

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Інститут (факультет) _____ ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого _____
Кафедра _____ теплоенергетики та холодильної техніки _____

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)
_____ Блаженко С.І. _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2021р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Петренко В.П. _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2021р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності _____ 142 Енергетичне машинобудування _____
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми _____ Холодильні техніка та технології _____

на тему: _____ Проект холодильної установки м'ясокомбінату продуктивністю
90 т/добу у м. Вишневе _____

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ХМ-4-1_ск

_____ Бабич Олексій Анатолійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ Масліков Максим Михайлович _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній
роботі немає запозичень із праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Здобувач _____
(підпис)

Київ - 2021р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого

Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Холодильні техніка та технології

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафедри ТЕХТ

“ 03 ” квітня 2021 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Бабича Олексія Анатолійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект холодильної установки м'ясокомбінату продуктивністю 90 т/добу у м. Вишневе

керівник роботи доц. Масліков Максим Михайлович,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 30 ” 03 2021 року №227-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 01.06.2021р.

3. Вихідні дані до роботи _____

Холодоагент R717

Тип продукту субпродукти, консерви, м'ясо в напівтушах

Ізоляційний матеріал сендвіч панелі на основі ППУ

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

1). Технолог. схема оброблення продукції. _____

2). Розрахунок холодильної частини проекту _____

3). Техніко економічні показники _____

4). Охорона праці _____

5. Перелік графічного матеріалу _____

1. План та розріз будівлі холодильника _____

2. Схема холодильної установки _____

Анотація

В дипломному проекті розраховано будівлю холодильника м'ясокомбінату продуктивністю 90 т/добу у м. Вишневе, а також підібране необхідне холодильне обладнання для забезпечення потреб підприємства в штучному холоді. Підбір необхідного холодильного обладнання виконано з метою досягнення максимальної ефективності по витраті електроенергії при роботі холодильної установки та досягненні необхідного ефекту в отриманні штучного холоду при мінімальних капітальних та експлуатаційних затратах.

Наведено розрахунки будівельно-ізоляційних конструкцій, площ камер холодильника, основного та допоміжного обладнання холодильної установки.

В дипломному проекті враховані новітні досягнення в об'ємно-планувальних та конструктивних рішеннях холодильників, системах і схемах охолодження холодильних камер та технологічних процесів.

Дипломний проект виконаний на ПК, для розрахунків використовувалися такі прикладні програми: CoolPack, «Microsoft Excel» та «Microsoft Word», креслення та схеми виконанні за допомогою програми «AutoCad 2020».

Ключові слова: холодильна установка, м'ясокомбінат, аміак, R717, сендвіч панелі.

					00 БКР 142.004.010.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Проект холодильної установки м'ясокомбінату продуктивністю 90 т/добу у м. Вишневе</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>		<i>Бабич О.А.</i>						
<i>Перевірів</i>		<i>Масліков М.М.</i>						
<i>Рецензент</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затвердив</i>		<i>Петренко В.П.</i>				<i>НУХТ, ТЕХТ</i>		

Зміст

Вступ.....	
1. Технологічна схема холодильного оброблення продукції.....	
2. Техніко-економічне обґрунтування.....	
3. Визначення основних розмірів та планування приміщень холодильника.....	
4. Розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника.....	
5. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень.....	
6. Визначення навантаження на обладнання камер та компресори.....	
7. Вибір розрахункового робочого режиму, та тепловий розрахунок холодильної машини.....	
8. Розрахунок та вибір теплообмінних апаратів.....	
9. Розрахунок допоміжного обладнання холодильної установки.....	
10. Розрахунок економічних показників.....	
11. Цивільний захист.....	
12. Охорона праці.....	
Список використаної літератури.....	

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Забезпечення населення продуктами харчування першочергове завдання соціального розвитку України. Подальше збільшення випуску продукції, підвищення якості, розширення і покращення її асортименту в інтересах споживача при максимальній економічній ефективності виробництва-головне завдання переробної галузі народного господарства. При вирішенні даної проблеми велике значення надається виробництву м'яса. М'ясо і м'ясні продукти містять найважливіші речовини, необхідні організму.

Харчова галузь України на даний час розвивається швидкими темпами і оснащується передовими технологіями та технікою. На підприємствах харчової промисловості широко застосовуються безперервні процеси, механізовані основні трудомісткі операції, відбувається перехід від машин-автоматів до автоматизованих ліній, автоматизується контроль і управління виробництвом.

Україна за своїми природно-кліматичним потенціалом здатна не тільки задовольнити запити свого народу у високоякісних продуктах харчування, а й експортувати їх в інші країни світу.

М'ясна промисловість виробляє різноманітну продукцію-понад 700 найменувань харчового та технічного призначення. Підприємства м'ясної промисловості являють собою багатoproфільні виробництва, ефективність роботи яких визначається рівнем оснащення технологічним обладнанням, станом розвитку технології та якістю продукції, що виготовляється.

М'ясо займає вагомe місце в забезпеченні людей продуктами харчування. Важливо не тільки виростити велику кількість цінних м'ясних продуктів, але і довести їх в доброму вигляді до споживача.

Основним завданням переробної промисловості м'ясної галузі є задоволення потреб населення у високоякісних м'ясних продуктах, розширення асортименту продукції та впровадження

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ресурсозаощаджувальних технологій, спрямованих на здешевлення продукції та вирішення проблеми збалансованого харчування людей.

Тому необхідне створення безупинного холодильного ланцюга, що складається з окремих ланок, які забезпечують умови для безупинної холодильної обробки і збереження швидкопсуючих продуктів на шляху від місць виробництва до місць споживання.

Під час проектування холодильників повинні бути зважені наступні задачі:

- забезпечення високих теплозахисних властивостей конструкцій шляхом використання сучасних ефективних теплоізоляційних матеріалів, герметизацією стиків панелей, дверей, труб і кабелів;

- розробка і впровадження прогресивних технологій холодильної обробки, зберігання, і транспортування м'яса при суворому нормуванні і підтримці температури і вологості на основі раціонального вибору енергозберігаючих систем, інженерного устаткування, у тому числі на базі мікропроцесорної техніки.

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Технологічна схема холодильного оброблення продукції.

М'ясокомбінат - це підприємство з комплексної переробки худоби, свиней і продуктів забою на харчову, лікувальну, кормову й технічну продукцію. Сировиною для м'ясокомбінатів є живі худоба та свині.

До основних виробництв м'ясокомбінату відносяться:

- База передзабійного утримання худоби;
- М'ясожирове виробництво (цех забою худоби і оброблення туш, субпродуктового, жировий, кишковий, шкіроконсервний цехи та цех технічної продукції);
- Холодильник;
- Консервний цех

Згідно із завданням продуктивність м'ясокомбінату складає 120 т/добу (надходження м'яса з забійного цеху).

Вважаємо, що на підприємство за добу надходить 70 т м'яса крупної рогатої худоби (з них 40 т йде на замороження, а 30 – на охолодження) та 50 т м'яса свинини (з них 30 т йде на замороження та 20 т на охолодження).

Схема холодильної обробки м'яса на м'ясокомбінаті: 1 - Прийом сировини з цеху первинної переробки худоби; 1' - Упаковка субпродуктів; 2 - Зважування; 2' - Заморожування субпродуктів; 3 - Сортування за категоріями вгодованості і масі; 3' - Навантаження субпродуктів в камеру заморозки; 4 - Завантаження м'яса до камер холодильної обробки (за допомогою електроштабелерів); 4' - Зберігання субпродуктів ; 5 - Замороження (однофазний спосіб), 5а - Охолодження (однофазний спосіб) 5' - Випуск субпродуктів; 6 - Вивантаження з камер заморожування м'яса; 6а - Вивантаження з камер первинного охолодження м'яса; 7 - Транспортування мороженого м'яса електронавантажувачами в камери схову; 7а - Транспортування охолодженого м'яса електронавантажувачами в камери схову; 7б - Відправка охолодженого м'яса в м'ясопереробний цех; 8 - зберігання мороженого м'яса; 8а - Зберігання охолодженого м'яса; 9 - Зважування мороженого м'яса перед випуском; 9а -

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ				

Зважування охолодженого м'яса перед випуском; 10 - Випуск мороженого м'яса; 10а - Випуск охолодженого м'яса.

Холодильна обробка м'яса.

М'ясо до камер охолодження та замороження надходить у парному стані з температурою 39°C.

Охолодження відбувається однофазним способом протягом 24 годин за температури в камері -3°C і відносної вологості 95%.

Після охолодження частина м'яса йде в камеру обробки та пакування з температурою 0°C, а частина відправляється до м'ясопереробного цеху для виготовлення консерв(20 т/добу).

В камері обробки м'ясо розрізається на сортові отруби та пакується під вакуумом в мішки із полімерної плівки. Запаковане м'ясо складають в пласмасові ящики розміром 605x410x310 мм. Місткість ящика 30 кг. Ящики складають в стоечні піддони по 20 штук на піддон загальною масою 600 кг. Розміри піддона 1240x940x1760 мм. Піддони в камері зберігання складаються в 3 яруси. Температура в камері -1°C, відносна вологість 90%.

Температура в камерах заморожування -30°C, відносна вологість 95 %.

Заморожування м'яса вважається закінченим, коли температура в товщі м'язів стегна досягає -8°C, а на поверхні буде близькою до температури повітря в морозильній камері. Кінцева середньооб'ємна температура стегна напівтуш - 18°C.

Тривалість заморожування 24 години.

