падінням життєвого рівня населення, положення, що складається в молочній галузі, збільшується ще й нерозвиненістю молочного ринку,

У зв'язку із цим, рішення питань, пов'язаних з формуванням і розвитком ринку молока й молочних продуктів повинне стати одним із пріоритетних напрямків оздоровлення аграрного ринку в цілому, оскільки ефективно його функціонування багато в чому визначає продовольчу безпеку країни.

Аналіз макроекономічних умов функціонування виробників молока показує, що основною причиною кризи, що охопили ніколи процвітаючу галузь АПК, є відхід від регулювання й підтримки молочної галузі з боку держави. У цьому зв'язку виникає необхідність більше активного використання суб'єктами молокопродуктового ринку можливостей і потенціалу ринкових важелів впливу на економіку молочної галузі. Тому у формуванні й розвитку ринку молока й молокопродуктів важливу роль грає державне регулювання.

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Економічна сутність і зміст молокопродуктового ринку в Україні в цей час - глибока економічна криза явище деякою мірою закономірне, у значній мірі він визначений як неоднозначністю періоду становлення ринкової економіки, так і впливом цілого комплексу проблем, успадкованих суспільством і економікою від часів командно-адміністративної системи.

Варто визнати, що в цей час сучасна аграрна сфера характеризується значним зниженням обсягів виробництва, скороченням поголів'я худоби й посівних площ сільськогосподарських культур, падінням продуктивності й урожайності, низькою ефективністю й відсутністю стимулів підприємницької діяльності, великими структурними диспропорціями.

Негативні наслідки лібералізації цін, криза збуту, втрата керованості економікою, характерні для дев'яностих років ХХ сторіччя, роблять особливо актуальним на сучасному етапі осмислення сформованої ситуації на агро-продовольчому ринку, вивчення його теоретичних основ, сутності й особливостей його функціонування й розвитку.

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Сучасні аміачні холодильні установки відрізняються мінімальним заправленням холодоагентом, що досягається введенням проміжного холодоносія й застосуванням мало ємних по холодоагенту й ефективних по теплообміні випарників (пластинчастих теплообмінників).

Як відомо, одним з основних вимог до безпеки експлуатації аміачних холодильних установок є зниження амміакоємності. Цей напрямок реалізується в системах, у яких холодопостачання споживачів здійснюється за допомогою проміжного холодоносія.

Основні переваги систем із проміжним холодоносієм: істотне зниження амміакоємності системи;

відсутність обмежень по висоті подачі рідини й по граничній відстані між охолоджувачем рідини й охолоджуваних приміщень. Необхідні параметри забезпечуються вибором відповідного напору насосної станції й товщини теплоізоляції трубопроводу;

простота регулювання повітря в камерах;

більша здатність, що акумулює, холодоносія, а отже, більше тривалий міжпускової період і зниження частоти включення-вимикання компресорів.

Відповідно до розроблених проектних рішень проектувана холодильна установка призначена для створення й автоматичної підтримки температурного режиму в камерах схову масла $t_0 = -6^{\circ}\text{C}$, у камері схову сиру $t_0 = +2^{\circ}\text{C}$.

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗВЕДЕНА ТАБЛИЦЯ ВИДАТКУ ХОЛОДУ

№п/п	Споживачі холоду	Потреба в холоді, кВт	Установлене встаткування
	Маслоцех №2		
1	Холодильна камера	$Q_{в/про}=94,08$	
2	Маслоутворювач 3 шт по 1,5 т/ч: $t_{bx}=55^{\circ}\text{C}$, $t_{вых}=5^{\circ}\text{C}$	$\sum Q=143,75$ кВт	
	Разом по маслоцеху №2	237,83 кВт	

	Разом по маслоцеху №2, з урахуванням втрат у системі 12%	$Q_{т/про}=277,$ 86 кВт	
	Склад зберігання готової		
	Холодильна камера для	$Q_{в/про}=126,4$	В/ПРО
	Холодильна камера для	$Q_{в/про}=34,1$	В/ПРО
	Холодильна камера	$Q_{в/про}$	В/ПРО
	Загальний видаток по	$Q_{в/про}=174$	
	Загальний видаток по холодильних камерах складу	$Q_{т/о}=195,$ 37 кВт	
	Загальний видаток по п.п. 1 -н	$\sum Q_{т/про}=4$	Т/ПРО
			МК15-

Запроектовано безнасосну систему охолодження із проміжним холодоносієм ($T_0 = -15^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{пр.хл}} = -11^{\circ}\text{C}$). У якості проміжного хладоносія прийнятий 30% водяний розчин фрізіума.

Фрізіум - новий високоякісний проміжний холодоносіє, використовуваний для різних типів охолодного встаткування. Основою фрізіума є калійна сіль мурашиної кислоти (HCOOK). Це органічна сіль. Її розчин залишається рідким при низьких температурах. Фрізіум має велику теплову провідність, високою питомою теплоємністю й низькою в'язкістю.

Низька в'язкість дає ряд переваг:

більше високу турбулентність, що забезпечує кращу передачу тепла;

більше низьке падіння тиску, що зменшить енерговитрати на його перекачування.

Фрізіумум має гарні властивості теплопередачі. Це означає, що поверхня теплообмінника з використанням фрізіума менше, ніж при використанні пропиленгликоля. Це дає негайну економію витрат.

Фрізіум нетоксичний, невибухонебезпечний, піддається біологічному розкладанню. Це робить фрізіум дуже придатним для використання як холодоагент у холодильних системах харчової промисловості.

Для охолодження проміжного холодоносія. як аміачні випарники в проекті встановлені два пластинчасті теплообмінники Альфа Лаваль продуктивністю по 600 кВт і віддільник рідини 1200 кВт.

Застосування пластинчастих випарників (теплообмінників) Alfa Laval має істотні переваги при їхньому використанні в холодильних системах.

Малий внутрішній обсяг при дуже розвитой поверхні теплообміну, завдяки чому кількість холодоагенту в системі скорочується на порядок, що особливо актуально для аміачних систем (55-160 гр/кВт).

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Відмінна теплова ефективність, що дає можливість зменшити час роботи компресора для охолодження холодоносія . Це приводить у результаті до зниження споживання енергії.

При необхідності, протягом декількох годин потужність теплообмінника може бути значно збільшена, а його конструкція повністю змінена за допомогою простого додавання пластин, зміни їхнього профілю й порядку установки. Роботу цю може виконати одна людина.

Легкість і простота обслуговування. Вся поверхня теплопередачі на 100% доступна для чищення й обслуговування. Пластинчасті теплообмінники надійні, прості в установці й експлуатації, не вимагають спеціального фундаменту.

Порівняльні показники пластинчастого теплообмінника й панельного випарника

Випарник	Показники			
	Тепловий	Амміако-Ємність,	Габарити, м	Маса, кГ
Пластинчастий теплообмінник МК15-	750	64	1,505x0,47x1,11	739
Панельний випарник, $F_{охл}$ 240 м ²	696	850	7,5x2,3x2,3	6950

При виборі поверхні пластинчастих теплообмінників врахована перспектива капітального ремонту системи холодопостачання:

переклад системи охолодження безпосереднього кипіння аміаку в існуючих холодильних камерах на проміжний холодоносії фризум. Відмова від використання існуючої системи безпосереднього охолодження пов'язана з її значної амміакоємністю, а, отже, високою потенційною небезпекою;

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

переклад системи охолодження масло утворювач і технологічного встаткування, що працюють на розсолі на проміжний холодоносії фрізиум.

Коротка інформація із пластинчастого теплообмінника

МК 15-BWFGR	Т/ПРО
Забезпечуване навантаження	600 кВт
Холодоносії	фрізиум
Концентрація холодоносія	30%
Поверхня теплообміну	39,6 м ²
Матеріал пластин	ALLOY
Кількість пластин	90
Температура кипіння аміаку	мінус 15°C
Температура холодоносія на вході в	мінус 7°C
Температура холодоносія на виході з	мінус 11 °C
Габарити	(1200x650x1
Ємність пластин по аміаку	58,81 дм ³
Ємність пластин по фрізиуму	57,51 дат*
Вага	1290 кг

Пластинчасті теплообмінники підключити до діючої схеми холодильної установки.

Розрахункова ємність двох випарників (пластинчастих теплообмінників) по холодильному агенті після виконання робіт з капремонту АХУ складе 117,62 дм³.

Розрахункова ємність холодильної установки по проміжному холодоносії (30% водяний розчин фрізіума) для системи холодоснабження нового складу зберігання готової продукції (без обліку перспективи перекладу на фрізиум існуючих холодильних камер і масло утворювач) - орієнтовно становить 10,8 м³. Розчин фрізіума (100%) - 3,24 м³.

Проектована установка призначена для охолодження проміжного холодоносія, що на першому етапі буде використовуватися для охолодження повітря в холодильних камерах нового складу зберігання готової продукції шляхом подачі в прилади охолодження - повітроохолоджувачі. У проекті

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

передбачені сучасні високоефективні підвісні повітроохолоджувачі Alfa Laval, що працюють на проміжному холодоносітеле.

Температурний режим повітря в камерах схову в проекті забезпечується циркуляцією через повітроохолоджувачі камер 30% водяного розчину проміжного холодоносія "фризиум", охолодженого в пластинчастих випарниках холодильної установки до температури мінус 11°C, розрахункове утеплення холодоносія в повітроохолоджувачах - до мінус 7÷8°C.

Технічна характеристика повітроохолоджувачів.

Параметри	Ед. виміру	Повітроохолоджув ач із	Повітроохолоджув ач із
Марка		INBW402X	INBW565X
Холодопроизводительность	кВт	15	35
Поверхня повітроохолоджувача	м ²	42,1	357,6
Проміжний холодоносій		фризіума	фризіума
Концентрація холодоносія	%.	30	30
Температура холодоносія	°З	-11/-7.9	-11/-8
Температура повітря	°З	2/-4,4	-6/0,4
Кількість вентиляторів	шт.	2	5
Кількість і потужність ел. двигунів вентиляторів	кВт		(5x1)=5
Довжина струменя	м	18	51
Внутрішній обсяг	дм ³	16,2	137,6
Габарити	мм	1710x670(Н)x630	5510x1145(Н)x760
Вага	кг	103,4	588,5
Кількість у складі зберігання готової про- дукции	шт.	1	5

Технічна характеристика насосів

Параметри	Ед. з-	
Виробник		KSB
Тип		Etanorm G 80-200 G11
Подача	м ³ /ГОД	150
Напір	м	60
Установлена потужність	кВт	45
Споживана потужність ел.дв.	кВт	30,5
Частота обертання	про/хв	2900
Кавітаційний запас насоса	м	4,5
Середовище, що		фреон
Робоча температура	°С	-8
Габарити	мм	1400x550x560
Вага нетто	кг	392
Кількість насосів	шт	2

Насосне встаткування забезпечене необхідними арматурами й СТОВІВ і А в відповідності з вимогами НТД.

Система циркуляції замкнута, одноконтурна, з використанням мембранного розширювального бака «reflex», що забезпечує автоматичну централізовану деаерацію системи холодопостачання. Гідропневмобаки типу «ge-flex» призначені для компенсації гідродинамічних ударів і надлишкового тиску в системах холодо постачання.

Холодильне встаткування й магістралі, де необхідно контролювати параметри проміжного холодоносія, укомплектовані термометрами, манометрами, датчиками температури, тиску, протоки, рівня.

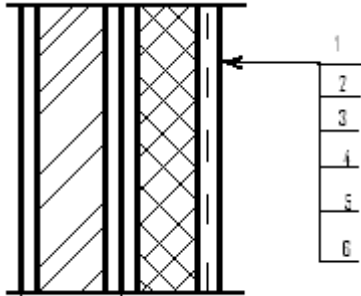
Злив проміжного холодоносія з випарників, теплообмінних апаратів, колекторів і магістральних трубопроводів для проведення регламентних робіт здійснювати у дві дренажні ємності. Повернення холодоносія в систему здійснювати за допомогою насоса, установлюваного безпосередньо на трубопроводі повернення. Дренажні ємності для зливу водяного розчину "Freezium" установити на дерев'яні підкладки біля виробничого корпусу маслоцеха №2 у зручному місці.

Зливальні трубопроводи проміжного холодоносія в ємностях опустити під верству рідини.

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

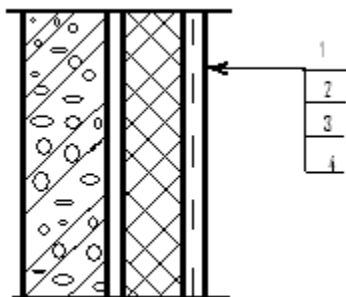
2. ВИЗНАЧЕННЯ ТОВЩИН ІЗОЛЯЦІЇ

1. зовнішня стіна морозильної камери



- 1) $\delta_1 = 0,020\text{м.}$ $\lambda_1 = 0,98 \text{ Вт/(м*К)}$ - штукатурка складним розчином по металевій сітці;
- 2) $\delta_1 = ???\text{м.}$ $\lambda_1 = 0,05 \text{ Вт/(м*К)}$ - теплоізоляція з пінопласту полістирольного ПСБ – 3;
- 3) $\delta_1 = 0,004\text{м.}$ $\lambda_1 = 0,30 \text{ Вт/(м*К)}$ - пароізоляція – 2шаруючи гідроізолю на бітумної мастиці;
- 4) $\delta_1 = 0,020\text{м.}$ $\lambda_1 = 0,93 \text{ Вт/(м*К)}$ - штукатурка цементу -піщаного;
- 5) $\delta_1 = 0,380\text{м.}$ $\lambda_1 = 0,81 \text{ Вт/(м*К)}$ - кладка цегельна на цементному розчині;
- 6) $\delta_1 = 0,020\text{м.}$ $\lambda_1 = 0,93 \text{ Вт/(м*К)}$ - штукатурка складним розчином.

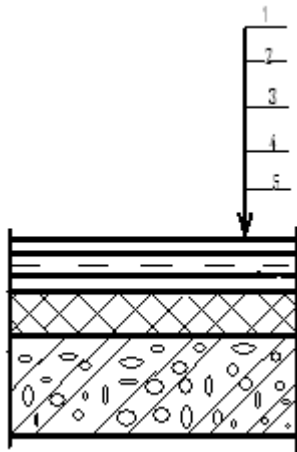
2. зовнішня стінова панель



- 1) $\delta_1 = 0,020\text{м.}$ $\lambda_1 = 0,98 \text{ Вт/(м*ДО)}$ - штукатурка складним розчином по металевій сітці;
- 2) $\delta_1 = ???\text{м.}$ $\lambda_1 = 0,05 \text{ Вт/(м*ДО)}$ - теплоізоляція з пінопласту полістирольного ПСБ – 3;
- 3) $\delta_1 = 0,004\text{м.}$ $\lambda_1 = 0,30 \text{ Вт/(м*ДО)}$ - пароізоляція – 2шаруючи гідроізолю на бітумної настике;
- 4) $\delta_1 = 0,140\text{м.}$ $\lambda_1 = 1,86 \text{ Вт/(м*ДО)}$ - зовнішня верства з важкого бетону.

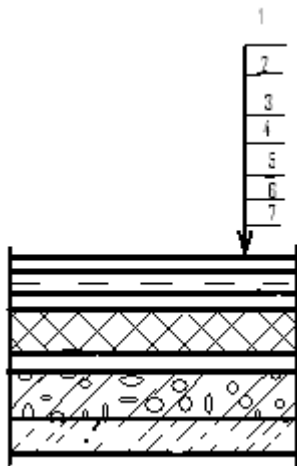
3. покриття охолоджуваних приміщень

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16



- 1) $\delta_1 = 0,012\text{м.}$ $\lambda_1 = 0,3 \text{ Вт/(м*К)}$ - 5верств гідроізолю на бітумній мастиці;
- 2) $\delta_1 = 0,040\text{м.}$ $\lambda_1 = 1,86 \text{ Вт/(м*К)}$ – стяжка з бетону по металевій сітці;
- 3) $\delta_1 = 0,001\text{м.}$ $\lambda_1 = 0,15 \text{ Вт/(м*К)}$ – пароізоляція (верства пергаміну);
- 4) $\delta_1 = ???\text{м.}$ $\lambda_1 = 0,05 \text{ Вт/(м*К)}$ – плитна теплоізоляція(пінопласт полістирольний марки ПСБ - 3);
- 5) $\delta_1 = 0,035\text{м.}$ $\lambda_1 = 2,04 \text{ Вт/(м*К)}$ – Залізобетонна плита покриття.

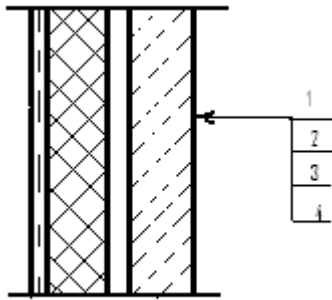
4.статі охолоджуваних приміщень



- 1) $\delta_1 = 0,040\text{м.}$ $\lambda_1 = 1,86 \text{ Вт/(м*К)}$ – монолітне бетонне покриття з важкого бетону;
- 2) $\delta_1 = 0,080\text{м.}$ $\lambda_1 = 1,86 \text{ Вт/(м*К)}$ – армобетонная стяжка;
- 3) $\delta_1 = 0,001\text{м.}$ $\lambda_1 = 0,15 \text{ Вт/(м*К)}$ – пароізоляція(1верства пергаміну);
- 4) $\delta_1 = ???\text{м.}$ $\lambda_1 = 0,05 \text{ Вт/(м*К)}$ – плитна теплоізоляція(пінопласт полістирольний ПСБ- 3);
- 5) $\delta_1 = 0,025\text{м.}$ $\lambda_1 = 0,98 \text{ Вт/(м*К)}$ – цементно-піщаний розчин;
- 6) $\delta_1 = 1,35\text{м.}$ $\lambda_1 = 0,58 \text{ Вт/(м*К)}$ – ущільнений пісок;
- 7) $\delta_1 = - \text{м.}$ $\lambda_1 = - \text{Вт/(м*К)}$ – бетонна підготовка електронагрівниками.

5.Внутрішня стінова панель

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- 1) $\delta_1 = 0,240\text{м.}$ $\lambda_1 = 0,47 \text{ Вт/(м*К)}$ – панель із керамзитобетону ($\rho = 1100 \text{ кг/м}^3$);
- 2) $\delta_1 = 0,004\text{м.}$ $\lambda_1 = 0,30 \text{ Вт/(м*К)}$ – пароізоляція – 2 шаруючи гідроізолю на бітумній мастиці;
- 3) $\delta_1 = ???\text{м.}$ $\lambda_1 = 0,05 \text{ Вт/(м*К)}$ – теплоізоляція з пінопласту полістирольного ПСБ-3;
- 4) $\delta_1 = 0,020\text{м.}$ $\lambda_1 = 0,98 \text{ Вт/(м*К)}$ – штукатурка складним розчином по металевій сітці

Товщина теплоізоляційної верстви:

$$\delta_{\text{из}}^{\text{тр}} = \lambda_3 \left[\frac{1}{k_0^{\text{тр}}} - \left(\frac{1}{\alpha_n} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_v} \right) \right]$$

Дійсний коефіцієнт теплопередачі:

$$k_0^{\text{д}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_n} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_v} \right) + \frac{\delta_{\text{из.д}}}{\lambda_{\text{из}}}}$$

Результати розрахунків занесемо до таблиці:

огодження	$t_b, ^\circ\text{C}$	α_n Вт/м ²	α_b Вт/м ²	R_n , м ² *К/Вт	R_n	$\Sigma \delta / \lambda$	$\delta_{тр}$, мм	δ_d мм	$K_{тр}$ Вт/м ²	K_d
Наружна стіна морозильної камери	-6	23	11	0,043	0,091	0,546	0,229	0,25	0,19	0,18
Покриття	-6	23	11	0,043	0,091	0,146	0,28	0,3	0,17	0,16
Поли	-6	-	7	-	0,143	2,43	0,109	0,12	0,21	0,2
Перегородки	-6	-6	7	0,091	0,143	0,544	0,146	0,15	0,27	0,26

3. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОПРИТОКІВ В ОХОЛОДЖУВАННІ ПРИМІЩЕННЯ

3.1 Тепло притоки через конструкції, що огорожують

$$Q_1 = Q_{1т} + Q_{1с}$$

Тепло притоки через стіни, перегородки, перекриття або покриття $Q_{1т}$ (у кВт) розраховується по формулі:

$$Q_{1т} = k_d * 10^{-3} = k_d(t_n - t_b) 10^{-3},$$

де k_d – дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження, Вт/(м²ДО); F – розрахункова площа поверхонь огороження, м²; θ – розрахункова різниця температур(температурний напір), ⁰С; t_n -розрахункова температура повітря із зовнішньої сторони огороження, ⁰С; t_b – розрахункова температура повітря усередині охолоджуваного приміщення, ⁰С.

Тепло притоки через підлогу:

$$Q_{1т} = k_d(t_r - t_b) 10^{-3},$$

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

де k_d - коефіцієнт теплопередачі конструкції статі; t_r - середня температура поверхні устрою для обігріву ґрунту (при електрообігріванні ґрунту приймають $t_r = 1^\circ\text{C}$).

Тепло притоки від сонячної радіації через зовнішні стіни й покриття холодильників Q_{1c} (у кВт):

$$Q_{1c} = k_d \cdot \Delta t_c \cdot 10^{-3},$$

де k_d – дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження, Вт/(м²К); F – площа поверхонь огороження, що опромінюється сонцем, м²; Δt_c – надлишкова різниця температур, що характеризує дію сонячної радіації в літню пору, °С.

3.2 Тепло притоки при холодильній обробці

Тепло притоки Q_{2in} (у кВт) при охолодженні й доморожуванні продуктів у камерах схову:

$$Q_{2in} = M_{пр} \Delta i \frac{10^3}{24 \cdot 3600},$$

де $M_{пр}$ – добове надходження продуктів, т/сут.; Δi - різниця питомих ентальпій продуктів, що відповідають початковій і кінцевій температурам продукту (кДж/кг).

Тепло притоки від продуктів Q_{2in} (у кВт) при холодильній обробці в камерах охолодження й заморожування періодичної дії:

$$Q_{2in} = 1,3 M_{пр} \Delta i \frac{10^3}{\tau_{обр} \cdot 3600},$$

де 1,3 – коефіцієнт, що враховує нерівномірність теплового навантаження;
 $M_{пр}$ – добове надходження продуктів у камеру, т/сут.;
 Δi – різниця питомих ентальпій продуктів до й після обробки (кДж/кг);
 $\tau_{обр}$ - тривалість холодильної обробки, ч/сут.

Тепло притоки від тари:

$$Q_{2т} = M_t c_t (t_1 - t_2) \frac{10^3}{24 \cdot 3600},$$

де M_t – добове надходження тари, прийняте пропорційно добовому надходженню продукту, т/сут; c_t – питома теплоємність тари, кДж/(кг·ДО);

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

t_1, t_2 – початкова й кінцева температури тари (приймаються початковий і кінцевий температурам продукту), $^{\circ}\text{C}$.

3.3 Теплопритоки при вентиляції приміщення

Теплоприток від зовнішнього повітря Q_3 (у кВт):

$$Q_3 = M_{\text{вз}} (i_{\text{н}} - i_{\text{в}}),$$

де $M_{\text{вз}}$ – масовий видаток вентиляційного повітря, кг/з; $i_{\text{н}}, i_{\text{в}}$ – питомі ентальпії зовнішнього повітря й повітря в камері, кДж/кг.

Масовий видаток вентиляційного повітря $M_{\text{в}}$ (у кг/с) визначають виходячи з необхідності забезпечення кратності повітрообміну декількох обсягів у добу:

$$M_{\text{вз}} = \frac{V_k \alpha p_{\text{в}}}{24 \cdot 3600},$$

де V_k – обсяг вентилязованого приміщення, м^3 ; α – кратність повітрообміну; $p_{\text{в}}$ – щільність повітря при температурі й відносній вологості повітря в камері, $\text{кг}/\text{м}^3$.

3.4 Експлуатаційні тепло притоки

Теплоприток від висвітлення q_1 (у кВт):

$$q_1 = AF \cdot 10^{-3},$$

де A – теплота, виділювана джерелами висвітлення в одиницю часу на 1 м^2 площі статі, $\text{Вт}/\text{м}^2$; F – площа камери, м^2 . Для складських приміщень (камер схову) $A=2,3 \text{ Вт}/\text{м}^2$, для камер холодильної обробки $A=4,7 \text{ Вт}/\text{м}^2$.

Теплоприток від перебування людей q_2 (у кВт):

$$q_2 = 0,35n,$$

де $0,35$ – тепловиділення однієї людини при важкій фізичній роботі, кВт; n – число людей, що працюють у даному приміщенні.

Тепло притоки від працюючих електродвигунів q_3 (у кВт):

$$q_3 = N_{\text{э}},$$

де $N_{\text{э}}$ – сумарна потужність електродвигунів, кВт.

$$q_3 = N_{\text{э}} \eta_{\text{э}},$$

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де η_9 – КПД електродвигуна $\eta_9 = 0,8 \dots 0,9$;

Тепло притоки при відкриванні дверей q_4 (у кВт):

$$Q_4 = KF \cdot 10^{-3},$$

де K – питомий приплив теплоти від відкривання дверей, Вт/м²; F – площа камери, м².

$$Q_1 = Q_{1c} + Q_{1t} + Q_{1пок} = 5320 + 1980 + 7600 + 10580 = 25480 \text{ Вт}$$

$$Q_2 = 3560 + 700 + 3360 + 5160 = 12780 \text{ Вт}$$

$$Q_3 = 1470 + 310 + 1400 + 2980 = 6160 \text{ Вт}$$

$$Q_0 = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 25480 + 12780 + 6160 = 44420 \text{ Вт} = 45 \text{ кВт}$$

Теплопритоки через загородження

Камера 1

	κ_d	F	t_n	$t_{\text{кам}}$	$Q_{\text{огор}}$	Δt_c	Q_{1c}	Q_1	$Q_{1т}$	$Q_{1\text{пок}}$
Пд	0,18	108	33	-6	760	9,1	180	940	500	2100
Пн	0,18	108	33	-6	760	-	-	760		
З	0,18	108	33	-6	760	13,2	260	1020		
С	0,18	108	33	-6	760	11	220	780		

$$Q^1_{1c} = 5320 \text{ кВт}$$

Камера 2

	κ_d	F	t_n	$t_{\text{кам}}$	$Q_{\text{огор}}$	Δt_c	Q_{1c}	Q_1	$Q_{1т}$	$Q_{1\text{пок}}$
Пд	0,18	72	33	-6	505	9,1	120	625	200	900
Пн	0,18	72	33	-6	505	-	-	505		
З	0,18	72	33	-6	505	13,2	150	655		

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						22

С	0,18	72	33	-6	505	11	170	675		
---	------	----	----	----	-----	----	-----	-----	--	--

$Q^2_{1=}$ 3560 кВт

Камера 3

	К _д	F	t _н	t _{кам}	Q _{огор}	Δt _c	Q _{лс}	Q ₁	Q _{1т}	Q _{1покр}
Пд	0,18	72	33	-6	400	9,1	120	520	30	360
Пн	0,18	72	33	-6	400	-	-	400		
3	0,18	36	33	2	200	13,2	70	270		
С	0,18	36	33	2	200	11	90	290		

$Q^3_{1=}$ 1470 кВт

Інші види теплопритоків

	Q ₂	G	Q ₃	M _в	q ₁	q ₂	q ₃	q ₄	Q ₄
	Вт	т	Вт	кг/с	Вт	Вт	Вт	Вт	Вт
Камера 1	1980	100	7600	0,108	1530	1750	3400	3900	10580
Камера 2	3560	35	3360	0,048	680	1050	1700	1730	5160
Камера 3	1470	15	1400	0,024	340	700	850	1080	2980

4. РОЗРАХУНОК ХОЛОДИЛЬНОГО ГВИНТОВОГО КОМПРЕСОРА

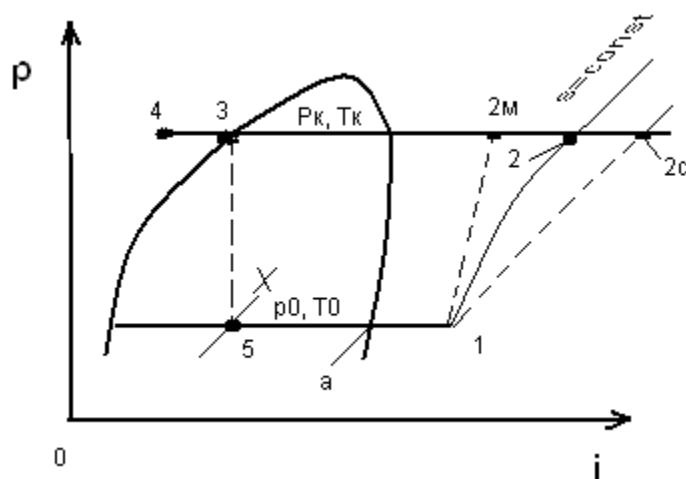
Дано:

$$Q_0 = 45 \text{ кВт};$$

$t_0 = -15^\circ \text{C}$ - температура кипіння;

$t_k = 42^\circ \text{C}$ - температура конденсації;

Робоче тіло R-717



Параметри робочої речовини у вузлових крапках теоретичного циклу для заданих вище умов наведені в таблиці:

параметр	Умовні крапки					
	а	1	2	2м	3	5
$P, \text{МПа}$	0,25	0,25	1,62	1,62	1,62	0,25
T_0, K	258	268	421	392	315	258
$I, \text{кДж/кг}$	1398	1458	1794	1722	344	344
$v, \text{м}^3/\text{кг}$	0,53	0,58	0,08	0,11		

1) Питома масова холодовидатність

$$q_0 = i_a - i_5 = 1398 - 344 = 1054 \text{ кДж/кг};$$

2) Маса робочої речовини, що циркулює в холодильній машині

$$G_a = Q_0 / q_0 = 45 / 1054 = 0,043 \text{ кг/з};$$

3) Дійсна об'ємна продуктивність компресора

$$V_d = G_a v_1 = 0,043 * 0,58 = 0,025 \text{ м}^3/\text{з};$$

4) Теоретична об'ємна продуктивність компресора

$$V_T = V_d / \lambda = 0,025 / 0,76 = 0,033 \text{ м}^3/\text{з};$$

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

5) Питома ізое́нтропная робота стиску 1кг. Робочої речовини

$$l_s = i_2 - i_1 = 1794 - 1458 = 336 \text{ кДж/кг};$$

Изоэ́нтропная потужність компресора

$$N_s = G_a l_s = 0,043 \cdot 336 = 14,5 \text{ кВт};$$

6) Ефективна потужність компресора

$$N_e = \frac{N_s}{\eta_e} = \frac{14,5}{0,7} = 20,7 \text{ кВт};$$

Индикаторна потужність компресора

$$7) N_i = N_e \eta_m = 20,7 \cdot 0,68 = 11,56 \text{ кВт},$$

8) теоретичний холодильний коефіцієнт

$$\epsilon_t = q_0 / l_s = 1054 / 336 = 3,13$$

9) дійсний холодильний коефіцієнт

$$\epsilon_d = Q_0 / N_e = 45 / 17 = 2,65;$$

Підбираємо гвинтовий ам'ячний гвинтовий компресорно-конденсаторний агрегат на базі гвинтових компресорів фірми AERZEN марки **046 Н**,
 $Q_0 = 113 \text{ кВт}$, $V_h = 233 \text{ м}^3/\text{ч}$, $N = 38,6 \text{ кВт}$.