Після заморозки напівтуші або четвертини упаковуються в поліетилен і складають в стоечні піддони(рис 1.1). В один стоечний піддон складають 10-14 четвертин КРХ та 30 свинних напівтуш загальною масою 600 кг. Піддони електронавантажувачами транспортують в камеру зберігання з температурою - 18°C та відотною вологістю 95%. Там вони встановлюються в 3 яруси. Вантажна висота складає 5,28 м.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ				

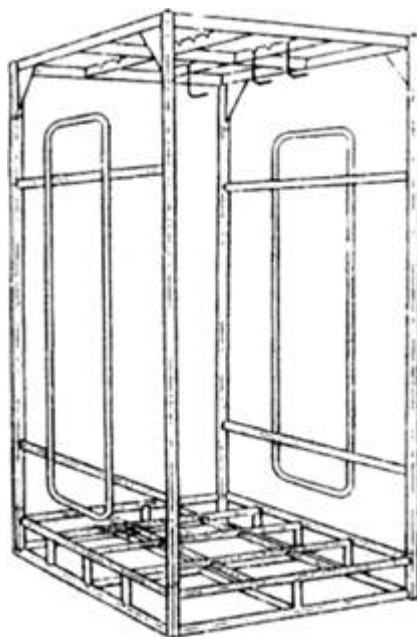


Рис1.1. Стоєчний піддон

Замороження субпродуктів.

До холодильника надходять субпродукти у кількості рівній 16% по відношенню до виробленого м'яса, тобто 20 т/добу.

За харчовою цінністю та смаковими якостями субпродукти підрозділяють на I і II категорії.

До субпродуктів I категорії відносять язик, печінку, нирки, мозок, серце, вим'я яловиче, діафрагму і м'ясокостний хвост (яловичий). Найбільшу харчову цінність мають язик яловичий і телячий (меншу - свинячий), печінка, нирки, мозок яловичі і телячі.

Субпродукти II категорії - голови (без язика), ноги, легені, вуха, свинячий м'ясокостний хвіст, губи, м'ясо стравоходу, шлунок.

Субпродукти заморожуються в блоках. Для цього їх очищують відповідно до діючих норм по їх обробці.

Розміри блоків дорівнюють 370x370x100 мм, вага 20кг.

Зберігаються заморожені субпродукти на піддонах(табл.1.1), які розміщують на стелажах в 5 рядів у висоту (рис.1.2). Температура в камері зберігання -18°C.

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1

Продукт	Кількість блоків по довжині	Кількість блоків по ширині	Кількість блоків по висоті	Маса брутто одного пакету, кг	Висота пакету, мм
Субпродукти	3	2	6	720	745

Технологічна схема виробництва консерв

На підприємстві виробляються консерви двох типів – свинина тушкована (ГОСТ 697-84) та яловичина тушкована (ГОСТ 5284-84).

Консерви «Свинина тушкована» повинні бути вироблені за рецептурою, зазначеною в табл. 1.2.

Консерви «Яловичина тушкована» повинні бути вироблені за рецептурою, зазначеною в табл. 1.3.

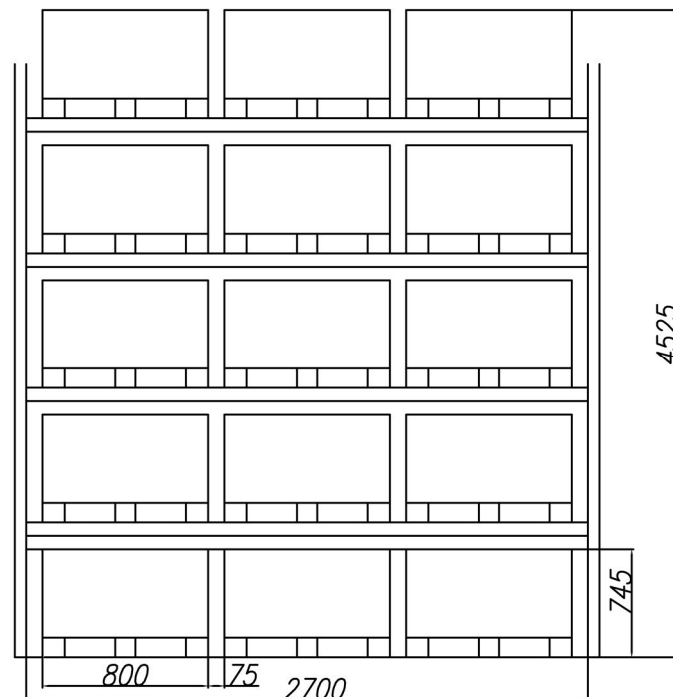


Рис 1.2. Схематичне розміщення продукту на стелажах

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2

Назва сировини	Масова частка компонентів, %
Свинина жилована	97,5
Цибуля ріпчаста очищена подрібнена	1,33
Сіль кухонна	1,14
Перець чорний мелений	0,01
Лавровий лист	0,02

Таблиця 1.3

Назва сировини	Масова частка компонентів, %
Яловичина жилована	87
Жир сирець яловичий	10,5
Цибуля ріпчаста очищена подрібнена	1,33
Сіль кухонна	1,14
Перець чорний мелений	0,01
Лавровий лист	0,02

Перед тим як виготовити консерви, готують сировину. Першою такою операцією є оброблення м'ясних туш, тобто розчленування їх на частини відповідно до стандарту. Після розчленування їх піддають обвалюванню - відділенню м'ясної м'якоті від кісток. Наступна операція - жиловка - видалення з м'якоті жиру, сухожиль, фасцій, хрящів та інших елементів сполучної тканини. Жиловці піддають також жир сирець. Після жиловки м'ясо і жир передають в фасувальне відділення, де подрібнюють до необхідних розмірів. Розфасовку сировини проводять послідовно. Спочатку в банку вносять сіль, перець, лавровий лист, цибулю, потім м'ясо і жир(для консерв з яловичини). Внесення компонентів здійснюється вручну або дозатором. Банки з вмістом вибірково зважують і по конвеєру направляють на закачування.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ				

Після закачування банки потрапляють в металеві корзини з водою (для виключення деформації). При наповненні банками кошиків їх піднімають лебідкою і переміщують в автоклави для стерилізації. При стерилізації вбивається мікрофлора і відбувається варіння м'яса.

Після стерилізації кошики з консервами витягують з автоклава і охолоджують на повітрі, після чого проводять сортування. При сортуванні видаляють банки з різними дефектами. Після сортування від партії беруть 3 банки для бактеріологічного дослідження. При напрямку консервів в реалізацію на них

наклеюють етикетки. Якщо консерви йдуть на зберігання, то банки покривають тонким шаром вазеліну для запобігання від іржі, укладають в ящики. Етикетки в цьому випадку не наклеюють, їх укладають в ящик з банками. Далі готову продукцію розміщують в камерах зберігання при температурі повітря 0°C. Відносна вологість повітря до 80%. Більш висока температура зберігання консервів сприяє псуванню, вміст набуває металевий присмак, змінюється його колір і консистенція.

Консерви, призначені для тривалого зберігання, розфасовані в металеві банки вітчизняного виробництва відповідно до ГОСТ 5981.

Таблиця 1.4

Діаметер, мм		Висота зовнішня максимальна Н, мм	Місткість, см ³	Маса нетто, г
Внутрішній d	Зовнішній D			
99.0	103.0	82	580	525

Консерви пакують в ящики із гофрованого картону за ГОСТ 13516.

Основні параметри і розміри ящиків занесені до табл. 1.5.

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.5

Внутрішні розміри ящиків/Зовнішні розміри ящиків, мм			Місткість, дм ³	Гранична маса вантажу в ящику, кг	Марка гофрованого картону по ГОСТ 7376
Довжина	Ширина	Висота			
412/418	310/316	165/171	17.4	20	T23

Кількість упакованих банок в ящик занесені до табл. 1.6.

Таблиця 1.6

Кількість банок, що містяться в ящику, шт.				Кількість горизонтальних прокладок, шт	Маса нетто вантажу що міститься в ящику, кг
По довжині	По ширині	По висоті	Всього		
4	3	2	24	1	12,6

Всього на холодильник надходить 21,75 т консерв на добу.

Із ящиків формують пакети (табл.1.7), які розміщують на стелажах в 5 рядів у висоту (рис.1.4).

Таблиця 1.7

Продукт	Кількість ящиків по довжині	Кількість ящиків по ширині	Кількість ящиків по висоті	Маса брутто одного пакету, кг	Висота пакету, мм
Консерви	4	2	5	504	1000