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. РОЗРАХУНОК ПЛАСТИНЧАСТОГО КОНДЕНСАТОРУ

Методика розрахунку пластинчастого конденсатора проводиться відносно конструкції односекційного апарату. У якості початкових даних приймаються такі параметри:

Дано:

$$Q_k = 45 \text{ кВт}$$

$$t_{\text{нв}} = 33 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

$$\phi_{\text{нв}} = 56 \text{ } \%,$$

$$f_{\text{пл.}} = 1,0 \text{ м}^2$$

$$f = 3,76 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2,$$

$$L = 1,0 \text{ м},$$

$$\delta = 0,001 \text{ м},$$

$$\lambda_{\text{г.}} = 16 \text{ Вт/(мК)},$$

Q_k - теплове навантаження;

$t_{\text{нв}}$ – температура зовнішнього повітря;

$\phi_{\text{нв}}$ - відносна вологість зовнішнього повітря;

$f_{\text{пл.}}$ - тип пластини;

f – площа поперечного перерізу одного каналу;

L - наведена довжина каналу;

$\lambda_{\text{м}}$ - коефіцієнт теплопровідності матеріалу пластини;

При роботі апарату в системі замкнутого водобігу з використанням градирні температуру води на вході в апарат визначаємо по формулі:

$$t_{w1} = t_{m1} + \Delta t_w [(1/\eta) - 1] =$$

$$= 25 + 3 [(1/0.6) - 1] = 27 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

де t_{m1} – температура повітря по мокрому термометрі,

$$\eta = (t_{w2} - t_{w1}) / (t_{m1} - t_{m2}),$$

$t_{w2} = (t_{w1} + \Delta t_w)$ – температура води на виході з апарату, $^{\circ}\text{C}$.

Визначаємо температуру конденсації агентів

$$t_k = t_{w2} + (3 - 4) =$$

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$=27+3+4=34\text{ }^{\circ}\text{C}$$

із циклу процесу конденсації агента приймаємо:

$i_{\text{п}} = \text{кДж}/(\text{кгК})$ - ентальпія пари на вході в апарат;

$i_{\text{ж}} = \text{кДж}/(\text{кгК})$ - ентальпія рідини на виході з апарата;

На підставі рівняння теплового балансу

$$G_{\text{A}} = Q_{\text{к}} / (i_{\text{п}} - i_{\text{ж}}) = 45 / (1950 - 550) = 0,079 \text{ кг/с},$$

$$G_{\text{W}} = Q_{\text{к}} / C_{\text{pw}}(t_{\text{w2}} - t_{\text{w1}}) = 45 / (4,174 * 3) = 8,78$$

де G_{A} й G_{W} – відповідно, масові витрати агентів й води, кг/з;

C_{pw} – питома теплоємність води при середньої $t_{\text{wc}} = t_{\text{w1}} + 0,5(\Delta t_{\text{w}})$ (визначальної) температурі, кДж/(кгК).

У конденсаторах, де суха насичена пара перетворюється в рідину при постійній температурі конденсації $t_{\text{к}}$, рівняння для розрахунку температурного напору між середовищами (агент - вода) приводиться до виду:

$$\begin{aligned} \theta_{\text{л}} &= (t_{\text{w2}} - t_{\text{w1}}) / \ln[(t_{\text{к}} - t_{\text{w1}}) / (t_{\text{к}} - t_{\text{w2}})] = \\ &= 3 / \ln[(34 - 27) / (34 - 30)] = 5,36\text{ }^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

Задаємося середньою швидкістю води ($\omega_{\text{W}} = 0,2 - 0,9 \text{ м/с}$) приймаючи параметри пластини з рівняння суцільності потоку знаходимо число паралельних каналів у пакеті пластин апарата по формулі:

$$\begin{aligned} Z &= G_{\text{W}} / (\omega_{\text{W}} * \rho_{\text{W}} * f) = \\ &= 8,78 / (0,6 * 994 * 0,00376) = 3,9 \text{ шт.} \end{aligned}$$

де ρ_{W} – щільність води при визначальної t_{wc} температурі, кг/м³;

f - площа поперечного перерізу одного каналу;

Отримане значення (z) округляємо до цілого значення й коректуємо величину прийнятої швидкості води, ω_{W} .

Визначаємо число Рейнольда для води

$$\begin{aligned} Re &= \omega_{\text{W}} * d_{\text{s}} / \nu_{\text{W}} = \\ &= 0,59 * 0,00763 / 0,8 * 10^{-6} = 5627, \end{aligned}$$

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де ν_w – коефіцієнт кінематичної в'язкості води при визначальній температурі t_{wc} , м²/с; d_3 – еквівалентний діаметр каналу, м.

Визначаємо значення числа Нуссельта на стороні води по наступних рівняннях:

При ламінарному русі потоку ($Re < 50$)

$$Nu = C_{\text{л}} * Re^{0.33} * P_{\text{rw}}^{0.3} * (P_{\text{rw}}/P_{\text{rf}})^{0.2}$$

При турбулентному русі потоку ($Re = 50-25000$)

$$Nu = C * Re^{0.72} * P_{\text{rw}}^{0.43} * (P_{\text{rw}}/P_{\text{rf}})^{0.25} =$$

$$= 0,07 * 5627^{0.72} * 5,4^{0.43} * 1,05 = 76,1,$$

де P_{rw} – число Прандтля для води при температурі t_{wc} ; P_{rf} – число Прандтля для води при температурі стінки каналу.

Коефіцієнт тепловіддачі

$$a_w = Nu * \lambda_w / d_3 =$$

$$= 76,1 * 0,62 / 0,00763 = 6184 \text{ Вт/(м}^2\text{К)},$$

де λ_w – коефіцієнт теплопровідності води при визначальній t_{wc} температурі, Вт/(мК).

$$\omega_a = G_A / [P_a * f * (z-1)] =$$

$$= 0,079 / (10,85 * 0,00376 * 11) = 0,176 \text{ м/с},$$

де $(z-1)$ - число каналів по агенті, шт.; P_a - щільність пари холодоагенту при температурі конденсації, кг/м³.

обчислюємо число Рейнольда для пари холодоагенту

$$Re' = \omega_a * L / \nu_a =$$

$$= 0,176 * 1 / (0,98 * 10^{-6}) = 179592,$$

де ν_a – коефіцієнт кінематичної густини пару холодоагента при температурі конденсації, м²/с; L – приведена довжина каналу, г.

коефіцієнт тепловіддачі при конденсації холодоагенту у вертикальних щілинних каналах, з урахуванням впливу швидкості пари, визначаємо з вираження

$$a = 1,15 * \Pi * (i_{\text{п}} - i_{\text{ж}}) * p^2 * \lambda^3 * g / (\mu * \theta_0 * L)^{0.25} =$$

$$= 1,15 * 0,387 * [(1400 * 10^3) * 578.7^2 * 0.447^3 * 9.81 / (12.8 * 10^{-5} * 1 * \theta_0)] =$$

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

$$=3349,8 \cdot \theta_0^{-0,25} \text{ Вт/(м}^2\text{K)}.$$

щільність теплового потоку, віднесеного поверхні апарата на стороні агентові з боку води

$$q = (t_{ст} - t_{срв}) / (1/a_w + \sum \delta/\lambda), \text{ Вт/м}^2;$$

з боку агентові

$$q = a \cdot \theta_0^{0,75} = 8655,7 \cdot \theta_0^{0,75} \text{ Вт/м}^2,$$

де $a = 1,15 \cdot \Pi \cdot (g \cdot \lambda^3 / \mu \theta_0 L)^{0,25}$;

$\theta_0 = t_k - t_{ст}$ – температурний напір, °С;

$\sum \delta/\lambda$ – прийнятий сумарний термічний опір стінки пластини й відкладень, (м²К)/Вт; $t_{ст}$ – температура стінки пластини на стороні холодоагенту, °С.

Площа поверхні теплообміну

$$F = Q_k \cdot 10^3 / q_f = \\ = 45000 / 2884 = 15,6 \text{ м}^2.$$

Визначаємо потрібна кількість пластин дотичних з агентом для забезпечення розрахункової площі поверхні теплообміну

$$n = F / f_{пл.} = \\ = 15,6 / 1 = 15,6 \text{ шт.},$$

де $f_{пл.}$ - робоча поверхня однієї пластини, м².

Отримане значення розрахункового числа пластин (n), округляємо до цілого парного значення (n_1) убік збільшення, і коректуємо значення площі поверхні апарата.

$$F_{АП} = n_1 \cdot f_{пл.} = \\ = 16 \cdot 1 = 16 \text{ м}^2.$$

Визначаємо число паралельних каналів:

По агенті $z_1 = n_1 / 2$; по воді $z_2 = z_1 + 1$.

Тоді розрахункове значення швидкості води в апараті складе

$$\omega_{wp} = G_w / (p_w \cdot f_z \cdot f) = \\ = 0,079 / (10,85 \cdot 0,00376 \cdot 11) = 0,176 \text{ м/с},$$

Визначаємо загальне число пластин в апараті $z_0 = 2z_1 + 1$.

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Умовний коефіцієнт тертя на стороні води визначаємо по наступних рівняннях:

При турбулентному русі потоку($Re < 50$)

$$\xi = 2Eu \, d_3/L = 3.4/Re^{0.25} =$$

$$= 3.4/5627^{0.25} = 0.393;$$

де $Eu = \Delta P / (\omega w^2 \rho w)$ – число Ейлера.

Гідравлічний опір апарата по воді визначимо по формулі

$$\Delta P = \xi (L/d_3) (\omega w^2 \rho w / 2) =$$

$$= 0.393 * (1/0.00763) * (0.59^2 * 994/2) = 8911 \text{ Па.}$$

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. РОЗРАХУНОК ПОВІТРООХОЛОДЖУВАЧА

Вихідні дані:

$Q_0 = 45000 \text{ Вт}$ теплове навантаження ;

$t_{\text{к}} = -15^\circ\text{C}$ температура конденсації;

$\varphi = 90\%$ відносна вологість повітря камери

Робоче тіло R-717

Геометричні розміри ребристої труби повітроохолоджувача:

зовнішній діаметр: $d_{\text{тр}} = 0,025 \text{ м},$

внутрішній діаметр : $d_{\text{вн}} = 0,020 \text{ м},$

товщина стінки : $\delta_{\text{т}} = 0,0025 \text{ м};$

матеріал (сталь): $\lambda_{\text{т}} = 45 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{ДО});$

ребро:

висота $h = 0.024 \text{ м.};$

товщина у вершини $\delta_{\text{вр}} = 0,0008 \text{ м};$

товщина в підстави $\delta_{\text{ор}} = 0,0012 \text{ м};$

крок $i = 0,012 \text{ м};$

матеріал (алюміній) $\lambda_{\text{р}} = 180 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{ДО});$

компонування пучка труб шаховий пучок

и виборі геометричних розмірів ребристої поверхні повітроохолоджувача варто керуватися наступними рекомендаціями.

Крок ребер $i \geq (\delta_{\text{ор}} + 2\delta_{\text{и}}) + 0,003 \text{ м} \geq (0,0012 + 2 \cdot 0,0003) + 0,003 = 0,0102 \text{ м}.$ Приймаємо $i = 0,012 \text{ м}.$

Крок труб у пучку:

поперечний (поперек потоку повітря):

$$S1 = (D + 2\delta_{\text{и}}) + 0,003 \text{ м} = (0,076 + 2 \cdot 0,003) + 0,003 = 0,085 \text{ м};$$

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поздовжній (уздовж потоку повітря):

$$S_2 = S_1 = (D + 2\delta_{\text{и}}) + 0,003 = 0,085 \text{ м};$$

діагональний:

$$S_{2'} = [S_2^2 + (S_{1/2})^2]^{0,5} = [0,085^2 + (0,085/2)^2]^{0,5} = 0,095 \text{ м}.$$

Товщина алюмінієвого чохла на зовнішній поверхні сталеві труби дорівнює

$$\delta = 1,5 \text{ мм}; \text{ тоді } d_{\text{н}} = d_{\text{тр}} + 2\delta = 0,025 + 2 \cdot 0,0015 = 0,028 \text{ м}.$$

В основу розрахунку закладені наступні передумови:

- параметри повітря на вході в повітроохолоджувач дорівнюють параметрам повітря в охолоджуваному приміщенні $t_{\text{к}}$ і $t_{\text{до}}$;
- температура кипіння холодильного агента t_0 , а також температура поверхні $t_{\text{п}}$ теплообмінної секції повітроохолоджувача постійні;
- кількість труб у поздовжньому ($z_{\text{пр}}$) і поперечному ($z_{\text{п}}$) перетині теплообмін

ний секції повітроохолоджувача перебуває в межах рекомендованих значень $z = 4-16$ шт.

Тепловий розрахунок. Кінцевою метою теплового розрахунку є визначення площі поверхні повітроохолоджувача, що необхідну температуру повітря в камері.

Задаємося величиною під охолодження повітря в повітроохолоджувачі $\Delta t_{\text{в}} = 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Визначаємо температуру повітря на виході апарата:

$$t_2 = t_{\text{вих.в}} = t_{\text{к}} - \Delta t_{\text{в}} = -15 - 2 = -17 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Визначаємо середню температуру повітря:

$$t_{\text{ср.в}} = 0,5 \cdot (t_2 + t_{\text{к}}) = 0,5 \cdot (-17 - 15) = -16 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Приймаємо температуру кипіння аміаку рівної:

$$t_0 = t_{\text{порівн.в}} - (7/10) = -14 - 10 = -26 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Визначаємо температурний напір:

$$\Delta t = (t_{\text{ср.в}} - t_0) = -16 + 26 = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Вибираємо з таблиць роботи теплофізичні властивості вологого повітря при визначальній температурі $t_{\text{ср.в}}$:

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\nu_{\text{в}} = 12,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ — коефіцієнт кінематичної в'язкості;

$\lambda_{\text{в}} = 2,47 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{ДО})$ — коефіцієнт теплопровідності;

$\text{Pr}_{\text{в}} = 0,714$ — число Прандтля;

$\rho_{\text{в}} = 1,37 \text{ кг}/\text{м}^3$ — щільність;

$c_{\text{в}} = 1,0078 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ — питома теплоємність.

Діаграмою $h-d$ виявляємо процес зміни стану повітря в повітроохолоджувачі в наступній послідовності $1 \rightarrow \Pi \rightarrow 2$.

Для цього задаємося середньої температурної поверхні повітроохолоджувача (інею) t_{Π} з умови, що $t_o < t_{\Pi} < t_k$, використовуючи приблизне співвідношення

$$t_{\Pi} = t_k - (0,1/0,8) \cdot ?.$$

Приймаємо в першому наближенні значення температури поверхні інею $t_{\Pi} = -18,7^{\circ}\text{C}$.

По $d-h$ -діаграмі, за допомогою таблиць і розрахункових залежностей, наведених нижче, визначаємо параметри повітря $(t, d, h)_i$. Знайдені значення в крапках процесу зміни стану повітря в повітроохолоджувачі заносимо в таблицю.