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

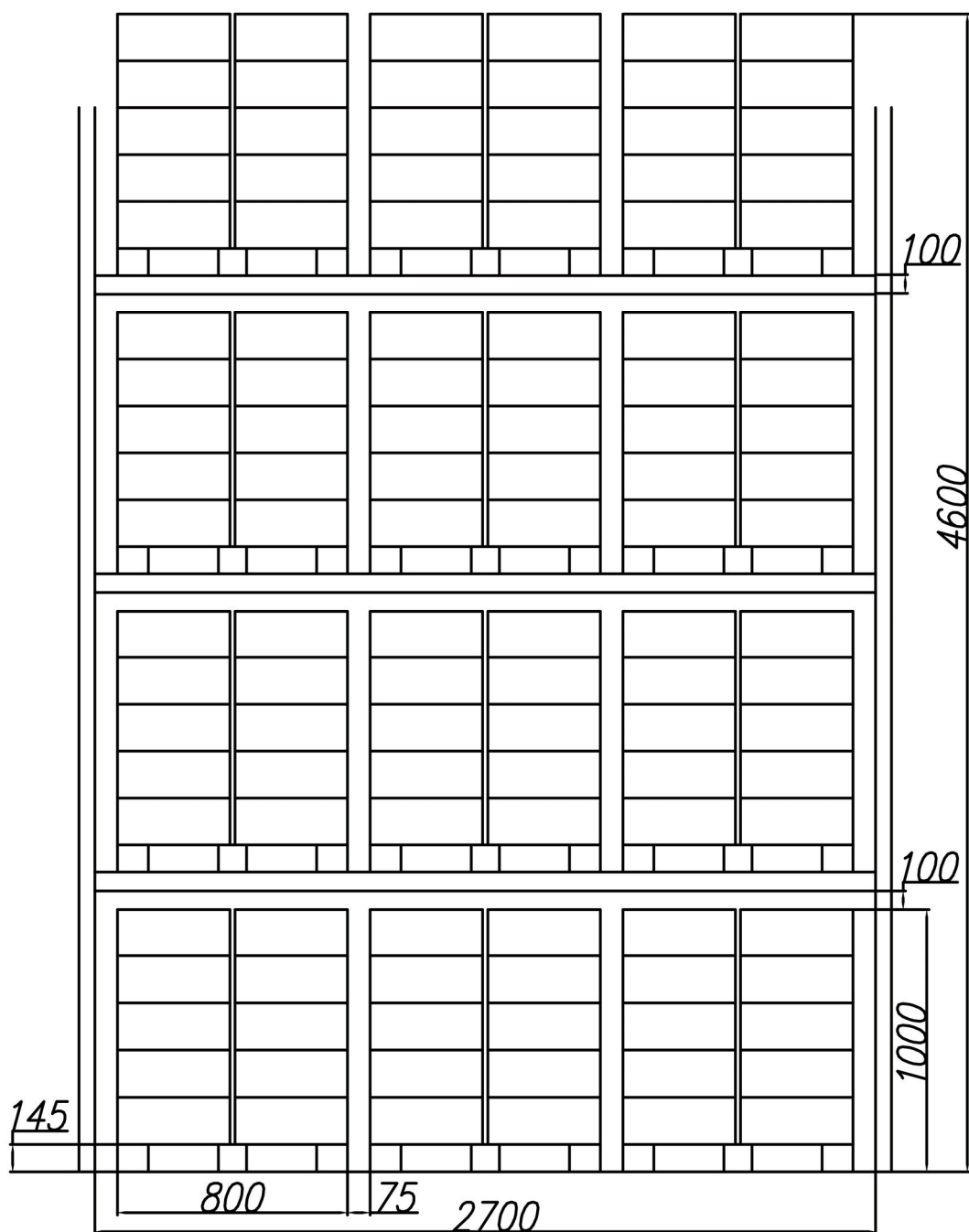


Рис1.4.Схематичне розміщення продукту на стелажах

2. Техніко-економічне обґрунтування

В якості холодильного агента приймаю аміак. Аміак найдешевший холодильний агент, що входить до групи природних холодоагентів. Також аміак має найкращі термодинамічні властивості, що в кінцевому рахунку зменшує витрати електроенергії на виробництво холоду. Сильний запах аміаку – чудовий індикатор втечі та сигнал для її ліквідації.

Безпосередню схему охолодження приймаю насосно-циркуляційну, оскільки така система забезпечує кращий теплообмін.

Охолодження камер зберігання готової продукції та експедиції приймаю повітряне з повітроохолодниками.

Перевагами повітроохолодників порівняно з батареями є рівномірний розподіл температури по всій камері та менша металоємність. Розташування повітроохолодників на стінах, компенсує теплонадходження Q_1 і запобігає скраплюванню конденсованої вологи на продукт.

Для зменшення капітальних затрат було прийнято використовувати в якості несучої конструкції металоконструкцію, а в якості теплоізоляції сендвіч - панелі. Використання цих матеріалів є одним із найсучасніших способів будівництва, що забезпечує простоту, короткі терміни будівництва та високі експлуатаційні характеристики.

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Визначення основних розмірів та планування приміщень холодильника.

Всі охолоджувані приміщення холодильника компоуємо в одному контурі.

Приймаємо сітку колон холодильника 6x12 м. Висота холодильника складає 6 м.

Визначимо основні розміри та місткості камер холодильника за розрахунком із реальних даних.

Необхідну площу камер визначаємо графічним методом.

Камери заморожування та охолодження мяса.

Для забезпечення продуктивності камер заморожування необхідно $70000/250=280$ м підвісного шляху.

Для забезпечення продуктивності камер охолодження необхідно $50000/250=200$ м підвісного шляху.

Розміри камер та розміщення підвісного шляху в камерах зображено на рис.2.1 та рис.2.2

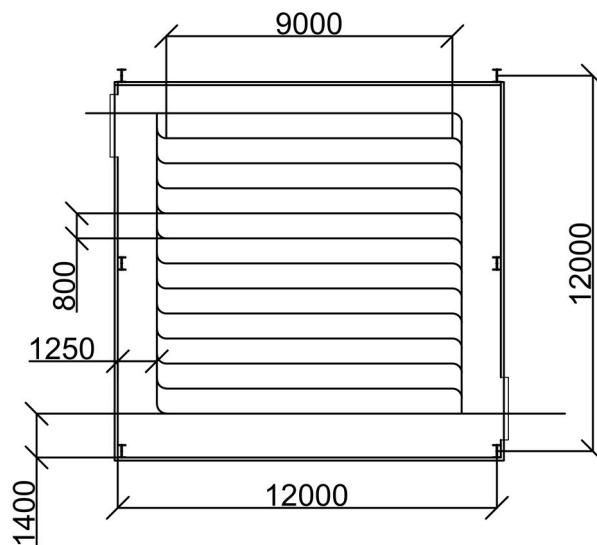


Рис.2.1. Розміщення підвісних колій в камері 12x12 м.

Загальна довжина підвісного шляху в камері – 117 метрів. Місткість камери складає:

$$V=117*250=28250 \text{ кг.}$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

00 БКР 142.004.010.ПЗ

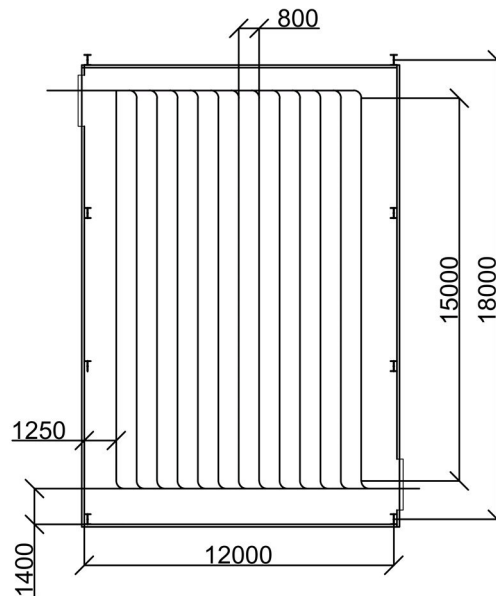


Рис.2.2. Розміщення підвісних колій в камері 12х18м

Загальна довжина підвісного шляху в камері – 195 метрів. Місткість камери складає:

$$V=195*250=48750 \text{ кг.}$$

Для заморозки мяса приймаємо одну камеру розміром 12х12 м та одну камеру розміром 12х18 м. Загальна місткість камер заморозки складає:

$$V=28250+48750=77000 \text{ кг.}$$

Для охолодження мяса приймаємо дві камери розміром 12х12 м. Загальна місткість камер охолодження складає $V=28250+28250=56500$ кг.

Камера зберігання охолодженого мяса

Місткість камери розраховуємо з умови розміщення 3-добового надходження мяса:

$$V=30*3=90\text{т}$$

Визначаємо необхідну кількість палето-місць для зберігання охолодженого мяса:

$$\frac{90 \cdot 10^3}{1800} = 50 \text{ місць ;}$$

Приймаємо, що мясо буде зберігатися у камері розміром 30х12 метрів.

Наносимо схематичне зображення розміщення піддонів в камері:

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

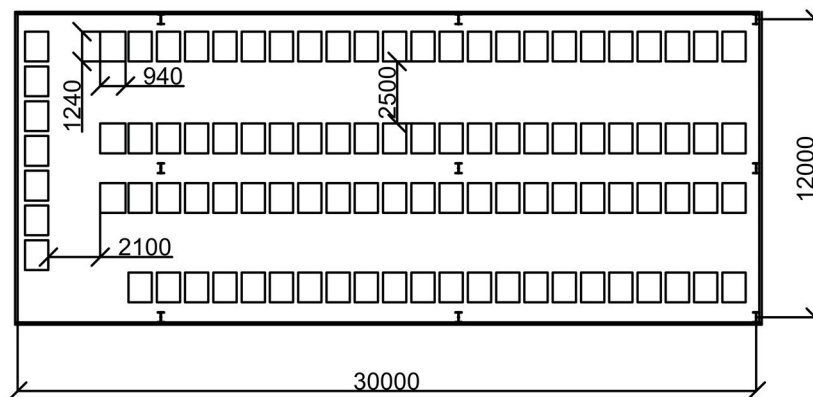


Рис.2.3. Розміщення піддонів у камері зберігання 30х12 м

На камеру припадає 95 палето-місць.

Дійсна місткість камери зберігання:

$$V=95*1800=171 \text{ т}$$

Камери зберігання замороженого мяса

Місткість камер розраховуємо з умови розміщення 20-добового надходження мяса:

$$V=70*20=14000 \text{ т}$$

Визначаємо необхідну кількість палето-місць для зберігання охолодженого мяса:

$$\frac{1400 \cdot 10^3}{1800} = 778 \text{ місць ;}$$

Розміри камер та розміщення піддонів в камерах зображено на рис.2.4,2.5,2.6 та 2.7.