Ґрунтуючись на принципі подоби трикутників, можна записати:

$$(d_1 - d_{\Pi}) / (t_1 - t_{\Pi}) = (d_1 - d_2) / (t_1 - t_2).$$

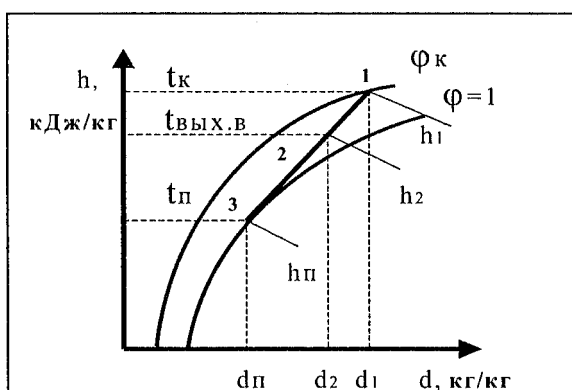


Рис. 6.1 -Процес зміни стану повітря в повітроохолоджувачі:

1 — стан повітря на вході в повітроохолоджувач при t_k і $\psi_{\text{до}}$;

3 — стан насиченого повітря в прикордонному шарі в поверхні інею повітроохолоджувача при $t_{п}$ і $\psi = 1,0$;

2 — стан повітря на виході з повітроохолоджувача $t_2 = t_{\text{вых.в}} = t_k - t_b$

Таблиця 6.1

№ крапки	$t, ^\circ\text{C}$	$D \cdot 10^3$, кг/кг	h , кДж/кг	ψ , %
1	-15	0,925	-12,5	90
2	-17	0,825	-14,8	97
3(п)	-18,7	0,74	-16,8	100

Звідси невідоме значення вологовмісту повітря на виході апарата буде дорівнює:

$$d_2 = d_1 - [(t_1 - t_2) \cdot (d_1 - d_{п''}) / (t_1 - t_{п})] =$$

$$= 0,925 \cdot 10^{-3} - [(-15 + 18,7) \cdot (0,925 - 0,74) \cdot 10^{-3} / (-15 + 18,7)] = 0,825 \cdot 10^{-3}$$

кг/кг. Відносна вологість повітря, на виході з апарата буде

дорівнює:

$$\psi_2 = d_2 / d_2'' = 0,825 \cdot 10^{-3} / 0,853 \cdot 10^{-3} = 0,97,$$

где $d_{п''}$ і d_2'' — відповідно, вологовміст насиченого повітря при $t_{п}$ і t_2 .

Отримане значення відносної вологості повітря $\psi_2 = 97\%$ заносимо в таблицю.

Ентальпію повітря в крапках процесу 1, 2 і 3 при негативних значеннях температури поверхні апарата (інею) знаходимо по залежностях:

$$h_1 = 1,0078 \cdot t_1 + (2835 + 2,09 \cdot t_1) \cdot d_1 =$$

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$= 1,0078 \cdot (-15) + [(2835 + 2,09 \cdot (-15))] \cdot 0, \text{ Ю-3} = -12,5$$

кДж/кг;

$$h_2 = 1,0078 \cdot t_2 + (2835 + 2,09 \cdot t_2) \cdot d_2 =$$

$$= 1,0078 \cdot (-17) + [(2835 + 2,09 \cdot (-17))] \cdot 0,825 \cdot 10^{-3} = -14,8 \text{ кДж/кг};$$

$$h_3 = 1,0078 \cdot t_3 + (2835 + 2,09 \cdot t_3) \cdot d_3 =$$

$$= 1,0078 \cdot (-18,7) + [(2835 + 2,09 \cdot (-18,7))] \cdot 0,74 \cdot 10^{-3} = -16,8 \text{ кДж/кг}.$$

Переходимо до розрахунку геометричних характеристик тепло передаючого елемента.

Геометричні характеристики поверхні ребристого елемента вільного від інею.

Площа зовнішньої поверхні ребра дорівнює:

$$F_p = 0,5 \cdot \pi \cdot (D^2 - d_n^2) + \pi \cdot D \cdot \delta_{вр} =$$

$$= 1,57 \cdot (0,076^2 - 0,028^2) + 3,14 \cdot 0,076 \cdot 0,0008 = 8,03 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

Площа зовнішньої поверхні труби між двома суміжними ребрами дорівнює:

$$F_T = \pi \cdot d_n \cdot (i - \delta_{ор}) = 3,14 \cdot 0,028 \cdot (0,012 - 0,0012) = 9,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Площа внутрішньої поверхні труби ребристого елемента дорівнює:

$$F_B = \pi \cdot d_B \cdot u = 3,14 \cdot 0,02 \cdot 0,012 = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Повна площа зовнішньої поверхні ребристого елемента дорівнює:

$$F_H = F_p + F_T = (8,03 + 9,5) \cdot 10^{-4} = 8,98 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

Коефіцієнт β і ступінь ϕ оребрення теплообмінної поверхні будуть рівні, відповідно:

$$\beta = F_H / F_B = 8,98 \cdot 10^{-3} / 7,5 \cdot 10^{-4} = 12;$$

$$\phi = F_H / (\pi \cdot d_n \cdot i) = 8,98 \cdot 10^{-3} / (3,14 \cdot 0,028 \cdot 0,012) = 8,5.$$

Умовний ступінь оребрення теплообмінної поверхні дорівнює:

$$\psi_4 = F_H / F_T = 8,98 \cdot 10^{-3} / 9,5 \cdot 10^{-4} = 9,45.$$

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Геометричні характеристики поверхні інею, що осели на ребристому елементі при прийнятій товщині шаруючи $\delta i = 0.003$ м.

Площа зовнішньої поверхні інею на ребрі дорівнює:

$$F_{pi} = 0,5 \cdot \pi \cdot [D + 2\delta_{и}]^2 - (d_n + 2\delta_{и})^2 + \pi \cdot (D + 2\delta_{и}) \cdot (\delta_{вр} + 2\delta_{и}) =$$

$$= 1,57 \cdot [(0,076 + 0,006)^2 - (0,028 + 0,006)^2] + 4 \cdot 3,14 \cdot$$

$$(0,076 + 0,006) \cdot (0,0008 + 0,006) = 1,10 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2.$$

Зовнішня поверхня інею на трубці між двома суміжними ребрами має площу:

$$F_{ти} = \pi \cdot (d_n + 2\delta_{и}) \cdot [u - (\delta_{ор} + 2\delta_{и})] =$$

$$= 3,14 \cdot (0,028 + 0,006) \cdot [0,012 - (0,0012 + 0,006)] = 5,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Повна площа зовнішньої поверхні інею на ребристому елементі дорівнює:

$$F_{ни} = F_{pi} + F_{ти} = 0,0105 + 0,00051 = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2.$$

Коефіцієнт β^i оребрення поверхні, покритої інеєм, дорівнює:

$$\beta^i = F_{ни} / F_v = 1,1 \cdot 10^{-2} / 5 \cdot 10^{-4} = 14,7$$

Мінімальне "живе" перетин одного ребристого елемента, покритого шаром інею прийнятої товщини, дорівнює:

$$f_{ж} = u \cdot (s_1 - d_n - 2\delta_{и}) - 2h \cdot (\delta_{сpp} + 2\delta_{и}) =$$

$$= 0,012 \cdot (0,085 - 0,028 - 0,006) - 0,046 \cdot (0,001 + 0,006) = 2,9 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Задаємося швидкістю повітря в живому перетині повітроохолоджувача ω_v

= 4 м/с. Визначаємо режим руху повітря - число Рейнольдса $Re = (\omega_v \cdot$

$d_n) / \nu_v =$

= $(4 \cdot 0,028) / 12,1 \cdot 10^{-6} = 9256$. Число Нуссельта для труб, виготовлених

методом

лиття під тиском, дорівнює:

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Nu = (1 - n) \cdot C_z \cdot C_s^m \cdot \psi^{-0.5} \cdot Re^n = (1 - 0,7) \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 8,5^{-0.5} \cdot 9256^{0.7} = 58,4 ,$$

де $C_s = (s_1 - d_n)/(s_2 - d_n) = (0,085 - 0,028)/(0,085 - 0,028) = 1$ - коефіцієнт форми пучка; $C_z = 0,95$ - коефіцієнт, що враховує кількість рядів труб у пучку уздовж потоку повітря; $n = 0,61 \cdot \psi^{0.08} = 0,61 \cdot 8,5^{0.08} = 0,7$; $m = s_2 + \psi^{-0.48} = 0,085 + 8,5^{-0.48} = 0,03$.

Конвективний коефіцієнт тепловіддачі на стороні повітря дорівнює:

$$a_k = Nu \cdot \lambda_v / d_n = 58,4 \cdot 0,0247 / 0,028 = 51,5 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)},$$

де d_n - визначальний розмір, м.

Коефіцієнт влаговипадення при цих умовах дорівнює:

$$\begin{aligned} \xi &= 1 + (d_k'' \cdot \psi_{до} - d_{п''}) \cdot (r - h_{п'}) / [c_v' \cdot (t_k - t_{п})] = \\ &= 1 + (1,028 \cdot 10^{-3} \cdot 0,9 - 0,74 \cdot 10^{-3}) \cdot (2835 + 39,1) / [1,009(-15 + 18,7)] = \\ &= 1,14, \end{aligned}$$

де $r = 2835 \text{ кДж/кг}$ — питома теплота фазового переходу при $t_{п} < 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

$d_{п''} = 0,74 \cdot 10^{-3} \text{ кг/кг}$ — вологовміст повітря в прикордонному шарі в поверхні інею при температурі $t_{п} = -18,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ и відносної вологості $\psi = 1,0$;

$h_{п'} = 2,09 \cdot t_{п} = 2,09 \cdot (-18,7) = -39,1 \text{ кДж/кг}$ - ентальпія інею;

$c_v' = 1,009 + 1,87 \cdot d_m = 1,0078 + 1,87 \cdot 0,875 \cdot 10^{-3} = 1,009 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)}$ — питома теплоємність вологого повітря;

$d_m = 0,5 \cdot (d_k + d_2) = 0,5 \cdot (0,925 + 0,825) \cdot 10^{-3} = 0,875 \cdot 10^{-3} \text{ кг/кг}$ - вологовміст повітря при середній температурі.

Наведений коефіцієнт тепловіддачі від повітря до зовнішньої поверхні теплопередаючого елемента з урахуванням термічного опору шаруючи інею знайдемо як :

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$a_{\text{пр}} = [1/(a_k \cdot \xi + \delta i / \lambda i)]^{-1} = [1/(51,5 \cdot 1,14) + 0,003/0,2]^{-1} = 31,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}),$$

де $\lambda i = 0,2 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ — коефіцієнт теплопровідності інею.

Коефіцієнт ефективності ребра визначимо по формулі:

$$E = \text{th}(m \cdot h') / (m \cdot h') = \text{th}(0,6) / 0,6 = 0,89,$$

де $m \cdot h'$ — безрозмірний комплекс, рівний $m \cdot h' = h' \cdot [2a_{\text{пр}} / (\delta_{\text{ср.р}} / \lambda_{\text{р}})]^{0,5} =$
 $= 0,032 \cdot [2 \cdot 31,2 / (0,001 / 180)]^{0,5} = 0,6$; причому $h' = h \cdot [1 + 0,805 \cdot \log(D/d_n)]$
 $=$

$= 0,026 [1 + 0,805 \log(0,076 / 0,028)] = 0,032 \text{ м}$ - умовна висота ребра.

Умовний коефіцієнт тепловіддачі, віднесений до зовнішньої поверхні ребристого елемента, дорівнює:

$$a_{\text{пр.н}} = a_{\text{пр}} (F_p \cdot E \cdot \psi \cdot C_k + F_{\text{тр}}) / F_n =$$

$$= 31,2 \cdot (8,03 \cdot 10^{-3} \cdot 0,89 \cdot 0,97 \cdot 1 + 9,5 \cdot 10^{-4}) / 8,98 \cdot 10^{-3} = 27,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}),$$

де $\psi = 1 - 0,058 \cdot m h' = 0,97$ - коефіцієнт, що враховує нерівномірність тепловіддачі по висоті ребра; C_k - коефіцієнт, що враховує контактний термічний опір між трубою й ребром. Для біметалічної литий поверхні він дорівнює $C_k = 1$.

Коефіцієнт тепловіддачі при кипінні аміаку R717 у трубах апарата дорівнює:

$$a_0 = (103,2 + 0,19 \cdot t_o) \cdot q_v^{0,25} = [103,2 + 0,19 \cdot (-26)] \cdot 2230^{0,25} = 675 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}),$$

де q_v — щільність теплового потоку, віднесена до внутрішньої поверхні труби, рівна $q_v = a_k \cdot \xi \cdot (t_{\text{ср.в-в}} - t_n) \cdot \beta^u = 51,5 \cdot 1,14 \cdot (-16 + 18,7) \cdot 14,7 =$
 $2230 \text{ Вт}/\text{м}^2$.

Коефіцієнт теплопередачі, віднесений до зовнішньої поверхні інею, дорівнює:

$$K_n^n = (1/k_{\text{в.т.н}} + \psi \cdot \delta_{\text{т}} / \lambda_{\text{т}} + \beta^i / a_0)^{-1} =$$

$$= (1/27,4 + 8,5 \cdot 0,0025 / 45 + 14,7 / 675)^{-1} = 17 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ДО});$$

віднесений до зовнішнього «сухий» поверхні апарата без інею, дорівнює:

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$k_n = k_n^i \cdot \beta / \beta^i = 17 - 12 / 14,7 = 13,9 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{ДО)}.$$

Перевіряємо значення раніше прийнятої температури поверхні інею.

Розрахункова різниця температур повітря й поверхні інею дорівнює:

$$\Delta t_p = q_n / (a_k \cdot \xi) = 170 / (51,5 \cdot 1,14) = 2,9 \text{ }^\circ\text{C},$$

де q_n — щільність теплового потоку, віднесена до зовнішньої поверхні інею й рівна $q_n = k_n^i \cdot (t_{\text{ср.в}} - t_o) = 17 - (-16 + 26) = 170 \text{ Вт/м}^2$.

Відносна погрішність прийнятої й розрахункової різниці температур дорівнює:

$$\delta = |(\Delta t_p - \Delta t) / \Delta t_p| \cdot 100\% = |(2,9 - 2,7) / 2,9| \cdot 100\% = 6,9 \%,$$

де $\Delta t = -16 + 18,5 = 2,7 \text{ }^\circ\text{C}$ – прийнята різниця температур повітря й поверхні інею.

Якщо погрішність $\delta > 7\%$, те розрахунок повторюють із новим значенням температури поверхні інею $t_n = t_{\text{ср.в}} - 0,5 \cdot (\Delta t + \Delta t_p)$. Тому що значення відносної погрішності $??7\%$, визначаємо площа зовнішньої поверхні повітроохолоджувача. Площа сухої поверхні повітроохолоджувача дорівнює:

$$F_n = Q_0 / [k_n \cdot (t_{\text{ПОРІВН.В}} - t_o)] = 45000 / [13,9 \cdot (-16 + 26)] = 325 \text{ м}^2.$$

Підбираємо повітря охолоджувач марки ВО-50-7, де $F_n = 52 \text{ м}^2$

$$N = 1,1 \text{ кВт}, V = 5,5 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\text{Кількість } 325 / 52 = 6,25$$

Отже приймаємо 7 повітря охолоджувачів марки ВО-50-7

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.РОЗРАХУНОК ВОДОЛЬОДЯНОГО АККУМУЛЯТОРА ХОЛОДУ

Дано:

$Q_{ак} = 20000$ Вт– необхідна кількість акумулюємого холоду

$\tau_{ак} = 4$ год - тривалість періоду акумуляції

$t_{10} = 5$ °С – необхідна температура води

$t_{1н} = 18$ °С – початкова температура води

$t_2 = - 5$ °С - температура випару холодильного агента

$\delta_{ст} = 0,002$ м, $\lambda_{ст} = 45$ – товщина й теплопровідність стінки випарника

$\alpha_1 = 200$ – коефіцієнт тепловіддачі з боку води

$\alpha_2 = 400$ Вт/м² *ДО – коефіцієнт тепловіддачі з боку холодоагенту

Знайти:

F - площа теплопередаючої поверхні акумулятора;

V – обсяг охолоджуваної води, м³;

$\delta_{л.х}$ – товщина наморозеного шару льоду.