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

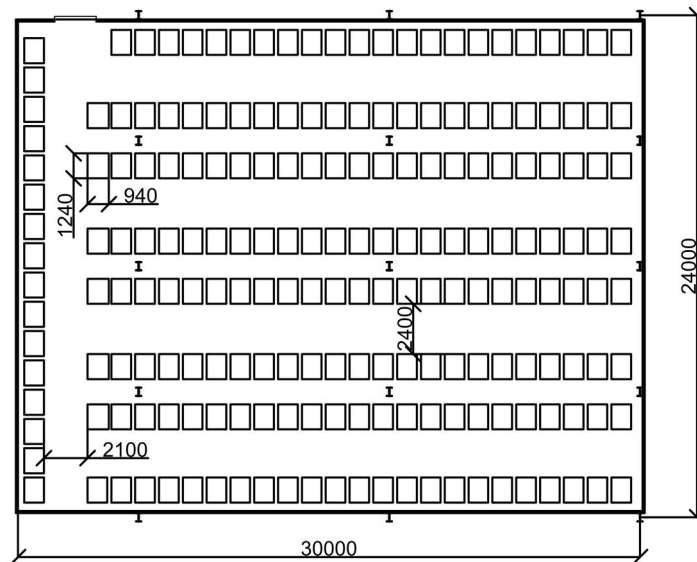


Рис.2.4. Розміщення стелажів у камері зберігання 30х24 м.

На камеру припадає 199 палето-місць.

Дійсна місткість камери зберігання:

$$B=199*1800=358200\text{кг}$$

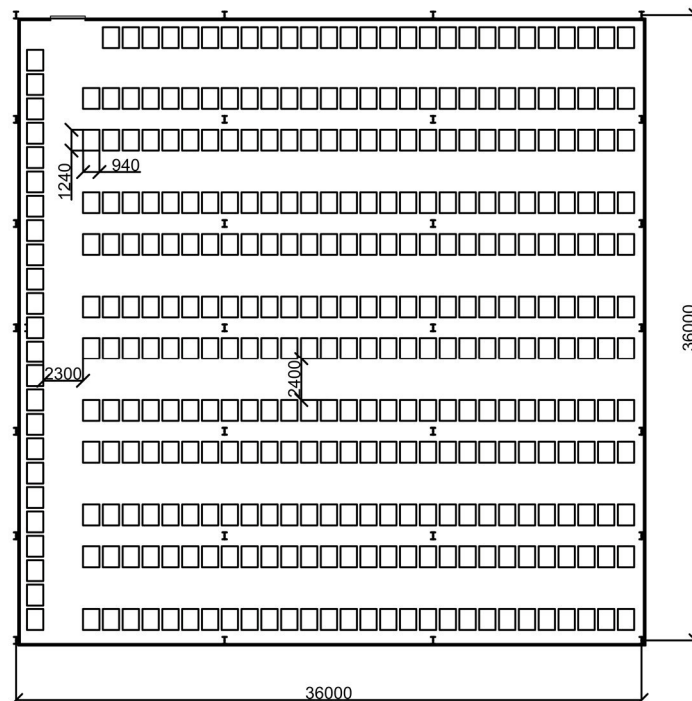


Рис.2.5. Розміщення піддонів у камері зберігання 36х36 м.

На камеру припадає 359 палето-місць.

Дійсна місткість камери зберігання:

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

00 БКР 142.004.010.ПЗ

$$V=359*1800=646200\text{кг}$$

На камеру припадає 228 палето-місць.

Дійсна місткість камери зберігання:

$$V=228*1800=410400\text{кг}$$

На камеру припадає 119 палето-місць.

Дійсна місткість камери зберігання:

$$V=119*1800=214200\text{кг}$$

Загальна місткість камер зберігання складас:

$$V=358200+646200+410400+214200=1629000\text{кг.}$$

Камеру заморозки субпродуктів приймаємо розміром 12х12 метрів.

Камера зберігання заморожених субпродуктів

Місткість камери розраховуємо з умови розміщення 20-добового надходження продукту:

$$V=20*20=400\text{т}$$

Визначаємо необхідну кількість палето-місць для зберігання субпродуктів:

$$\frac{400 \cdot 10^3}{3600} = 112 \text{ місць ;}$$

Розмір камери та розміщення піддонів в камері зображено на рис.2.8.

На камеру припадає 143 палето-місця.

Дійсна місткість камери зберігання:

$$V=143*3600=514800\text{кг}$$

Камери зберігання консерв

Місткість камер розраховуємо з умови розміщення 25-добового надходження продукту

$$V=21,75*25=543,75\text{т}$$

Визначаємо необхідну кількість палето-місць для зберігання консерв :

$$\frac{543.75 \cdot 10^3}{2016} = 270 \text{ місць ;}$$

Розмір камери та розміщення піддонів в камері зображено на рис.2.9 та 2.10

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

а камеру припадає 167 палето-місць.

Дійсна місткість камери зберігання:

$$V=167*2016=336672\text{кг}$$

На камеру припадає 115 палето-місць.

Дійсна місткість камери зберігання:

$$V=115*2016=231840\text{кг}$$

Загальна місткість камер зберігання складає

$$V=336672+231840=568512\text{кг}$$

Приймаємо 2 експедиції:

для заморожених продуктів розміром 24x12 метрів.

для охолоджених продуктів розміром 12x12 метрів.

Площу машинного відділення знаходимо за формулою:

$$F_{м.в.} = 0,1 \times \sum F_{б\text{уд}} ;$$

де $\sum F_{б\text{уд}}$ – загальне площа холодильника

$$F_{м.в.} = 0,1 \times 7776 = 778 \text{ м}^2$$

При цьому кількість будівельних прямокутників знаходимо по формулі:

$$n = \frac{F_{м.в.}}{f_{б\text{уд}}} = \frac{778}{72} = 10.8$$

Приймаю 11 будівельні прямокутники.

Розрахунок площі машинного відділення є орієнтовним. Дійсну площу машинного відділення знаходимо графічним методом після підбору необхідного обладнання.

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника.

Утеплення холодильника виконуємо із пінополіуретану (ППУ) сендвіч панелей які в свою чергу являються як і теплоізоляцією так і гідроізоляцією, оскільки метал має досить малий коефіцієнт паро проникності, а всі стики ізолюються герметиком.

Склад стін, покриття і підлоги наведені в табл. 4.1 та 4.2.

Таблиця 4.1

Зовнішня стіна, внутрішня стіна, перегородка, покриття	δ	λ	$\Sigma\delta_i/\lambda_i$
	м	Вт/мК	м ² К/Вт
1. Стальний оцинкований лист	0,001	55,000	0,00003636
2. Теплоізоляція з пінополіуретана	-	0,03	
1. Стальний оцинкований лист	0,001	55,000	

Таблиця 4.2.

Підлога	δ	λ	$\Sigma\delta_i/\lambda_i$
	м	Вт/мК	м ² К/Вт
1. Монолітне бетонне покриття із важкого бетону	0,040	1,86	2,43
2. Армована бетонна стяжка	0,080	1,86	
3. Пароізоляція - 1 шар пергаміна	0,001	0,15	
4. Теплоізоляція із ППУ	-	0,022	
5. Цементно-пісковий розчин	0,025	0,98	
6. Ущільнений пісок	1,35	0,58	
7. Бетонна підготовка з електронагрівачами	-	-	

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Середньорічну температуру зовнішнього повітря для м. Хмельницький приймаємо рівною 6,7°C.

Для прикладу розрахуємо камеру №1 (Камера заморожування $t_B = -30^\circ\text{C}$).

Зовнішня стіна:

склад стіни зображено в табл.4.1. Значення коефіцієнта теплопередачі для зовнішньої огорожі $k_0^{\text{TP}}=0,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ відповідно табл.8.3 (Б.К. Явнель). Коефіцієнти тепловіддачі приймаємо за табл. 8.1:

$$\alpha_3 = 23 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К}; \alpha_B = 11 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К}$$

Підраховуємо сумарний термічний опір усіх прошарків, крім теплоізоляції.

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = \frac{0,001}{55} + \frac{0,001}{55} = 0,00003636 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт}$$

Необхідну товщину тепло ізолюючого шару знаходимо по формулі (8.2):

$$\delta_{\text{із}}^{\text{TP}} = \lambda_{\text{із}} \cdot \left(\frac{1}{k_0^{\text{TP}}} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} \right) \right)$$
$$\delta_{\text{із}}^{\text{TP}} = 0,03 \cdot \left(\frac{1}{0,2} - \left(\frac{1}{23} + 0,00003636 + \frac{1}{11} \right) \right) = 0,146 \text{ м}$$

Підбираю сандвіч-панелі товщиною 150 мм.

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі:

$$k_0^{\text{д}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_n} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_e} \right) + \frac{\delta_{\text{із.д}}}{\lambda_{\text{із}}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0,00003636 + \frac{1}{11} \right) + \frac{0,12}{0,03}} = 0,24 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К}$$

Внутрішня перегородка між камерою №1 та камерою №2:

склад стіни зображено в табл. 1. Значення коефіцієнта теплопередачі для внутрішньої перегородки $k_0^{\text{TP}}=0,58 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ відповідно табл.8.4 (Б.К. Явнель).

Коефіцієнти тепловіддачі приймаємо за табл. 8.1:

$$\alpha_3 = 11 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К}; \alpha_B = 11 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К}$$

Підраховуємо сумарний термічний опір усіх прошарків, крім теплоізоляції.

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = \frac{0,001}{55} + \frac{0,001}{55} = 0,00003636 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт}$$

Необхідну товщину тепло ізолюючого шару знаходимо по формулі (8.2):

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

00 БКР 142.004.010.ПЗ

$$\delta_{із}^{ТР} = \lambda_{із} \cdot \left(\frac{1}{k_0^{ТР}} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} \right) \right)$$

$$\delta_{із}^{ТР} = 0,03 \cdot \left(\frac{1}{0,58} - \left(\frac{1}{11} + 0,00003636 + \frac{1}{11} \right) \right) = 0,046 \text{ м}$$

Підбираю сандвіч-панелі товщиною 50 мм.