Умови:

$\alpha_1 = \text{const}$, $\alpha_2 = \text{const}$, $t_2 = \text{const}$.

Задавшись значенням кінцевої температури води $t_{1х} = ?$, запишемо

$\tau_{ак} = \tau_1 + \tau_{2х}$, де τ_1 – час охолодження води від $t_{1н}$ до $t_{1до}$, при якій на поверхні випарника почне виділятися лід; $\tau_{2х}$ – час охолодження води від $t_{1до}$ до $t_{1х}$ при одночасному наморозиванні льоду до товщини $\delta_{л.х}$

$$\tau_1 = \frac{c_1 p_1 V_1 10^3}{kF} \frac{t_{1н} - t_2}{\ln t_{1к} - t_2};$$

$$\tau_2 = \frac{c_1 p_1 V_1 10^3}{\alpha_1 F} \frac{t_{1к} - \theta_0}{\ln t_{1х} - \theta_0};$$

c_1 – теплоємність води, кДж/(кг*ДО); p_1 – щільність води, кг/м³; k – коефіцієнт теплопередачі випарника, Вт/(м²*ДО):

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{1}{\alpha_2};$$

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{200} + \frac{0,002}{45} + \frac{1}{400} = 0,00754 (\text{м}^2 \cdot \text{ДО}) / \text{Вт};$$

$$t_{\text{лдо}} = \theta_0 + \frac{\theta_0 - t_2}{\alpha_1 \left(\frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \frac{1}{\alpha_2} \right)};$$

$$t_{\text{лдо}} = 0 + \frac{0 - (-5)}{200 \left(\frac{0,002}{45} + \frac{1}{400} \right)} = 9,83^\circ \text{C};$$

Позначивши $\frac{F}{V_1} = S$, одержимо:

$$S = \frac{c_1 p_1}{\tau_{\text{ак}}} \left(\frac{1}{k} \ln \frac{t_{1\text{н}} - t_2}{t_{1\text{k}} - t_2} + \frac{1}{\alpha_1} \ln \frac{t_{1\text{k}} - \theta_0}{t_{1\text{x}} - \theta_0} \right);$$

$$S = \frac{4,19 \cdot 10^2 \cdot 10^3}{4 \cdot 3600} \left(0,00754 \ln \frac{18 - (-5)}{9,83 - (-5)} + 0,005 \ln \frac{9,83 - 0}{2 - 0} \right) = 3,28 \frac{1}{\text{м}};$$

Після одержання необхідних даних і проведення відповідних обчислень знайдемо значення для τ_1 і $\tau_{2\text{x}}$:

$$\tau_1 = \frac{4,19 \cdot 10^2 \cdot 10^3 \cdot 0,00754}{3,28 \cdot 3600} \ln \frac{23}{14,83} = 1,17 \text{ч.};$$

$$\tau_{2\text{x}} = \frac{4,19 \cdot 10^2 \cdot 10^3}{200 \cdot 3,28 \cdot 3600} \ln \frac{9,83}{2} = 2,83 \text{год};$$

Використовуючи значення S , визначаємо товщину намороженого льоду $\delta_{\text{л.х}}$

за $\tau_{2\text{x}}$:

$$\delta_{\text{л.х}} = y_0 \lambda_{\text{л}}$$

$$\left(\sqrt{1 + \frac{2m}{m^2 - 1} (e^{-(m+1)B\tau} - 1)} - \frac{m^2}{m-1} (e^{-2B\tau} - 1) + 4m(e^{-B\tau} - 1) + 2mB\tau - 1 \right),$$

$$\text{де } B = \frac{\alpha_1 S}{c_1 p_1}; y_0 = \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \frac{1}{\alpha_2}; m = \frac{c_1 p_1 (t_{1\text{k}} - \theta_0)}{r_0 \lambda_{\text{л}} S y_0},$$

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

$\lambda_{\text{л}}$ – теплопровідність льоду, Вт/(м²*ДО); r_0 – схована теплота льодоутворення, віднесена до одиниці об'єму намораживаемого льоду.

Підставивши цифрові значення, одержимо:

$$B = \frac{200 \cdot 3,28 \cdot 3600}{4,19 \cdot 10^2 \cdot 10^3} = 0,564 \frac{1}{\text{ч}};$$

$$Y_0 = \frac{0,002}{45} + \frac{1}{400} = 0,00254 (\text{м}^2 \cdot \text{ДО}) / \text{Вт};$$

$$m = \frac{4,19 \cdot 10^2 \cdot 10^3 \cdot (9,83 - 0)}{334 \cdot 10^3 \cdot 910 \cdot 2,25 \cdot 3,28 \cdot 0,00254} = 7,23 \text{ кг};$$

$$\delta_{\text{л.х}} =$$

$$= 0,00254 \cdot 2,25 \cdot$$

$$\left(\sqrt{1 + \frac{2 \cdot 7,23}{7,23^2 - 1} (e^{-(7,23+1)0,564 \cdot 2,83} - 1) - \frac{7,23^2}{7,23-1} (e^{-2 \cdot 0,564 \cdot 2,83} - -1) + 4 \cdot 7,23 (e^{-0,564 \cdot 2,83} - 1) + 2 \cdot 7,23 \cdot 0,564 \cdot 2,83 - 1} \right) = 11,23 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Тоді

$$F = \frac{\frac{Q_{\text{ак}}}{c_1 p_1 (t_{10} - t_{1x})} + p \delta_{\text{лх}}}{S} = \frac{\frac{20000 \cdot 3600}{4,19 \cdot 10^2 \cdot 10^3 \cdot (5-2)} + 334 \cdot 10^3 \cdot 910 \cdot 11,23 \cdot 10^{-3}}{3,28} = 9,14 \text{ м}^2;$$

Обсяг, займаний льодом:

$$V_1 = \frac{F}{S} = \frac{9,14}{3,28} = 2,78 \text{ м}^3;$$

Плавлення намороженого льоду в процесі використання акумульованого холоду відбувається в умовах інтенсивної циркуляції води, створюваної насосом або мішалкою.

При відключеному компресорі час плавлення шаруючи льоду товщиною ? розраховується по формулі:

$$\tau = \frac{r_0 \xi}{\alpha'_1 (t_1 - \theta_0)},$$

де α'_1 - коефіцієнт тепловіддачі з боку води при змушеному її русі, Вт/(м²*ДО); t_1 – температура води, омиваючої поверхню льоду, °С.

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8.ОХОРОНА ПРАЦІ

Для безпечної роботи аміачної холодильної установки необхідно: виконувати всі вимоги, пропоновані інструкціями для експлуатації встаткування, що входить до складу установки, «Правил пристрою й безпечної експлуатації аміачних холодильних установок» і правил техніки безпеки;

експлуатацію аміачної холодильної установки виконувати кваліфікованим атестованим персоналом;

вчасно робити планові огляди й перевірки встаткування, механізмів і трубопровідної арматур. Прилади автоматики й захисти, контрольно-вимірювальні прилади, запобіжні клапани повинні проходити огляд фахівців у строки, передбачені вимогами.

Для захисту людей від поразки електричним струмом при пробіі ізоляції в проекті передбачена система занулення, тобто передбачене приєднання всіх металевих неструмоведучих частин до нульової шини живильної силової шафи за допомогою нульових жил кабелів.

У проекті прийнята за основу існуюча система заземлення.

Використано існуюча система громовідвід, виконана відповідно до Інструкції по пристрою громовідвід будинків і споруджень (РД 34.21.122-87).

Аміак. Нормальна температура кипіння $-33,35^{\circ}\text{C}$. При атмосферному тиску аміак -безбарвний газ, легше повітря, з різким ядушливим запахом.

Найнебезпечнішими властивостями аміаку є його токсичність і вибухонебезпечність. Аміак інертний стосовно чорних металів ,алюмінію , але роз'їдає цинк ,мідь.

Вивчення й виявлення можливих причин виробничих нещасних випадків, професійних захворювань, аварій, вибухів, пожеж, і розробка заходів і вимог, спрямованих на усунення цих причин дозволяють створити безпечні й сприятливі умови для праці людини. Комфортні й

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

безпечні умови праці - один з основних факторів впливають на продуктивність і безпеку праці, здоров'я працівників.

Охорона праці - це комплекс правил і заходів, призначених для забезпечення максимально безпечних розумів праці, а також забезпечують мінімальний збиток у випадку аварії або пожежі.

У вузькому змісті слова під охороною праці розуміється інститут трудового права, що поєднує норми, безпосередньо спрямовані на забезпечення розумів праці, безпечних для життя й здоров'я працівників. Він включає наступні групи норм: - правила по техніці безпеки й виробничої санітарії; - спеціальні норми охорони праці осіб, що працюють у важких, шкідливих і небезпечних виробничих умовах; - норми по охороні праці жінок, не зовсім-літніх і осіб зниженою працездатністю; - норми, що регулюють діяльність органів державного нагляду й суспільного контролю, а також установлюють відповідальність за порушення законодавства про охорону праці - норми, що регулюють планування й організацію роботи по охороні праці.

Завдання охорони праці - звести до мінімальної ймовірності поразки або захворювання працюючі з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці.

Холодильну промисловість можна віднести до виробництв із підвищеною небезпекою. Наявність установок, що працюють під більшим надлишковим тиском, застосування як холодоагенти вибухонебезпечних і отруйних речовин вимагають підвищеної уваги до питань охорони праці. У даному дипломному проекті були виділені кілька питань, що вимагають уточнення з позицій охорони праці.

При експлуатації, ремонті й налагодженні даного компресорно-конденсаторного агрегату обслуговуючий персонал винний бути за розкрадань від таких небезпечних і шкідливих виробничих впливів, як поразка електричним струмом, що рухаються й обертаються частинами встаткування, а також пожежо та вибухо безпеки, шумів, вібрацій.

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Правила безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском.

Посудина, що працює під тиском - герметично закриту ємність, призначена для проведення хімічних і теплових процесів.

На всі посудини й апарати холодильних установок незалежно від виду застосовуваного холодоагенту поширюються Правила прибудую й безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском, затверджені Держ наглядом. Найбільш частими причинами аварій і вибухів посудин, що працюють під тиском, є перевищення гранично припустимого тиску, порушення температурного режиму, втрата посудиною механічної міцності, порушення технологічного режиму роботи. Недостатня кваліфікація обслуговуючого персоналу й відсутність необхідного технологічного нагляду.

Будь-які посудини, що працюють під тиском, виготовляють на підприємствах, що розташовують відповідною технічною базою й мають дозволом інспекції Держ наглядом на їхнє виготовлення.

Всі посудини, що працюють під тиском, до їхнього пуску в роботу повинні бути зареєстровані в органах Держ наглядом.

Посудини, що працюють під тиском, повинні піддаватися технічним оглядам: внутрішньому огляду й гідравлічним випробуванням.

На посудинах холодильних установок гідравлічні випробування дозволяється замінити пневматичними на пробний тиск. Внутрішній огляд посудин холодильних установок через їхню конструкцію заміняється пневматичними випробуваннями. Про проведені випробування роблять запис у паспорт посудини. Одним зі способів захисту від високих тисків є запобіжні клапани.

Розрахунок запобіжного клапана

У системі з підвищеним тиском для безпеки встановлюються запобіжні клапани.

Кількість запобіжних клапанів, їхні розміри й пропускна здатність розраховують із умови, щоб у посудині тиск не могла перевищити робоче більш ніж на 0,05 Мпа для посудин з робочим тиском до 0,3 Мпа включно, на 15% для посудин з робочим тиском від 0,3 до 0,6 Мпа й на 10% для посудин з

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

робочим тиском більше 6,0 МПа. Не рідше одного разу в 12 місяців запобіжні клапани перевіряють на стенді на спрацьовування з наступним пломбуванням.

Робітниче середовище, що виходить із запобіжного клапана, приділяється в безпечне місце.

Проведемо розрахунок запобіжного клапана нашої установки.

Розрахуємо запобіжний клапан установлень на ресивері.

Вихідні дані:

- витрата агенту $G_a = 1$ кг/з
- граничний тиск на ресивері $P_1 = 6,8$ МПа.
- Атмосферний тиск $P_2 = 0,1$ МПа.
- Щільність х/а $\rho = 20,33$ кг/м³
- Коефіцієнт витрати $\mu = 0,75$.
- Коефіцієнт відносини P_2/P_1 $B = 0,499$. таб 25 Юдин

Площа перетину клапана визначаємо по формулі:

$$S_{\text{кл}} = \frac{G_a}{\mu * B * \sqrt{2 * \rho * (P_1 - P_2)}} = \frac{1}{0,75 * 0,499 * \sqrt{2 * 20,33 * (6,8 - 0,1) * 10^6}} = 270 * 10^{-6} \text{ м}^2$$

Діаметр прохідного перетину клапана:

$$d = \sqrt{\frac{S_{\text{кл}}}{0,785}} = \sqrt{\frac{270 * 10^{-6}}{0,785}} = 0,018 \text{ м}$$

Вибираємо запобіжний клапан з $d_y = 20$ мм

Електробезпе́чність

Електробезпе́чність — система організаційних і технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого й небезпечного впливу електричного струму. Небезпе́ка електричного струму на відміну від інших небезпек збільшується тим, що людина не в змозі без спеціальних приладів виявити напругу дистанційно, а також швидкоплинністю поразки — небезпе́ка виявляється, коли людина вже уражена. Аналіз смертельних нещасних випадків показує, що на частку

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

поразок електричним струмом доводити на виробництві до 40%, в енергетику — до 60 % ; більша частина поразок (до 80 %) відбувається в електроустановках напругою до 1000 В (110— 380 В).

Проходячи через живі тканини людини, електричний струм робить термічне (опіки), електролітичне (електроліз) і біологічний вплив. Розрізняють також механічні ушкодження від впливу електричного струму. Це приводить до різних порушень в організмі, викликаючи як місцеву поразку тканин і органів, так і загальна поразка організму. Розрізняють два види поразок електричним струмом: місцеві електричні травми (електротравми) і електричний удар.

Однофазні замикання струму, які можуть виникнути в електричних машинах, апаратах, приладах, на ЛЕП, небезпечні тим, що на корпусах і опорах з'являються напруги, достатні для поразки людини й виникнення пожежі. Струм замикання створює небезпечні напруги не тільки на самому встаткуванні, алі й біля нього, розтікаючись із підстав і фундаментів.

Захист від поразки електричним струмом і загорянні можна здійснити захисним відключенням (відключають ушкоджена ділянка мережі швидкодіючим захистом), або захисним заземленням (знижують напруги дотику й кроку), або зануленням (відключають устаткування й знижують напруги дотику й кроку на період, поки не спрацює апарат, що відключає).

Розглянемо захисне заземлення й зробимо розрахунок системи штучного заземлення.

Розрахунок системи штучного заземлення

В установках напругою до 1000 В опір системи заземлення повинне бути менше або дорівнює 4 Ом.

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

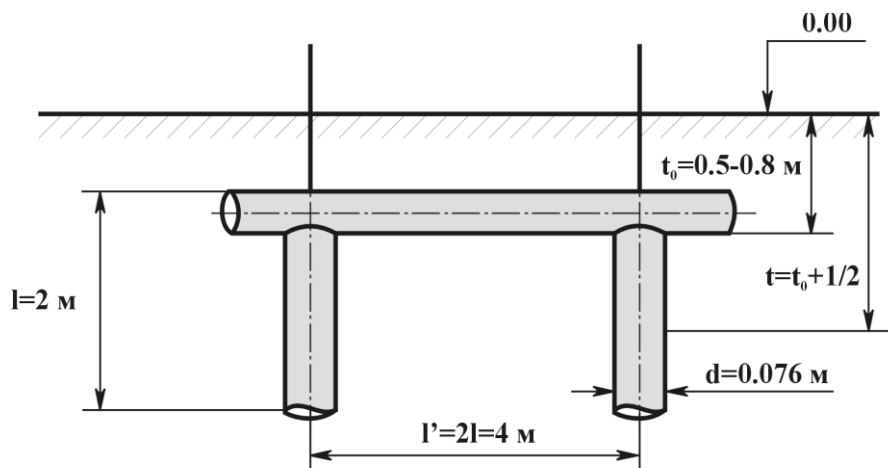


Рисунок 4.1 - Система искусственного заземления

Визначимо розрахункове значення опору ґрунту:

$$\rho_{\text{расч}} = \rho_{\text{гр}} \cdot \psi = 40 \cdot 1,5 = 60 \text{ Ом} \cdot \text{м},$$

де $\rho_{\text{гр}}$ – це наближене значення питомого опору ґрунту
(глина) .

ψ - кліматичний коефіцієнт, що залежить від сезонних коливань
опору ґрунту.

Визначаємо опір одного вертикального заземлювача:

$$R_{\text{в}} = \frac{\rho_{\text{расч}}}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right) \text{ Ом}$$

$$R_{\text{в}} = \frac{60}{2 \cdot 3,14 \cdot 2} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 2}{0,076} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 1,1 + 2}{4 \cdot 1,1 - 2} \right) = 21,3$$

Визначаємо число вертикальних заземлювачів:

$$n = \frac{R_{\text{в}}}{R_{\text{м}}} = \frac{21,3}{4} = 5,3 \text{ шт}$$

Отримане число вертикальних заземлювачів округляємо до найближчого
більшого стандартного значення: 2; 4; 6; 10; 20; 40; 60; 100.

Приймаємо 6 шт = n' .

Визначаємо опір системи вертикальних заземлювачів:

$$R_{\text{св}} = \frac{R_{\text{в}}}{n' \cdot \eta_{\text{в}}} = \frac{21,3}{6 \cdot 0,74} = 4,79 \text{ Ом},$$

де $\eta_{\text{в}} = 0,74$ – коефіцієнт використання вертикального заземлювача.

Визначаємо довжину горизонтального заземлювача:

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$L = (n'-1) \cdot l' = (6-1) \cdot 4 = 20 \text{ м}$$

Визначаємо опір горизонтального заземлювача:

$$R_{\Gamma} = \frac{\rho_{расч}}{2 \cdot \pi \cdot L \cdot \eta_{\Gamma}} \cdot \ln \frac{L^2}{t_o \cdot d} \text{ Ом,}$$

$$R_{\Gamma} = \frac{60}{2 \cdot 3.14 \cdot 20 \cdot 0.75} \cdot \ln \frac{20^2}{0.6 \cdot 0.076} = 5.78$$

де $\eta_{\Gamma} = 0,75$ – коефіцієнт використання горизонтального заземлителя.

Визначаємо опір системи заземлення:

$$R_{СИСТ} = \frac{R_{CB} \cdot R_{\Gamma}}{R_{CB} + R_{\Gamma}} = \frac{4.79 \cdot 5.78}{4.79 + 5.78} = 2.6 \text{ Ом.}$$

Штучне висвітлення виробничих приміщень

Штучне висвітлення підрозділяється на робоче, аварійне, евакуаційне (аварійне висвітлення для евакуації), охоронне. При необхідності частина світильників того або іншого виду висвітлення може використовуватися для чергового висвітлення.

Штучне висвітлення варто передбачати для всіх приміщень, будинків, а також ділянок відкритих просторів, призначених для роботи, проходу людей і руху транспорту.

Для висвітлення приміщень, як правило, варто передбачати газорозрядні лампи низького й високого тиску (люмінесцентних, ДРЛ, метало-галогених, натрієві, ксенонові). У випадку неможливості й техніко-економічної недоцільності застосування газорозрядних джерел світла допускається використання ламп накаливання.

Аварійне висвітлення варто передбачати, якщо відключення робоче висвітлення й пов'язане із цим порушення нормального обслуговування встаткування й механізмів може викликати: вибух, пожежа, отруєння людей; тривале порушення технологічного процесу; порушення роботи електростанцій, вузлів радіопередач; порушення обслуговування хворих в операційних блоках і т.д. Евакуаційне висвітлення в приміщеннях або в місцях провадження робіт поза будинками варто передбачати: у місцях, небезпечних для проходу людей; у проходах і на сходах, службовців для

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

евакуації людей, при числі що евакуюються більше 50 чоловік; у сходових клітках житлових будинків висотою 6 поверхів і більше й т.д.

Розрахунок штучного освітленого

Необхідно визначити яка винна бути потужність електричної освітлювальної установки для створення у виробничому приміщенні заданої освітленості.

Для розрахунку використовується метод світлового потоку, що враховує світловий потік, відбитий від стелі й стін.

Вихідні дані:

- тип джерела світла - люмінесцентні лампи;
- визначаємо систему висвітлення - загальна;
- підбираємо світильники ЛСП по двох лампи в шкірному;
- розміри приміщення – $A = 4$ м, $B = 7$ м, $H = 5$ м.

h_p - висота робочої поверхні.

H_p - висота підвісу світильника над робочою поверхнею.

Приймаємо до установки загальну рівномірну систему зі світильником типу ЛСП із двома лампами типу ЛБ.

Для визначення коефіцієнта використання світлового потоку визначаємо індекс приміщення:

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)},$$

$$i = \frac{4 \cdot 7}{4.2 \cdot (4 + 7)} = 0.606$$

Коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 30\%$

Приймаємо коефіцієнт відбиття стелі $\rho_n = 50\%$,

а коефіцієнт відбиття стіни $\rho_z = 30\%$.

Світловий потік групи світильників при лампах накаливання й при люмінесцентних лампах Φ_L (лм) дорівнює:

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{100 * E_{\text{н}} * S * z * k}{N * \eta}$$

де $E_{\text{н}}$ – нормована мінімальна освітленість, Лк;

S – площа освітлюваного приміщення, м² ;

z – коефіцієнт мінімального висвітлення, рівний для люмінесцентних ламп 1,1;

k – коефіцієнт запасу 1,4;

N – число світильників у приміщенні 6;

η – коефіцієнт використання світлового потоку ламп, що залежить від КПД і кривої розподілу сили світла світильника, коефіцієнта відбиття стелі $R_{\text{п}}$ і стін $R_{\text{с}}$, висоти підвісу світильників і показника приміщення i .

$i = 33$

Освітленість, що рекомендується, для приміщення не *менш* $E_{\text{н}}=400$ Лк, коефіцієнт *запасу* $k=1.4$. Площа освітлюваного приміщення:

$$S=A \cdot B$$

$$S=4 \cdot 7 = 28 \text{ (м)}^2$$

Світловий потік дорівнює:

$$\Phi = \frac{400 * 100 * 28 * 1,1 * 1,4}{6 * 33} = 8711 \text{ (лм)}$$

Вибирається тип ламп - ЛБ80 - люмінесцентні лампи. [5,таблиця 5].

Приймаємо до установки 2 лампи типу ЛБ80 зі світловим потоком 5220лм.

Визначимо потужність освітлювальної установки:

$$P = n \cdot N \cdot P_1,$$

де

N - N – Кількість ламп;

n - n - Кількість світильників;

P_1 – потужність лампи, Вт.

$$P=6 \cdot 2 \cdot 80=960 \text{ (Вт)}.$$

Пожежна безпека

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виробничі приміщення по пожежної безпеки, відповідно до норм технологічного проектування, діляться на категорії А,Б,В,Г и Д.

Машинні й апаратні відділення холодильних установок ставляться до категорії Д - негорючі речовини й матеріали в холодному стані.

Територія підприємства винна постійно втримуватися в чистоті й систематично очищатися від відходів виробництва. Всі виробничі відходи повинні зберігатися в спеціально відведених місцях. Промаслені обтиральні й мастильні матеріали, що відробили, повинні зберігатися в металевій щільно, що закривається тарі.

До всіх будинків і споруджень підприємства винний бути забезпечений вільний доступ. Проїзди й під'їзди до будинків і пожежним гідрантами, а також доступи до пожежного інвентарю й устаткування повинні бути завжди вільними. Протипожежні розриви між будинками забороняється використовувати під складування матеріалів, устаткування й для стоянки автотранспорту. Переїзди й переходи через залізничні колії повинні бути завжди вільні для проїзду пожежних автомобілів, і мати суцільні настили на рівні з головками рейок. Стоянка вагонів без локомотива на переїздах забороняється. На території холодильних підприємств застосування відкритого вогню (багаття, факели) забороняється.

Всі виробничі, службові, складські й допоміжні будинки й приміщення повинні постійно втримуватися в чистоті. Проходи, виходи, коридори, тамбури, сходь не дозволяються захащувати різними предметами й устаткуванням.

Всі двері евакуаційних виходів повинні вільно відкриватися в напрямку виходу з будинку.

Виробнича санітарія

Вентиляція як засіб створення оптимального мікроклімату.

По способі переміщення повітря розрізняють системи природної й механічної вентиляції.

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Природна вентиляція забезпечує повітрообмін у приміщеннях, обумовлений різницею густини зовнішнього й внутрішнього повітря й вітровим тиском. При природній організованій вентиляції (аерації) повітрообмін відбувається через прорізи конструкцій, що обгороджують, будинків. Для видалення повітря використовують також дефлектори, по периметрі яких у результаті дії вітру створюється розрідження. Аерацію застосовують для боротьби зі значними тепловиділеннями.

Механічну вентиляцію застосовують, коли необхідні параметри мікроклімату й чистота повітря в приміщеннях не можуть бути забезпечені природною вентиляцією. При механічній вентиляції повітря переміщається за допомогою вентиляторів.

По характері дії механічну вентиляцію підрозділяють на приточну, витяжну й приточно-витяжну, по місцю дії - на обще- обмінну й місцеву.

Приточну вентиляцію передбачають при необхідності повної заміни повітря в приміщенні чистим зовнішнім повітрям, а також при необхідності виключити влучення забрудненого повітря з інших приміщень. Витяжна вентиляція призначена для видалення й з приміщень забрудненого повітря, надлишкових тепло- і вологовиділень, при цьому в приміщенні створюється знижений тиск. Приміщення, у яких можливо раптове виділення більших кількостей шкідливих або вибухонебезпечних газів або пара, обладнають аварійною витяжною вентиляцією.

Приточно-витяжна (механічна) вентиляція одночасно здійснює й подачу свіжого, і видалення забрудненого.

Загально- обмінну вентиляцію застосовують при рівномірному зваді- розподілі шкідливих речовин і розміщенні робочих місць по всьому приміщенню. Місцева приточна вентиляція подає повітря на строго певні місця робочої зони. До систем такої вентиляції ставляться повітряні душі й завіси. Місцева витяжна вентиляція видаляє шкідливі речовини, надлишкову теплоту (і вологу) безпосередньо з місця їхнього виділення.

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вентиляцію здійснюють за допомогою спеціальних пристроїв: кожухів і камер, що герметично вкривають устаткування витяжних шаф і парасолів, що відсмоктують панелей. Система вентиляції не винна створювати шуму й вібрації, перевищувати припустимий рівень.

Розрахунок системи вентиляції (витяжний, приточний, аварійної).

1. обсяг приміщення машинного відділення

$$V = L * B * H = 4 * 7 * 5 = 140 \text{ м}^3$$

2. продуктивність витяжного вентилятора

$$L_{\text{ВЫТ}} = V * 4 = 140 * 4 = 660 \text{ м}^3/\text{рік}$$

3. продуктивність приточного вентилятора

$$L_{\text{ПРИТ}} = V * 3 = 140 * 3 = 420 \text{ м}^3/\text{рік}$$

4. продуктивність аварійного вентилятора

$$L_{\text{АВАР}} = V * 4 = 140 * 4 = 660 \text{ м}^3/\text{рік}$$

5. встановлена потужність електродвигуна

$$N = \frac{K * L * H * 10^{-6}}{3.6 * \eta_B * \eta_{\Pi}} ; \text{ кВт}$$

де:

K - коефіцієнт запасу; ДО = 1,3

L – повітрообмін, м³/рік

H - напір вентилятора; H = 300 Па

$\eta_{\text{у}}$ – к.п.буд. вентилятора; $\eta_{\text{в}} = 0,8$ $\eta_{\text{п}}$ – к.п.буд. привода; $\eta_{\text{п}} = 0,95$

$$N_{\text{ПРИТ}} = \frac{1.3 * 420 * 300 * 10^{-6}}{3.6 * 0.8 * 0.95} = 0,071 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{ВЫТ}} = \frac{1.3 * 420 * 300 * 10^{-6}}{3.6 * 0.8 * 0.95} = 0,094 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{АВАР}} = \frac{1.3 * 660 * 300 * 10^{-6}}{3.6 * 0.8 * 0.95} = 0,094 \text{ кВт}$$

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Долікарська допомога

Долікарська допомога потерпілому від електричного струму складається йз двох послідовних етапів. Насамперед необхідно швидко звільнити потерпілого від дії струму й потім негайно приступитися до надання першої допомоги. Звільнити потерпілого від дії струму можна декількома способами.

Найбільш простий спосіб - відключення відповідної частини електроустановки. Крім того,0 при напрузі до 1000 У можна перерізувати або перерубати проведення або відтягнути потерпілого від струмоведучої частини, відкинути від нього проведення й т.д. При напрузі вище 1000 У застосовують ті ж способи, але при цьому обов'язково застосовують діелектричні рукавички, боти.

Після звільнення потерпілого від дії струму йому надають необхідну медичну допомогу відразу на місці.

Міри першої медичної допомоги залежати від його стану. Якщо потерпілий у свідомості, алі до цього був у непритомності або нетривалий година був під впливом струму, йому необхідно створити повний спокій. При відсутності свідомості, алі збереженому подиху варто укласти потерпілого на м'яку підстилку, забезпечити приплив свіжого повітря, давати нюхати нашатирний спирт.

Якщо потерпілий дихає йз працею - необхідно робити штучне дихання й масаж серця. При відсутності ознак життя, тобто при відсутності подиху серцебиття, пульсу, не можна вважати постраждалого мертвіємо. У цьому випадку також треба робити штучне дихання й масаж серця.

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. ЕКОНОМІКА

Характеристика основного обладнання

Обладнання та апаратура, які встановлені на виробництві відповідають вимогам ДЕРЖСТАНДАРТ 12.2.003.74 “Устаткування виробниче. Загальні вимоги безпеки” та ДЕРЖСТАНДАРТ 12.2. 124-90 “Устаткування виробниче. Загальні вимоги”. Перелік обладнання, що застосовується при виробництва масла наведене в таблиці 9.1.

Таблиця 9.1

№ п/п	Назва	Кількіст ь, шт.	Основні параметри (марка, місткість)
1	Насос	13	НЦ-10
2	Важеля	1	ЗМІ 500
3	Приймальний резервуар	2	2,0 м ³
4	Пластинчатий охолоджувач	1	004-25
5	Резервуар для зберігання молока	4	6,3 т
6	Теплообмінник пластинчатий	1	А 1-00Л-25
7	Трубчатий теплообмінник	1	ПТ-10
8	Сепаратор-вершковідділювач	2	Ж 5-ОС 2-Т3 (5 т)
		2	Ж 5-ОСНС (10 т)
9	Проміжний резервуар	2	1,2 м ³
10	Охолоджувач	1	А ООЛ-25
11	Резервуар для вершків	2	2,5 м ³ , 10 м ³
12	Насос роторний	1	В ОРА-10М
13	Важеля для вершків	1	ЗМІ-500
14	Ванна для вершків	1	ПБ-ОРМ
15	Проміжний бачок	1	0,1 м ³
16	Трубчатий пастеризатор	1	ПТ-5000
1	2	3	4

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

17	Охолоджувач	1	ООЛ-3
18	Напірний бак	1	0,5 м³
19	Сепаратор для наджирних вершків	2	ОСД 500
20	Резервуар для над жирних вершків	2	ВН-600
21	Насос плунжерний	1	НП-1
22	Маслоутворювач	1	МСО-100ПС
23	Стіл і важеля	2	ВНЄ-30
24	Резервуар для сколотини	1	Я ОСВ-4т

Опис технологічного процесу

Технологічний процес виробництва сиру російського винний проходить у відповідності з санітарними правилами ДСП 4.4.4.011-98 і ГОСТ 12.3. 002-75 та складається з наступних операцій, які здійснюються послідовно.