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі:

$$k_0^o = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_n} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_e} \right) + \frac{\delta_{із.о}}{\lambda_{із}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{11} + 0,00003636 + \frac{1}{11} \right) + \frac{0,05}{0,03}} = 0,54 \text{ Вт/ м}^2\text{К}$$

Внутрішня стіна між камерою та коридором:

склад стіни зображено в табл. 1. Значення коефіцієнта теплопередачі для внутрішньої стіни $k_0^{ТР}=0,27 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ відповідно табл.8.3 (Б.К.Явнель).

Коефіцієнти тепловіддачі приймаємо за табл. 8.1:

$$\alpha_3 = 8 \text{ Вт/ м}^2\text{К}; \alpha_B = 11 \text{ Вт/ м}^2\text{К}$$

Підраховуємо сумарний термічний опір усіх прошарків, крім теплоізоляції.

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = \frac{0,001}{55} + \frac{0,001}{55} = 0,00003636 \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

Необхідну товщину тепло ізолюючого шару знаходимо по формулі (8.2):

$$\delta_{із}^{ТР} = \lambda_{із} \cdot \left(\frac{1}{k_0^{ТР}} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} \right) \right)$$

$$\delta_{із}^{ТР} = 0,03 \cdot \left(\frac{1}{0,27} - \left(\frac{1}{8} + 0,00003636 + \frac{1}{11} \right) \right) = 0,11 \text{ м}$$

Підбираю сандвіч-панелі товщиною 120 мм.

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі:

$$k_0^o = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_n} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_e} \right) + \frac{\delta_{із.о}}{\lambda_{із}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{8} + 0,00003636 + \frac{1}{11} \right) + \frac{0,12}{0,03}} = 0,24 \text{ Вт/ м}^2\text{К}$$

Внутрішня перегородка між камерою №1 та камерою №5:

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

00 БКР 142.004.010.ПЗ

склад стіни зображено в табл. 1. Значення коефіцієнта теплопередачі для внутрішньої перегородки $k_0^{TP} = 0,26 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ відповідно табл.8.4 (Б.К.Явнель). Коефіцієнти тепловіддачі приймаємо за табл. 8.1:

$$\alpha_3 = 9 \text{ Вт/ м}^2\text{К} ; \alpha_B = 11 \text{ Вт/ м}^2\text{К}$$

Підраховуємо сумарний термічний опір усіх прошарків, крім теплоізоляції.

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = \frac{0,001}{55} + \frac{0,001}{55} = 0,00003636 \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

Необхідну товщину тепло ізолюючого шару знаходимо по формулі (8.2):

$$\delta_{iz}^{TP} = \lambda_{iz} \cdot \left(\frac{1}{k_0^{TP}} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} \right) \right)$$

$$\delta_{iz}^{TP} = 0,03 \cdot \left(\frac{1}{0,26} - \left(\frac{1}{9} + 0,00003636 + \frac{1}{11} \right) \right) = 0,11 \text{ м}$$

Підбираю сандвіч-панелі товщиною 120 мм.

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі:

$$k_0^{\delta} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_n} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_g} \right) + \frac{\delta_{iz,\delta}}{\lambda_{iz}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{9} + 0,00003636 + \frac{1}{11} \right) + \frac{0,12}{0,03}} = 0,24 \text{ Вт/ м}^2\text{К}$$

Відповідно до табл.8.4 (Б.К.Явнель) цю перегородку слід перевірити на випадіння конденсату.

Щоб не відбувалося вологовиділення, температура поверхні перегородки в камері t_B повинна бути вище температури точки роси внутрішнього повітря $t_{т.р.}$. По діаграмі $I - d$ вологість повітря встановлюємо, що при $t_B = 0^\circ\text{C}$ та $\varphi_B = 60\%$, $t_{т.р.} = -1^\circ\text{C}$.

Температуру внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції визначають по формулі $\tau_B = t_B - \frac{t_B - t_H}{R_0 \cdot \alpha_B}$

$$\tau_B = 0 - \frac{0 + 30}{\frac{1}{0,24} \cdot 9} = -0,8^\circ\text{C}$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ				

Бачимо що $\tau_B \geq t_{т.р.}$

Випадання конденсату не відбудеться. Отже товщина теплоізоляційного шару прийнята правильно.

Підлога

Теплоізоляцію підлоги приймаємо однаковою для всіх камер. В якості розрахункової конструкції приймаємо конструкцію для камер замороження ($t_B = -30^\circ\text{C}$) склад підлоги зображено в табл. 2. Значення коефіцієнта теплопередачі для підлоги $k_0^{тр} = 0,21 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Коефіцієнти тепловіддачі приймаємо за табл. 8.1:

$$\alpha_3 = 0 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К}; \alpha_B = 7 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К}$$

Підраховуємо сумарний термічний опір усіх прошарків, крім теплоізоляції.

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = \frac{0,001}{55} + \frac{0,001}{55} = 2,43 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт}$$

Необхідну товщину тепло ізолюючого шару знаходимо по формулі (8.2):

$$\delta_{із}^{тр} = \lambda_{із} \cdot \left(\frac{1}{k_0^{тр}} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} \right) \right)$$
$$\delta_{із}^{тр} = 0,05 \cdot \left(\frac{1}{0,21} - \left(\frac{1}{0} + 2,43 + \frac{1}{7} \right) \right) = 0,11 \text{ м}$$

Приймаю товщину теплоізоляційного шару 150 мм.

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі:

$$k_0^{\delta} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_n} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) + \frac{\delta_{із.0}}{\lambda_{із}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{0} + 2,43 + \frac{1}{7} \right) + \frac{0,15}{0,05}} = 0,18 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К}$$

Покриття охолоджуваних камер:

Теплоізоляцію покриття приймаємо однаковою для всіх камер. Значення коефіцієнта теплопередачі покриття для внутрішньої поверхні $k_0^{mp} = 0,2 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К}$.

Коефіцієнт тепловіддачі для внутрішньої поверхні приймаємо рівним $\alpha_3 =$

$$23 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К}; \alpha_B = 7 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К}$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

00 БКР 142.004.010.ПЗ

Підраховуємо сумарний термічний опір усіх прошарків, крім теплоізоляції.

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = \frac{0,001}{55} + \frac{0,001}{55} = 0,00003636 \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

Необхідну товщину тепло ізолюючого шару знаходимо по формулі (8.2):

$$\delta_{із}^{тр} = \lambda_{із} \cdot \left(\frac{1}{k_0^{тр}} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) \right)$$

$$\delta_{із}^{тр} = 0,03 \cdot \left(\frac{1}{0,2} - \left(\frac{1}{23} + 0,00003636 + \frac{1}{7} \right) \right) = 0,14 \text{ м}$$

Підбираю сандвіч-панелі товщиною 150 мм.

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі:

$$k_0^o = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_n} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) + \frac{\delta_{із.о}}{\lambda_{із}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0,00003636 + \frac{1}{7} \right) + \frac{0,15}{0,03}} = 0,19 \text{ Вт/ м}^2\text{К}$$

Таблиця 4. 3

Огородження	$\alpha_3,$	$\alpha_6,$	$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}$	Товщина теплоізол. шару, мм		Коеф. теплопер.	
	$\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	$\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$		$\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	$\delta_{із}^{тр}$	$\delta_{із}^д$	$\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$
Камера №1 ($t_b = -30^\circ\text{C}$)							
Зовнішня стіна Зх	23	11	0,00003636	146	150	0,2	0,19
Перегородка Пд	11	11	0,00003636	46	50	0,58	0,54
Внутрішня стіна Пн	8	11	0,00003636	105	120	0,27	0,24
Перегородка Сх	9	11	0,00003636	109	120	0,26	0,24
Камера №2 ($t_b = -30^\circ\text{C}$)							
Зовнішня стіна Зх	23	11	0,00003636	146	150	0,2	0,19
Перегородка Пн	11	11	0,00003636	46	50	0,58	0,54
Перегородка Пд	11	11	0,00003636	102	120	0,28	0,24
Перегородка Сх	9	11	0,00003636	109	120	0,26	0,24
Камера №3 ($t_b = -3^\circ\text{C}$)							
Зовнішня стіна Зх	23	11	0,00003636	71	75	0,4	0,38
Перегородка Пн	11	11	0,00003636	102	120	0,28	0,24

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ				

Перегородка Пд	11	11	0,00003636	46	50	0,58	0,54
Перегородка Сх	9	11	0,00003636	51	60	0,525	0,45

Камера №4 ($t_B = -3^{\circ}\text{C}$)							
Зовнішня стіна Зх	23	11	0,00003636	70,4	75	0,4	0,38
Перегородка Пн	11	11	0,00003636	46	50	0,58	0,54
Перегородка Сх	9	11	0,00003636	51	60	0,525	0,45
Зовнішня стіна Пд	23	11	0,00003636	70,4	75	0,4	0,38

Камера №5 ($t_B = 0^{\circ}\text{C}$)							
Внутрішня стіна	8	9	0,00003636	56,7	60	0,47	0,45
Перегородка Зх	11	9	0,00003636	51	60	0,525	0,45
Перегородка Пд	9	9	0,00003636	45	50	0,58	0,53
Перегородка Сх	9	9	0,00003636	95	100	0,295	0,28

Камера №6 ($t_B = 0^{\circ}\text{C}$)							
Зовнішня стіна Пд	23	9	0,00003636	71	75	0,4	0,38
Перегородка Зх	11	9	0,00003636	51	60	0,525	0,45
Перегородка Пн	9	9	0,00003636	45	50	0,58	0,53
Перегородка Сх	9	9	0,00003636	45	50	0,58	0,53

Камера №7 ($t_B = -18^{\circ}\text{C}$)							
Внутрішня стіна	8	9	0,00003636	104	120	0,27	0,24
Перегородка Зх	9	9	0,00003636	95	100	0,295	0,28
Перегородка Пд	9	9	0,00003636	95	100	0,295	0,28
Перегородка Сх	9	9	0,00003636	45	50	0,58	0,53