- Приймання молока та контроль його якості;
- Зберігання сировини та матеріалів;
- Охолодження молока;
- Зберігання молока;
- Нормалізація суміші по жирі й білку;
- Пастеризація суміші;
- Підготовка суміші до згортання;
- Внесення компонентів
- Внесення ферменту;
- Обробка згустку;
- Формування сиру;
- Самопресування;
- Пресування;

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Соління ;
- Обсушування;
- Покриття сиру полімерними плівками під вакуумом;
- Визрівання;
- Зберігання;
- Реалізація.

В умовах відкритої ринкової економіки розширюється діапазон оцінки ефективності науково-технічних розробок, а отже, збільшується кількість основних видів ефективності НДДКР, які необхідно визначити з метою цієї оцінки. До них належать:

– **науково-технічний ефект**, який проявляється у підвищенні науково-технічного рівня, поліпшенні параметрів техніки і технологій, що впливає з відкриття нових законів та закономірностей у природі, а отже, і нових технологічних засобів виробництва речовин, матеріалів та видів продукції;

– **економічний ефект** полягає в отриманні економічних результатів від науково-технічних розробок як в цілому для народного господарства, так і для кожного виробничого суб'єкта. Економічна ефективність науково-технічних розробок за відповідною системою показників має відображати вплив їхньої результативності на розвиток економіки країни в цілому, а також регіонів, галузей, організацій і підприємств, що беруть участь у реалізації технологічних нововведень;

– **соціальний ефект**, що відображає зміни умов діяльності людини в суспільстві. Його прояв спостерігається в змінах характеру та умов праці, підвищенні життєвого рівня населення, поліпшенні побутових його умов, розширенні можливостей духовного розвитку особистості, у змінах стану довкілля;

– **маркетинговий ефект**, що відображає потреби ринку в наукових дослідженнях і розробках та можливість їх реалізації.

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Науково-технічну ефективність (НТЕ) результатів прикладних робіт визначають на основі показників науково-технічного рівня. Оцінка науково-технічної ефективності НДДКР відбувається на основі показника ($O_{НТЕ}$), який представляє собою ступінь досягнення максимально можливого рівня, значення якого дорівнює 1 (одиниці):

$$O = K^{\Phi}_{НТЕ} / K^{\Pi}_{НТЕ} \quad (9.1)$$

де $K^{\Phi}_{НТЕ}$ – показник (коефіцієнт) фактичного рівня науково-технічної ефективності;

$K^{\Pi}_{НТЕ}$ – показник (коефіцієнт) потенціально можливого рівня науково-технічної ефективності (дорівнює одиниці).

Значення показника $K^{\Phi}_{НТЕ}$ визначають на основі шкали експертних оцінок (табл. 9.1).

Таблиця 9.1

Шкала експертних оцінок для виміру рівня
науково-технічної ефективності проектів

№	Групи показників	Характеристика показників	Інтервал рейтингового числа	Коефіцієнт значущості показників
1	Науково-технічний рівень	Перевищує кращі світові аналоги	10	0,35
		Відповідає світовому рівню	7 – 9	
		Нижче кращих світових аналогів	5 – 6	
		Перевищує кращі вітчизняні аналоги	3 – 4	
		Відповідає вітчизняному рівню	1 – 2	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5

Арк.

59

		Нижче вітчизняного рівня	0	
2	Перспективність	Першочергова значущість	8 – 10	0,35
		Значущий	5 – 7	
		Корисний	1 – 4	
3	Потенційний масштаб практичного використання	Світовий ринок	10	0,20
		Галузі національної економіки	7 – 9	
		Галузь (регіон)	3 – 6	
		Окремі підприємства (об'єднання)	1 – 2	
4	Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів	Великий	10	0,10
		Середній	5 – 9	
		Малий	1 – 4	

Примітка: об'єкт оцінки і аналог(и), які порівнюють за однаковими показниками, наведеними у співставленому вигляді відхилення в значеннях кожного з показників, мають бути однаковими для варіантів, що порівнюються.

Проведення оцінки

Визначають $K^{\Phi}_{НТЕ}$ на основі експертної оцінки науково-технічного рівня розробки.

З цією метою:

- розробляють перелік специфічних показників, необхідних для виміру науково-технічного рівня розробки;
- формують групу аналогів, які реалізовані на світовому і вітчизняному ринках;
- здійснюють відповідні розрахунки для співставлення показників і

визначення балів по табл 9.1

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До числа специфічних показників відносять:

- **для нової техніки:** продуктивність, споживання інженерних ресурсів на виробітку одиниці продукції, потреба в робочих, які обслуговують обладнання, експлуатаційні витрати на одиницю продукції;
- **для нових матеріалів і речовин:** вміст корисних речовин для виробітки готової продукції, питома вага відходів у загальному обсязі переробленої сировини, вартість одиниці ... нового матеріалу;
- **для нових технологій:** якість виробленої продукції, енергоємність і трудомісткість продукції, собівартість одиниці продукції.

З метою спрощення визначення $K^{\Phi}_{НТЕ}$ у табл. 9.2 не введено показника витрат на одиницю продукції.

Таблиця 9.2

Порівняльні показники для виконання оцінки НТЕ

ПОКАЗНИКИ	Варіанти технології	
	розробленої	співвідносної (аналога)
Рівень новизни	світовий	-
Якість продукції	найвища	вища
Споживання на 1 т продукції		
– тепла, Гкал	5,14	6,85
– електроенергії, кВт·годину	46,72	54,36
– води, м ³	4,13	3,12
Трудомісткість виробництва, людино-годин/ тонну	17,5	6,17

На основі співставлення даних таблиці встановлюють бали по характеристиках чотирьох груп і на цій основі розраховують значення інтегрального показника НТЕ:

$$НТЕ = \sum B_i \times K_i^3 \quad (9.2)$$

де $i = 1 \div 4$,

B_i – бали (рейтингове число),

К – коефіцієнт значущості показників.

Рівень науково-технічної ефективності НДДКР розраховано на основі наведених даних прикладу (табл. 9.3).

Таблиця 9.3

Експертна оцінка і розрахунок величини інтегрального показника НТЕ

№	Групи показників	Рейтинг експертів			Середня за експертними оцінками	НТЕ
		1	2	3		
1	Науково-технічний рівень	8	8	9	8,33	2,91 (8,33 x 0,35)
2	Перспективність	6	7	6	6,33	2,21 (6,33 x 0,35)
3	Потенційний масштаб практичного використання	4	5	5	4,67	0,93 (4,67 x 0,20)
4	Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів	7	8	7	7,33	0,73 (7,33 x 0,10)
В С Ь О Г О						6,78

$$\text{НТЕ} = 7 \cdot 0,35 + 6 \cdot 0,35 + 5 \cdot 0,2 + 6 \cdot 0,1 = 2,45 + 2,1 + 1 + 0,6 = 6,15$$

Отриманий результат слід порівняти з максимально можливим значенням, яке дорівнює 10 балам ($10 \cdot 0,35 + 10 \cdot 0,35 + 10 \cdot 0,2 + 10 \cdot 0,1$).

Отже, оцінка рівня НТЕ може бути зроблена за допомогою інтегрального коефіцієнта оцінки НТЕ ($K_{\text{НТЕ}}$):

$$K_{\text{НТЕ}} = \frac{\text{НТЕ}}{10} \cdot 100 \%$$

На основі даних табл. 10.3 можна дійти до висновку, що $K_{НТЕ}$ відповідає 61,5 %, тобто:

$$K_{НТЕ} = (6,15 \cdot 100) / 10 = 61,5 \%$$

В тому випадку, коли значення $K_{НТЕ}$ перевищує середнє значення, яке дорівнює 5,0, має бути зроблено висновок про достатній рівень НТЕ:

- цілком достатній 5,0 – 6,0;
- достатній 6,1 – 8,0;
- достатньо високий 8,1 – 9,0;
- високий 9,1 – 10.

Таким чином, рівень НТЕ технології можна визнати достатнім. Отже, розроблену технологію пропонується впроваджувати у виробництво.

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

10. ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА

Порядок дій у випадку виникнення аварії на об'єкті.

Ліквідація наслідків аварії на об'єкті передбачається шляхом виконання наступних заходів:

оповіщення керівного складу робочих і службовців підприємства;
оповіщення населення, що мешкає поблизу підприємств, установ,

організацій;

доповідь в штаб ЦО району про аварію; вивчення місця аварії, її розмірів та наслідків; приведення в готовність органів управління ЦО об'єкту; прогнозування зони зараження, характеру і масштабу НС, а також

першочергових заходів щодо зниження рівня небезпеки; визначення необхідного складу сил ЦО об'єкту; прийняття рішення щодо ліквідації наслідків НС, проведення

рятувальних і інших невідкладних робіт;

безаварійна зупинка технологічного обладнання (при необхідності); організація постів спостереження в районі НС; приведення в готовність невоєнізованих формувань ЦО; використання засобів індивідуального захисту; евакуація постраждалих, надання першої медичної допомоги; ліквідація наслідків аварії;

доповідь про вжиті заходи і прийняті рішення в штаб ЦО району; відновлення виробництва.

При загрозі виникнення аварії, катастроф повідомлення керівного складу, працюючих на заводі здійснюється черговим диспетчером по телефону та при допомозі сирени. Порядок повідомлення керівного складу, робочих і службовців, формування ЦО, населення, що мешкає поблизу, - згідно Схеми оповіщення".

Задіявши Схему оповіщення", черговий диспетчер (охоронник) повідомляє про аварію населення, напрямок руху хмари зараженого повітря згідно з інструкцією повідомлення по секторам". Керівники невоєнізованих формувань кожні дві години повідомляють начальнику ЦО об'єкту, який

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виконує загальне керівництво по ліквідації великої виробничої аварії з викидом СДОР, про хід ліквідації аварії.

Безпосереднім керівником робіт по ліквідації виробничих аварій з викидом СДОР є начальник штабу з ліквідації НС - головний інженер.

Отримавши інформацію про аварію, вивчивши її розміри і обставини виникнення, НШЦО терміново:

приступає до виконання заходів, передбачених планом ліквідації аварії;

перевіряє, чи викликані формування ЦО, передбачені для ліквідації аварії, чи повідомлені начальник ЦО району, ближні об'єкти і населення;

перевіряє спорядженість і здатність невоєнізованих формувань ЦО заводу для проведення СНАВР.

Приймає рішення і ставить завдання невоєнізованим формуванням на проведення робіт по спасінню людей, локалізації і ліквідації аварії:

- посту радіаційного і хімічного спостереження (РХС) визначити зони небезпечного і надзвичайно небезпечного зараження і позначити їх на місці знаками огороження;
- групі охорони громадського порядку (охороні) оцінити зону ураження і не допускати сторонніх осіб;
- пошук, евакуацію уражених виконувати силами санітарного посту з робітниками заводу;
- санітарному посту надавати першу медичну допомогу ураженим поза межами зони ураження і викликати медичну допомогу для транспортування їх в лікарню;
- силами пожежних автомобілів виконати постановку загороджувальної завіси по шляху руху хмари зараженого повітря;
- у випадку виникнення пожежі, гасіння організовувати силами пожежних автомобілів пожежної команди;
- роботи проводити в засобах захисту шкіри, ізолюючих протигазах і

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в промислових протигазах марки „КД” в дві зміни, тривалість роботи змін:

при температурі +20°C - одна година,

при більш низьких температурах - дві години.

Для ведення робіт невоєнізовані формування забезпечуються промисловими протигазами коробками КД-5, гумовими плащами, костюмами захисними Л-1 та іншим необхідним табельним майном.

Працюючі, отримавши сигнал повідомлення „ГАЗИ! АМІАК!”, терміново одягають промислові протигази марки „КД”, проводять безаварійну зупинку виробництва і під керівництвом начальників цехів, начальників відділів, слідують до місця збору, поза межами зони ураження.

У випадку необхідності, через вищестояще керівництво, залучаються додаткові сили для ліквідації аварії.

Місце збору невоєнізованих формувань ЦО для ліквідації аварії з викидом СДОР -прохідна заводу.

Пункт управління ЦО об'єкту і розташування оперативної групи -кабінет директора заводу.

Зв'язок з цехами заводу виконувати по телефону і посильними. Зв'язок з вище стоящим керівництвом -телефонний.

Порядок донесень - через кожні дві години по телефону та посильним

Основні види і способи захисту робочих і службовців у надзвичайних ситуаціях

Зміст рятувальних та інших рятувальних робіт.

Сили і засоби для проведення рятувальних робіт.

Найпростіші засоби захисту органів дихання.

Призначення засобів захисту органів дихання.

Правила користування засобами колективного захисту.

Загальна характеристика евакуації.

Особливості захисних споруд ЦО.

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мета і способи спостереження та контролю за ураженням навколишнього середовища і продуктів харчування.

Щорічно в різних країнах світу, у різних галузях діяльності людини трапляються мільйони нещасних випадків, сотні тисяч з яких закінчуються трагічно. Страждають люди всіх професій на виробництві, в побуті, в армії, на транспорті. Великих збитків зазнають країни від аварій, катастроф, пожеж, стихійних лих, які призводять до загибелі людей. В Україні 28 жовтня 1999 року затверджено Указом Президента України найважливіші функції безпеки життєдіяльності людини, передано в компетенцію Міністерства з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків чорнобильської катастрофи. Ці функції спрямовані на захист населення від наслідків стихійних лих, аварій та катастроф, а також застосування ворогом сучасних засобів ураження. Захист населення - це комплекс заходів, спрямованих на попередження негативного впливу наслідків надзвичайних ситуацій чи максимального послаблення ступеня їх негативного впливу.

Основні принципи щодо захисту населення:

Захист населення планується і здійснюється диференційовано, залежно від економічного та природного характеру його розселення, виду, ступеня небезпеки, можливих надзвичайних ситуацій. Усі заходи щодо життєзабезпечення населення готуються заздалегідь і здійснюються на підставі законів держави. При захисті населення використовують усі наявні засоби захисту (евакуацію із небезпечних районів, захисні споруди, індивідуальні засоби захисту...). Громадяни повинні знати основні свої обов'язки щодо безпеки життєдіяльності, дотримуватись установлених правил поведінки під час надзвичайних ситуацій.

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Є п'ять основних заходів щодо забезпечення захисту населення в надзвичайних ситуаціях:

Укриття людей у сховищах, медичний, радіаційний та хімічний захист, евакуація населення з небезпечних районів.

Спостереження та контроль за ураженістю навколишнього середовища, продуктів харчування та води радіоактивними, отруйними, сильнодіючими отруйними речовинами та біологічними препаратами.

Організація і проведення рятувальних та інших робіт у районах лиха й осередках ураження.