Камера №8 ($t_B = 0^{\circ}\text{C}$)							
Внутрішня стіна	8	9	0,00003636	56,7	60	0,47	0,45
Перегородка Зх	9	9	0,00003636	45	50	0,58	0,53
Перегородка Пн	9	9	0,00003636	95	100	0,295	0,28
Перегородка Сх	9	9	0,00003636	95	100	0,295	0,28

Камера №9 ($t_B = 0^{\circ}\text{C}$)							
Зовнішня стіна Пд	23	9	0,00003636	71	75	0,4	0,38
Перегородка Зх	9	9	0,00003636	45	50	0,58	0,53
Внутрішня стіна П	8	9	0,00003636	56,7	60	0,47	0,45

					00 БКР 142.004.010.ПЗ			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Внутрішня стіна С	8	9	0,00003636	56,7	60	0,47	0,45
-------------------	---	---	------------	------	----	------	------

Камера №10 ($t_B = 0^\circ\text{C}$)							
Зовнішня стіна Пд	23	9	0,00003636	71	75	0,4	0,38
Перегородка Сх	9	9	0,00003636	45	50	0,58	0,53
Внутрішня стіна П	8	9	0,00003636	56,7	60	0,47	0,45
Внутрішня стіна З	8	9	0,00003636	56,7	60	0,47	0,45

Камера №11 ($t_B = -18^\circ\text{C}$)							
Перегородка Сх	9	9	0,00003636	45	50	0,58	0,53
Перегородка Зх	9	9	0,00003636	95	100	0,295	0,28
Внутрішня стіна П	8	9	0,00003636	104	120	0,27	0,24
Внутрішня стіна З	8	9	0,00003636	104	120	0,27	0,24

Камера №12 ($t_B = -18^\circ\text{C}$)							
Перегородка Сх	8	9	0,00003636	104	120	0,27	0,24
Перегородка Зх	9	9	0,00003636	45	50	0,58	0,53
Внутрішня стіна П	8	9	0,00003636	104	120	0,27	0,24
Внутрішня стіна З	8	9	0,00003636	104	120	0,27	0,24

Камера №13 ($t_B = 0^\circ\text{C}$)							
Зовнішня стіна Пн	23	11	0,00003636	71	75	0,4	0,38
Зовнішня стіна Зх	23	11	0,00003636	71	75	0,4	0,38
Внутрішня стіна П	8	9	0,00003636	56,7	60	0,47	0,45
Перегородка Сх	9	9	0,00003636	95	100	0,295	0,28

Камера №14 ($t_B = -18^\circ\text{C}$)							
Зовнішня стіна Пн	23	9	0,00003636	106	120	0,27	0,24
Перегородка Зх	9	9	0,00003636	95	100	0,295	0,28
Перегородка Сх	9	9	0,00003636	45	50	0,58	0,53
Внутрішня стіна П	8	9	0,00003636	104	120	0,27	0,24

Камера №15 ($t_B = -18^\circ\text{C}$)							
Зовнішня стіна Пн	23	9	0,00003636	106	120	0,27	0,24
Перегородка Зх	9	9	0,00003636	45	50	0,58	0,53

					00 БКР 142.004.010.ПЗ			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Перегородка Сх	9	9	0,00003636	45	50	0,58	0,53
Внутрішня стіна П	8	9	0,00003636	104	120	0,27	0,24

Камера №16 ($t_b = -18^\circ\text{C}$)

Зовнішня стіна Пн	23	9	0,00003636	106	120	0,27	0,24
Перегородка Зх	9	9	0,00003636	45	50	0,58	0,53
Перегородка Сх	8	9	0,00003636	104	120	0,27	0,24
Внутрішня стіна П	8	9	0,00003636	104	120	0,27	0,24

Камера №17 ($t_b = 0^\circ\text{C}$)

Зовнішня стіна Пд	23	11	0,00003636	70,4	75	0,4	0,38
Перегородка Зх	9	9	0,00003636	45	50	0,58	0,53
Перегородка Сх	9	9	0,00003636	56,7	60	0,47	0,45
Внутрішня стіна П	8	9	0,00003636	56,7	60	0,47	0,45

Всі камери

Покриття	23	7	0,00003636	144	150	0,2	0,19
Підлога	-	7	0,00003636	110	150	0,21	0,18

Пароізоляційні роботи.

При використанні бітумізованих рулонних матеріалів поверхню плит очищують, протирають соляркою, а потім фарбують гарячим бітумом або бітумною мастикою. На оброблену таким чином поверхню наклеюють на гарячому бітумі пароізоляцію з перекриттям швів шириною приблизно 50 мм. Після наклейки двох шарів пароізоляції, всі шви і нещільності біля металевих деталей для кріплення теплоізоляції промазують гарячим бітумом.

Заздалегідь (до виконання пароізоляційних робіт) необхідно закріпити всі закладні для кріплення теплоізоляції (пробки, болти, вуса).

Щоб виконати умову безперервності пароізоляції дерев'яні рейки встановлюють тільки в другому шарі плитної ізоляції і закріплюють їх болтами або вусами, які замуrowані в огорожу.

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На готовій пароізоляції не повинно бути тріщин, раковин, взуття, відшарування.

Для пароізоляційних робіт застосовують нафтові бітуми з температурою при нанесенні не нижче 160°C (бітуми марки БН-III, БН-IV, БН-V).

Теплоізоляційні роботи.

Сендвіч-панелі з наповнювачем пінополістиролом - це тришаровий конструктор , що складається з двох листів металу заповнених пінополістиролом. У стандартному виконанні сендвіч -панель пофарбована харчовою фарбою в Ral 9003 по таблиці кольорів Ral .

Також сендвіч -панель може бути виконана з нефарбованого металу, або з нержавіючої сталі (маркування 304 , 201 , 430). При комплектації всі панелі покриті захисною поліетиленовою плівкою , що видаляється після монтажу.

Ізоляція трубопроводів.

Теплоізоляція труб з пінопласту (пінополістиролу) - це новий, найбільш ефективний вид теплоізоляції труб різних діаметрів, що експлуатуються в діапазоні робочих температур від -180 С до +80 С.

Трубна теплоізоляція з пінопласту "шкаралупа" виготовляється з 2-х або 3-х частин довжиною 1м з бічними замковими з'єднаннями типу "шип-паз», які дуже щільно закриваються, забезпечуючи надійне кріплення і перешкоджають утворенню «містка холоду».

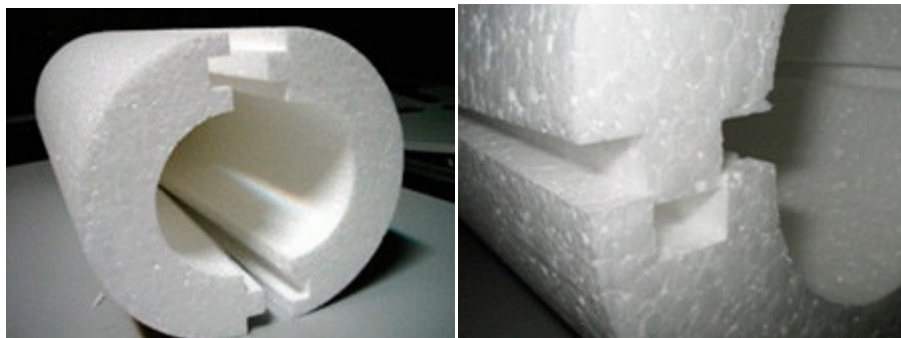


Рис. 4.1. Шкарлупи пінопласту.

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Трубна теплоізоляція виготовляється з пінопласту ПСБ -С- 15 , ПСБ -С- 25 , ПСБ -С- 35 - який широко використовується як утеплювач в будівництві.

Пінопласт (пінополістирол) - це легкий, екологічно чистий, легко оброблюваний, хімічно інертний теплоізоляційний матеріал. Що має коефіцієнт теплопровідності 0,037 - 0,042 Вт / м. Високу міцність на стиск, водопоглинання за 24 години становить до 2,0 % за обсягом, завдяки чому пінополістирол не намокає і не руйнується під дією вологи. Набір цих якостей дає можливість використовувати його без будь-яких обмежень практично в будь-яких кліматичних умовах.

Фізико-механічні та теплотехнічні властивості не змінюються в плинні 50 років експлуатації.

Використовуваний матеріал пінополістирол (ПСБ-С) відноситься до групи саме затухаючих . Час його самостійного горіння не більше 2 секунд. Шкаралупу з пінополістиролу можна застосовувати як із зовнішнім покриттям (склотканина , фольга , толь) так і без покриття.

Монтаж ізоляції трубопроводів.

Область застосування теплоізоляційних шкаралуп для труб з пінопласту:

- для теплоізоляції як надземних , так і підземних інженерних комунікацій;
- у системах вентиляції та кондиціонування;
- у системах водопостачання;
- при проведенні каналізаційних стоків;
- при ізоляції колодязів , газопроводів.

Монтаж теплоізоляційної шкаралупи з пінополістиролу не вимагає спеціальної підготовки і кваліфікації монтажників: половинки шкаралупи, відповідного розміру одягаються на трубу зі зміщенням відносно один одного на 20 - 30см, по довжині. При необхідності розрізання шкаралуп легко проводиться безпосередньо на місці монтажу ножем або пилкою.

Так як трубна ізоляція з пінопласту "шкаралупа" має високу структурну стабільність і не змінює геометричних розмірів під вагою ґрунту, при

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ				

теплоізоляції підземних інженерних комунікацій можлива теплоізоляція труб і без попередньої укладання бетонних лотків , що значно економить матеріальні витрати. При проведенні ремонтних робіт шкаралупа легко демонтується і може бути багато разів використана.

Завдяки шкаралупі з пінопласту при теплоізоляції водопровідних труб міських магістралей від замерзання , труби можна укладати на меншій глибині.

Ще однією перевагою застосування теплоізоляційної шкаралупи з пінополістиролу для теплоізоляції трубопроводів є можливість додання шкаралупі практично будь-яких форм, що сприяє функціональному пристосуванню до конструктивних вимог.

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень.

Розрахунок проводимо для кожної камери окремо, що дозволяє визначити навантаження окремо по камерам.

Початковими даними для розрахунку є план холодильника з нанесенням розмірів камер та орієнтації по сторонам світу, значення коефіцієнтів теплопередачі будівельно-ізоляційних конструкцій, температура та вологість в камерах, зовнішнього повітря, та суміжних приміщень, температура та кількість вантажів що надходять до камер.

Розрахунок теплопритоків від зовнішнього повітря та приміщень з більшою температурою.

Через огороження (стіни, підлога, покриття), теплота надходить від навколишнього середовища шляхом теплопередачі за рахунок різниці температур зовні та в камері, і в результаті дії сонячної радіації.

Розраховуємо теплонадходження від зовнішнього повітря та приміщень з більшою температурою:

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1c}$$

де Q_{1T} – теплоприток через стіни,

Q_{1c} – теплоприток від сонячної радіації,

Розраховуємо теплопритоки через зовнішнє огороження під дією різниці температур за:

$$Q_{1T} = k_d \cdot F \cdot \Delta t \cdot 10^{-3}$$

де k_d – дійсний коефіцієнт теплопередачі через огорожу,

F – розрахункова площа поверхні огорожі,

Δt – розрахункова різниця температур

Розраховуємо теплопритоки через підлогу:

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{1T} = k_d \cdot F \cdot (t_r - t_b) \cdot 10^{-3}$$

де t_r – середня температура гріючого пристрою для нагріву ґрунту

(приймаємо $t_r = 1^\circ\text{C}$)

Знаходимо теплонадходження від сонячної радіації (металево пофарбоване облицювання сандвіч панелей можна вважати «білими поглазурованими плитами»)

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

де Δt_c – надлишкова різниця температур, яка характеризує дію сонячної радіації в літній час.

Розрахунок камери №1

Теплонадходження через зовнішню стіну(Зх) :

$$Q_{1T} = 0,19 \cdot (12 \cdot 6) \cdot (32 + 30) \cdot 10^{-3} = 0,85 \text{ кВт}$$

$$Q_{1c} = 0,19 \cdot (12 \cdot 6) \cdot 4,7 \cdot 10^{-3} = 0,064 \text{ кВт}$$

Теплонадходження через внутрішню стіну(Пн) :

$$Q_{1T} = 0,24 \cdot (12 \cdot 6) \cdot 0,6 \cdot (32 + 30) \cdot 10^{-3} = 0,64 \text{ кВт}$$

$$Q_{1c} = 0$$

Теплонадходження через перегородку(Пд) :

$$Q_{1T} = 0$$

$$Q_{1c} = 0$$

Теплонадходження перегородку(Сх) :

$$Q_{1T} = 0,24 \cdot (12 \cdot 6) \cdot 0,6 \cdot (32 + 0) \cdot 10^{-3} = 0,52 \text{ кВт}$$

$$Q_{1c} = 0$$

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Теплонадходження через підлогу :

$$Q_{1T} = 0,18 \cdot (12 \cdot 12) \cdot (1 + 30) \cdot 10^{-3} = 0,804 \text{ кВт}$$

$$Q_{1c} = 0$$

Теплонадходження через покриття :

$$Q_{1T} = 0,19 \cdot (12 \cdot 12) \cdot (32 + 30) \cdot 10^{-3} = 1,7 \text{ кВт}$$

$$Q_{1c} = 0,19 \cdot (12 \cdot 12) \cdot 14,9 \cdot 10^{-3} = 0,413 \text{ кВт}$$

$$Q_1 = 0,85 + 0,064 + 0,64 + 0,52 + 0,804 + 1,7 + 0,413 = 5,01 \text{ кВт}$$

Розрахунок інших камер ведемо аналогічно, результати розрахунків теплонадходжень до охолоджуваних приміщень заносимо до таблиці 5.1:

Таблиця 5. 1

Огородження	k_o^A , $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	F, м ²	$t_3, ^\circ\text{C}$	Δt , $^\circ\text{C}$	Q_{1T} , кВт	$\Delta t_c, ^\circ\text{C}$	Q_{1c} , кВт	Q_1 , кВт
Камера №1 ($t_B = -30^\circ\text{C}$)								
Зовнішня стіна Зх	0,19	72	32	62	0,85	4,7	0,064	0,912
Перегородка Пд	0,54	72	-30	0	0	-	-	0
Внутрішня стіна Пн	0,24	72	-	37,2	0,643	-	-	0,643
Перегородка Сх	0,24	72	0	30	0,518	-	-	0,518
Покриття	0,19	144	33	62	1,72	14,9	0,413	2,1
Підлога	0,18	144	1	31	0,804	-	-	0,804
Всього								5,02
Камера №2 ($t_B = -30^\circ\text{C}$)								
Зовнішня стіна Зх	0,19	108	32	62	1,27	4,7	0,096	1,37
Перегородка Пн	0,54	72	-30	0	0	-	-	0
Перегородка Пд	0,24	72	0	30	0,52	-	-	0,52
Перегородка Сх	0,24	108	0	30	0,79	-	-	0,79

					00 БКР 142.004.010.ПЗ				Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Покриття	0,19	216	32	62	2,58	14,9	0,62	3,2
Підлога	0,18	216	1	31	1,2	-	-	1,2
Всього								7,07
Камера №3 ($t_{в} = -3^{\circ}\text{C}$)								
Зовнішня стіна Зх	0,38	72	32	35	0,96	4,7	0,13	1,09
Перегородка Пн	0,24	72	-30	-33	0	-	-	0
Перегородка Пд	0,54	72	-3	0	0	-	-	0
Перегородка Сх	0,45	72	0	3	0,1	-	-	0,1
Покриття	0,19	144	32	35	0,97	14,9	0,41	1,39
Підлога	0,18	144	1	4	0,1	-	-	0,1
Всього								2,7
Камера №4 ($t_{в} = -3^{\circ}\text{C}$)								
Зовнішня стіна Зх	0,38	72	32	35	0,96	4,7	0,13	1,09
Перегородка Пн	0,54	72	-3	0	0	-	-	0
Перегородка Сх	0,45	72	0	3	0,1	-	-	0,1
Зовнішня стіна Пд	0,38	72	32	35	0,96	3,9	0,11	1,06
Покриття	0,19	144	32	35	0,97	14,9	0,41	1,39
Підлога	0,18	144	1	4	0,1	-	-	0,1
Всього								3,7
Камера №5 ($t_{в} = 0^{\circ}\text{C}$)								
Внутрішня стіна	0,45	36	-	19,2	0,31	-	-	0,31
Перегородка Зх	0,45	180	-30	-30	0	-	-	0
Перегородка Пд	0,53	36	0	0	0	-	-	0
Перегородка Сх	0,28	180	-18	-18	0	-	-	0
Покриття	0,19	180	32	32	1,11	14,9	0,57	1,6
Підлога	0,18	180	1	1	0,06	-	-	0,06
Всього								2,02
Камера №6 ($t_{в} = 0^{\circ}\text{C}$)								
Зовнішня стіна Пд	0,38	36	32	32	0,44	3,9	0,053	0,49

					00 БКР 142.004.010.ПЗ				Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Перегородка Зх	0,45	144	0	0	0	-	-	0
Перегородка Пн	0,53	36	0	0	0	-	-	0
Перегородка Сх	0,53	144	0	0	0	-	-	0
Покриття	0,19	144	32	32	0,88	14,9	0,4	1,3
Підлога	0,18	144	1	1	0,02	-	-	0,02
Всього								1,82
Камера №7 ($t_{в} = -18^{\circ}\text{C}$)								
Внутрішня стіна	0,24	180	-	30	0,88	0,3	-	1,3
Перегородка Зх	0,28	144	0	18	0,73	-	-	0,73
Перегородка Пд	0,28	180	0	18	0,91	-	-	0,91
Перегородка Сх	0,53	144	-18	0	0	-	-	0
Покриття	0,19	720	32	50	6,9	14,9	2,1	9
Підлога	0,18	720	1	19	2,5	-	-	2,5
Всього								14,4
Камера №8 ($t_{в} = 0^{\circ}\text{C}$)								
Внутрішня стіна	0,45	180	-	19,2	1,56	-	-	1,56
Перегородка Зх	0,53	72	0	0	0	-	-	0
Перегородка Пн	0,28	180	-18	-18	0	-	-	0
Перегородка Сх	0,28	72	-18	-18	0	-	-	0
Покриття	0,19	360	32	32	2,2	14,9	1,03	3,26
Підлога	0,18	360	1	1	0,07	-	-	0,074
Всього								4,88
Камера №9 ($t_{в} = 0^{\circ}\text{C}$)								
Зовнішня стіна Пд	0,38	252	32	32	3,06	3,9	0,37	3,4
Перегородка Зх	0,53	72	0	0	0	-	-	0
Внутрішня стіна П	0,45	252	-	19,2	2,2	-	-	2,2
Внутрішня стіна С	0,45	72	-	19,2	0,62	-	-	0,62
Покриття	0,19	504	32	32	3,2	14,9	1,45	4,56
Підлога	0,18	504	1	1	0,1	-	-	0,1