Повідомлення населення про факт небезпечної аварії, стихійного лиха, застосування зброї масового знищення проводяться засобами масової інформації (радіо, телебачення та ін.) з метою не допустити загибелі людей, забезпечення їм нормальні умови життєдіяльності у надзвичайній ситуації. Для того, щоб населення своєчасно ввімкнуло радіо та телевізора, в помешканнях, на підприємствах, інших закладах існує сигналізація (сирени, ревуни, гудки). Почувши сигнал, всі громадяни повинні ввімкнути радіо і телевізор. Рев сирени означає: "Увага всім!". По радіо і телебаченню штаб цивільної оборони України у надзвичайних ситуаціях передають сигнал повідомлення, а також поради населенню, як поводитися в тій чи іншій ситуації. Наприклад: "Увага! Говорить штаб Цивільної оборони міста Коломиї. Громадяни! У зв'язку з можливістю землетрусу необхідно: відключити газ, воду, електричний струм, погасити вогонь у печах. Повідомте усіх сусідів про цю інформацію. Візьміть одяг, цінні речі, документи, харчі і вийдіть на вулицю. Допоможіть хворим і літнім. Займіть місця подалі від будинків, споруд і ліній електропередачі". При загрозі війни або іншого регіонального конфлікту із застосування сучасної зброї існують спеціальні сигнали.

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після сигналу повідомлення виконуються

такі дії: **Повітряна тривога**

Якщо сигнал безперервний дзвінок сирен, гудків протягом 2-3 хв, то зупиняються всі роботи, вимикаються прилади, силова мережа. Виключається подача газу, електричного струму. Робітники і службовці прямують до сховищ.

Якщо сигнал радіосигнал: "Увага! Увага! Увага! Повітряна тривога!", тоді якщо цей сигнал застосовується у вас дома, негайно вимкніть нагрівальні прилади, газ, світло, загасіть вогонь у печі, одягніть дітей, візьміть засоби індивідуального захисту: протигаз, ватно марлеву пов'язку, аптечку, документи, необхідні речі, харчі, воду. Вимкніть зовнішнє і внутрішнє світло і прямуйте до сховищ. Якщо ви під час тривоги знаходитесь на вулиці, необхідно сховатися в найближчому сховищі. А якщо ви не встигли сховатися в сховищі, то сховайтесь у підвалах, підземних переходах, тунелях. Якщо поблизу немає підземних споруд, ховайтеся у траншеях, канавах, ярах, ямах та іншим місцях, обов'язково треба надіти засоби індивідуального захисту.

Радіаційна небезпека.

Якщо сигнал радіосигнал: "Увага! Увага! Громадяни! Радіаційна небезпека!" Тоді надіньте респіратор; проти пилову тканину-маску, а при відсутності - протигаз. Візьміть харчі, воду, предмети першої необхідності і прямуйте до сховища. При відсутності сховища надійним захистом можуть бути підвали і кам'яні споруди. А якщо ви сховалися у квартирі або на підприємстві, не гайте часу: приступайте до герметизації приміщення, зачиніть вікна, двері, заткніть усі щілини. Якщо ви перебуваєте на зараженій місцевості або вам доведеться увійти в район ураження, необхідно прийняти засіб №1 з індивідуальної аптеки. Вихід зі сховища можливий тільки за розпорядження місцевих органів Цивільної оборони.

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Хімічна тривога.

Якщо радіосигнал: "Увага! Увага! Громадяни! Хімічна тривога!" То почувши сигнал, надіньте протигаз, засоби захисту шкіри та сховайтеся у сховищі. При загрозі хімічного ураження необхідно прийняти антидот, біологічного ураження - протибіологічний засіб №1 з аптеки А 1-2. Якщо захисної споруди немає - використовуйте житло, підсобні та виробничі приміщення.

Сховища залишити можна тільки після рішення місцевих органів Цивільної оборони і сигналу "Відбій повітряної тривоги". За принципом захисної дії засоби індивідуального захисту органів дихання поділяються на фільтруючі та ізолюючі.

До засобів індивідуального захисту органів дихання фільтруючого типу відносяться фільтруючі протигazi ГП-5, ГП-7, респіратори, ватно-марлеві пов'язки. Фільтруючі протигazi призначені для захисту органів дихання, обличчя та очей від отруйних і радіоактивних речовин та бактеріальних засобів.

Принцип дії фільтруючого протигазу ґрунтується на ізоляції органів дихання від забруднюючого навколишнього середовища й очищення вдихнутого повітря від токсичних аерозолів і парів у фільтруючо-поглинаючій системі, які з'єднані між собою безпосередньо або за допомогою з'єднувальної трубки.

Сумка й незапiтнiваючі плівки також входять до комплекту протигазу.

Шолом-маска захищає обличчя й очі від ОР, СДОР, РП, БА, підводячи до органів дихання очищене повітря й викидаючи в атмосферу видихнуте повітря. Вона складається із корпусу, окулярного вузла, системи кріплення на голові та клапанної коробки. Вона виготовляється із гуми сірого або чорного кольору. З'єднувальна трубка з'єднує шолом-маску протигазу із фільтруючо-поглинаючою коробкою. Вона зроблена із гуми, обтягнута

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

трикотажем і має поперечні складки, які надають їй пружності та забезпечують проходження повітря при згині.

Сумка призначена для носіння, захисту та збереження протигаза.

Незапотіваюча плівка служить для захисту окулярного вузла від запітнівання.

Підготовка протигаза до використання починається з вибору необхідного розміру шолом-маски, який визначається за обсягом голови шляхом вимірювання її по лінії, що проходить через маківку, щоки та підборіддя.

Наприклад: СП-5М (ШМ-62) до 63, 63,50-65,5; 66-68; 68,5-70,5; 71 і більше.

При використанні протигаза необхідно:

Надіти сумку з протигазом через праве плече так, щоб вона була на лівому боці.

Відрегулювати за допомогою пряжки довжину плечового ремня так, аби його краї опинилися на рівні талії.

Затримати дихання, заплющити очі, вийняти шолом-маску, взяти її обома руками так, щоб великі пальці були ззовні, а решта - всередині.

Прикласти в нижню частину шолома підборіддя, різким рухом рук вгору і назад, натягнути шолом-маску на голову так, щоб не було складок, а окуляри розмістилися на рівні оцей;

Видихнути повітря, відкрити очі, продовжувати дихати.

Респіратори використовуються для захисту органів дихання від радіоактивного пилу (Р-2), від парів і газів на виробництві із СДОР (РПГ-67, РУ-60, РУ-60МУ).

Респіратор Р-2 - це фільтруюча напівмаска з двома вдихальними клапанами й одним видихальним, кріпленням.

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Респіратор Р-2 виготовляють трьох розмірів, які визначаються виміром висоти обличчя (відстань між точкою найбільшого заглиблення перенісся та найнижчою точкою підборіддя).

На підприємствах із СДОР використовують респіратори, які складаються із гумової напівмаски, фільтрувально-поглинальних патронів, пластмасових манжет із клапанів вдиху та видиху, трикотажного обтюратора, наголовника для закріплення на голові.

Ізолюючі засоби індивідуального захисту органів дихання призначені для захисту органів дихання, очей та обличчя від шкідливих речовин у повітрі в умовах ізоляції органів дихання від навколишнього середовища.

До цих засобів захисту органів дихання відносяться ізолюючі дихальні апарати типу ІП-4, ІП-5.

ІП-4 призначені для захисту органів дихання, шкіри, обличчя та очей від речовин будь-якої концентрації і сили дії.

Принцип дії його заснований на виділенні кисню із хімічних речовин при поглинанні вуглекислого газу і вологи, які видихає людина, тобто перетворення CO₂ на O₂.

ІП-4 складається із шолом-маски із з'єднувальною трубкою, реферативного патрона, дихального мішка, каркаса, сумки.

Шолом-маска ІП-4 служить для ізолювання органів дихання від отруйного зовнішнього середовища.

Регенеративний патрон призначений для отримання кисню, необхідного для дихання, а також поглинання вуглекислого газу і вологи, які містяться у видихнутому повітрі.

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дихальний мішок - є резервуаром для видихнутої газової суміші та кисню, який виділяє регенеративний патрон.

Сумка - для зберігання та перенесення ІП-4.

Тривалість роботи у протигазі:

при важкому фізичному навантаженні (біг, земляні роботи) - 40 хв.

при середньому фізичному навантаженні (хода, обслуговування механізмів) - 60 хв.;

при легкому фізичному навантаженні (перебування у стані спокою) - 180 хв.

Розмір шолома: Наприклад, 1 - до 635; 2 - 647-670; 4 - 700 і більше.

Для запуску ІП-4 необхідно:

встановити регенеративний патрон ІП-4 на каркас та приєднати його до дихального мішка;

приєднати шолом-маску до ІП-4;

одягнути сумку з ІП-4 через праве плече так, щоб вона була зліва, а регенеративний патрон був на рівні талії;

відкрити кришку сумки, вийняти шолом-маску;

надіти шолом-маску так, щоб не було складок, а окуляри - на рівні очей;

привести у дію пусковий брикет, знявши чек, закрутивши гвинт за годинниковою стрілкою до краю;

переконатися в тому, що пусковий пакет працює за зміною кольору термоіндикатора - від рожевого до яскраво-синього;

закрити кришку сумки і зацепити її на всі кнопки.

Евакуація - це організований вихід працівників підприємств та організацій, які припиняють або переносять свою діяльність у заміську зону, а також непрацездатного й незайнятого у виробництві населення.

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для швидкого виходу (виїзду) населення евакуацію проводять комбінованим способом.

Комбінований спосіб евакуації полягає в тому, що населення покидає місто різноманітними засобами (метро, автомобілі тощо).

Як правило, транспортом вивозять робочі зміни, формування Цивільної оборони, дітей і літніх людей, інвалідів, вагітних жінок тощо.

Евакуація населення проводиться за територіально-виробничим принципом. Це означає, що вихід у замиську зону робітників і службовців, евакуйованих членів їхньої сімей, студентів ВУЗів, учнів шкіл та училищ організовується через підприємства, навчальний заклад.

Плани евакуації населення розташовані в штабах Цивільної обороти міста, району, області. На підставі плану евакуації проводять такі заходи: створюють і завжди підтримують наготові пункти управління, засоби зв'язку й передачі інформації; підготовлюють усі види транспорту, станції та пункти посадки і висадки, райони розміщення у замиській зоні, виявляють приміщення, придатні як протирадіаційні укриття, проводять інші заходи, що сприятимуть успішній евакуації населення.

Для підготовки і проведення евакуації населення на допомогу штабам Цивільної оборони в містах, районах і на об'єктах народного господарства створюють евакуаційні комісії. Вона здійснює: підрахунок населення, яке підлягає евакуації, підрахунок можливостей населених пунктів замиської зони, прийняття й розміщення населення, організацій та навчальних закладів, розподіл районів і населених пунктів між евакуйованими; підрахунок транспортних засобів і розподіл їх по об'єктах евакуації тощо.

Евакуаційна комісія об'єкта здійснює: підрахунок кількості студентів та викладачів, членів їхньої сімей, які евакуйовуватимуть; визначення складу піших колон і уточнення маршрутів їх виходу; організовує забезпечення

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

транспорт, готує пункти посадки і висадки; забезпечує зв'язок з районними комісіями, займається питанням розміщення матеріального забезпечення, медичного та побутового обслуговування.

Евакуацію населення проводять через збірні евакуаційні пункти (ЗЕП), що призначені для збору, реєстрації й відправлення населення.

ЗЕП розміщують у громадських будинках, поблизу залізничних станцій, платформ, тобто поблизу місць посадки на відповідний транспорт. Крім того, поблизу ЗЕП підготоване сховище з розрахунком кількості відправленого населення. Поблизу станцій пунктів висадки створюють прийомні евакуаційні пункти (ПЕП), на який організовуються зустріч і відправлення населення.

У заміській зоні робітників і службовців розміщують зі своїми сім'ями, а на роботу відправляються у місто.

Студенти навчальних закладів і учні продовжують навчання у заміській зоні.

Спостереження організовується з метою своєчасного забезпечити штаб Цивільної оборони необхідними даними про радіоактивне, хімічне, біологічне зараження та вжити необхідних заходів щодо захисту населення. Дані обстеження використовують органи державної влади для прийняття відповідних рішень щодо евакуації населення, встановлення режиму.

Система спостереження за станом середовища України має величезну відомчу структуру.

Режимні спостереження за станом природних ресурсів здійснюють десять міністерств та відомств.

Міністерство охорони навколишнього природного середовища України здійснює спостереження за джерелами промислових викидів в атмосферу та дотримання норм гранично доступних викидів; джерелами скидів стічних

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вод і дотримання норм тимчасово узгоджених і гранично допустимих складів; станом ґрунтів, скидами і викидами з об'єктів, на яких використовуються радіаційно небезпечні технології, станом складів, звалищ промислових і побутових відходів, наземних і морських екосистем.

Національне космічне агентство України спостерігає за станом озонового шару, забрудненістю атмосфери, ґрунтів та поверхневих вод, радіаційним станом.

Міністерство охорони здоров'я України проводить вибіркові спостереження за рівнем забруднення атмосферного повітря у місцях проживання населення, станом поверхневих вод у населених пунктах, станом здоров'я населення і впливом на нього забрудненого природного середовища та ряд інших фізичних факторів (шум, радіація, вібрація тощо).

Міністерство сільського господарства та продовольства України здійснює контроль за токсичним станом сільськогосподарських рослин та тварин і продуктів з них. Міністерство лісового господарства України - стан лісів, ґрунтів у лісах та мисливської фауни.

Державний комітет України з гідрометеорології контролює стан атмосферного повітря, поверхневих, підземних та морських вод, стан озонового шару у верхній частині атмосфери, радіаційну обстановку (АЕС).

Державні комітети України, житлово-комунального господарства здійснює спостереження за якістю питної води централізованих систем водопостачання, станом стічних вод, міської каналізаційної мережі, станом зелених насаджень тощо.

Подану цими організаціями інформацію узагальнює та аналізує Міністерство природи України, щорічно її публікують у Національній доповіді про стан навколишнього природного середовища України.

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мультимедійна лекція з освітнього компоненту " Холодильні установки" [Електронний ресурс] / О. С. Подмазко ; Каф. холодильних установок і кондиціонування повітря. — Одеса : ОНТУ, 2026. — 24 с.
2. 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.
3. 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.
4. Холодильні установки. Системи відводу теплоти конденсації : метод. вказівки [Електронний ресурс] / О. С. Подмазко, Н. А. Піщанська ; Каф. холодильних установок і кондиціонування повітря. — Одеса : ОНТУ, 2023. — 21 с.
5. Штучний холод в енергетичних системах з відновлюваними джерелами енергії [Електронний ресурс] : навч. посіб. / О. С. Подмазко, Н. О. Піщанська ; Одес. нац. технол. ун-т. — Одеса : ОНТУ, 2023. — 184 с. : рис., табл. — Бібліогр. : 16 назв.
6. Холодильні установки спеціального призначення : конспект лекцій [Електронний ресурс] / О. С. Подмазко, Н. О. Піщанська ; Каф. холодильних установок і кондиціонування повітря. — Одеса : ОНТУ, 2023. — 99 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.

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Процеси та елементна база систем нетрадиційної енергетики [Електронний ресурс] : метод. вказівки: "Розрахунок магістральних трубопроводів" / О. С. Подмазко ; Каф. термодинаміки та відновлюваної енергетики. — Одеса : ОНАХТ, 2019. — 4 с.
9. Процеси та елементна база систем нетрадиційної енергетики [Електронний ресурс] : метод. вказівки по розрахунку тепло припливів / О. С. Подмазко, Н. О. Піщанська ; Каф. термодинаміки та відновлюваної енергетики. — Одеса : ОНАХТ, 2019. — 28 с.
10. 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.
11. 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.
12. Конспект лекцій по холодильним установкам [Електронний ресурс] / О. С. Подмазко ; Каф. холодильних установок і кондиціонування повітря. — Одеса : ОНАХТ, 2019. — 59 с.
13. 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.
14. Проектування енергоефективних систем кондиціонування повітря [Електронний ресурс] : монографія / Н. О. Піщанська, О. С. Подмазко, І. О. Подмазко ; Одес. нац. технол. ун-т. — Одеса : ОНТУ, 2025. — 255 с.

					КРБ.ХУКП.1.499-03.1.5	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		