					00 БКР 142.004.010.ПЗ				Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Всього								10,89
Камера №10 ($t_B = -18^\circ\text{C}$)								
Зовнішня стіна Пд	0,38	180	32	32	2,2	3,9	0,27	2,46
Перегородка Сх	0,53	72	0	0	0	-	-	0
Внутрішня стіна П	0,45	180	-	19,2	1,55	-	-	1,55
Внутрішня стіна З	0,45	72	-	19,2	0,62	-	-	0,62
Покриття	0,19	360	32	32	2,22	14,9	1,03	3,26
Підлога	0,18	360	1	1	0,1	-	-	0,1
Всього								7,95
Камера №11 ($t_B = -18^\circ\text{C}$)								
Перегородка Сх	0,53	216	-18	0	0	-	-	0
Перегородка Зх	0,28	216	0	18	1,1	-	-	1,1
Внутрішня стіна П	0,24	216	-	30	1,55	-	-	1,55
Внутрішня стіна З	0,24	216	-	30	1,55	-	-	1,55
Покриття	0,19	1296	32	50	12,5	14,9	3,7	16,2
Підлога	0,18	1296	1	19	4,4	-	-	4,4
Всього								24,8
Камера №12 ($t_B = -18^\circ\text{C}$)								
Перегородка Сх	0,24	216	-	35	1,8	-	-	1,8
Перегородка Зх	0,53	216	-18	0	0	-	-	0
Внутрішня стіна П	0,24	144	-	30	1,04	-	-	1,04
Внутрішня стіна З	0,24	144	-	30	1,04	-	-	1,04
Покриття	0,19	864	32	50	8,33	14,9	2,5	10,8
Підлога	0,18	864	1	19	2,95	-	-	2,95
Всього								17,65
Камера №13 ($t_B = 0^\circ\text{C}$)								
Зовнішня стіна Пн	0,38	72	32	32	0,88	-	-	0,88
Зовнішня стіна Зх	0,38	72	32	32	0,88	4,7	0,13	1
Внутрішня стіна П	0,45	72	-	19,2	0,62	-	-	0,62

					00 БКР 142.004.010.ПЗ			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Перегородка Сх	0,28	72	-18	0	0	-	-	0
Покриття	0,19	144	32	0	0,89	14,9	0,4	1,3
Підлога	0,18	144	1	1	0,02	-	-	0,02
Всього								3,8
Камера №14 ($t_{в} = -18^{\circ}\text{C}$)								
Зовнішня стіна Пн	0,24	216	32	50	2,59	-	-	2,59
Перегородка Зх	0,28	72	0	18	0,36	-	-	0,36
Перегородка Сх	0,53	72	-18	0	0	-	-	0
Внутрішня стіна П	0,24	216	-	30	1,55	-	-	1,55
Покриття	0,19	432	32	50	4,16	14,9	1,24	5,4
Підлога	0,18	432	1	19	1,48	-	-	1,48
Всього								11,39
Камера №15 ($t_{в} = -18^{\circ}\text{C}$)								
Зовнішня стіна Пн	0,24	216	32	50	2,59	-	-	2,59
Перегородка Зх	0,53	72	-18	0	0	-	-	0
Перегородка Сх	0,53	72	-18	0	0	-	-	0
Внутрішня стіна П	0,24	216	-	30	1,55	-	-	1,55
Покриття	0,19	432	32	50	4,16	14,9	1,24	5,4
Підлога	0,18	432	1	19	1,48	-	-	1,48
Всього								11,03
Камера №16 ($t_{в} = -18^{\circ}\text{C}$)								
Зовнішня стіна Пн	0,24	144	32	50	1,73	-	-	1,73
Перегородка Зх	0,53	72	-18	0	0	-	-	0
Перегородка Сх	0,24	72	-	35	0,6	-	-	0,6
Внутрішня стіна П	0,24	144	-	30	1,04	-	-	1,04
Покриття	0,19	288	32	50	2,78	14,9	0,83	3,6
Підлога	0,18	288	1	19	0,98	-	-	0,98
Всього								7,96
Камера №17 ($t_{в} = 0^{\circ}\text{C}$)								

					00 БКР 142.004.010.ПЗ			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Зовнішня стіна Пд	0,38	72	32	0	0,88	3,9	0,11	0,98
Перегородка Зх	0,53	72	0	10	0	-	-	0
Перегородка Сх	0,45	72	-	22,4	0,73	-	-	0,73
Внутрішня стіна П	0,45	72	-	19,2	0,62	-	-	0,62
Покриття	0,19	144	33	51	0,88	14,9	0,4	1,3
Підлога	0,18	144	1	1	0,03	-	-	0,03
Всього								3,66

Розрахунок теплопритоків при термічній обробці продуктів.

Розраховуємо теплопритік при термічній обробці продуктів за формулою:

$$Q_2 = Q_{2\text{пр}} + Q_{2\text{т}}$$

Знаходимо теплопритік при доохолодженні продуктів за формулою:

$$Q_{2\text{пр}} = M_{\text{пр}} \cdot \Delta h \cdot \frac{10^3}{24 \cdot 3600}$$

де $M_{\text{пр}}$ – денне поступання продукту в одну камеру,

Δh – різниця ентальпій при початковій і кінцевій температурах.

Знаходимо теплопритік від продуктів при холодильній обробці в камерах заморозки за формулою:

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

де $\tau_{\text{обр}}$ – термін холодильної обробки.

Знаходимо теплопритік від тари за формулою:

$$Q_{2\text{т}} = M_{\text{т}} \cdot c_{\text{т}} \cdot (t_1 - t_2) \cdot \frac{10^3}{24 \cdot 3600}$$

де $M_{\text{т}}$ – добове поступання тари,

					00 БКР 142.004.010.ПЗ			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

c_T – теплоємність тари,

t_1 і t_2 – початкова і кінцева температури тари.

Розрахунок камери №1

$$M_{\text{пр}} = 117 \cdot 250 = 28,25 \text{ т}$$

$$Q_{2\text{пр}} = 28,25 \cdot (340 - 39,4) \cdot \frac{10^3}{24 \cdot 3600} = 98,3 \text{ кВт}$$

$$Q_{2\text{т}} = 0 \text{ кВт}$$

$$Q_2 = 98,3 + 0 = 98,3 \text{ кВт}$$

Розрахунок камери №7

$$M_{\text{пр}} = 0,06 \cdot 358,2 = 21,4 \text{ т}$$

$$M_{\text{т}} = 0,01 \cdot M_{\text{пр}} = 0,01 \cdot 21,4 = 2,15 \text{ т/добу}$$

$$Q_{2\text{п}} = 1,3 \cdot 21,4 \cdot (39,4 - 4,6) \cdot \frac{10^3}{24 \cdot 3600} = 8,6 \text{ кВт}$$

$$Q_{2\text{т}} = 2,15 \cdot 0,5 \cdot (-8 + 18) \cdot \frac{10^3}{24 \cdot 3600} = 0,1 \text{ кВт}$$

$$Q_2 = 8,6 + 0,1 = 8,7 \text{ кВт}$$

Розрахунок камери №8

$$M_{\text{ван}} = 0,06 \cdot 171 = 10,26 \text{ т}$$

$$M_{\text{т}} = 0,01 \cdot M_{\text{пр}} = 0,01 \cdot 10,26 = 1,02 \text{ т}$$

$$Q_{2\text{пр}} = 10,26 \cdot (246 - 186) \cdot \frac{10^3}{24 \cdot 3600} = 7,1 \text{ кВт}$$

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{2T} = 1,02 \cdot 2 \cdot (4 + 1) \cdot \frac{10^3}{24 \cdot 3600} = 0,12 \text{ кВт}$$

$$Q_2 = 7,1 + 0,12 = 7,2 \text{ кВт}$$

Теплопритоки від продуктів в інших камерах розраховуємо аналогічно.
Результати заносимо до таблиці 5.2.

Розрахунку камер №5,6,16 і №17 не проводимо так як це експедиції та камери обробки і теплонадходжень до них від продуктів не буде.

Таблиця 5. 2

№ камери	$M_{пр}$, т/добу	M_T , т/добу	t_1 , °C	t_2 , °C	h_1 , кДж/кг	h_2 , кДж/кг	$Q_{2пр}$, кВт	Q_{2T} , кВт	Q_2 , кВт
1	28,25	0	39	-8	340	39,4	98,29	0	98,29
2	48,75	0	39	-8	340	39,4	220,49	0	220,49
3	28,25	0	39	4	340	246	39,96	0	39,9
4	28,25	0	39	4	340	246	39,96	0,12	39,9
7	21,4	2,14	-8	-18	39,4	4,6	8,62	0,12	8,774
8	10,26	1,02	4	0	246	186	7,12	0,11	7,24
9	20,2	2,02	30	0	366	261	24,55	0,35	24,9
10	13,9	1,39	30	0	366	261	16,89	0,24	17,3
11	38,8	3,88	-8	-18	39,4	4,6	15,63	0,22	15,85
12	24,6	2,46	-8	-18	39,4	4,6	9,91	0,14	10,05
13*	20	0	39	-12	401	24,4	87,18	0	87,18
14	30,8	3,08	-12	-18	24,4	5	6,92	0,11	5,02
15	12,8	1,28	-8	-18	39,4	4,6	5,16	0,1	5,23

*- теплоприток від заморозки субпродуктів враховуємо для температури кипіння – 40C

Розрахунок експлуатаційних теплопритоків.

Розраховуємо експлуатаційні теплопритоки за формулою:

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4$$

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де q_1 – теплопритоки від освітлення,

q_2 – теплопритоки від людей,

q_3 – теплопритоки від працюючих електродвигунів,

q_4 – теплопритоки від відкривання дверей.

Знаходимо теплоприток від освітлення за формулою

$$q_1 = A \cdot F \cdot 10^{-3}$$

де A – питомий теплоприток від приладів на 1 м^2 підлоги,

F – площа камери.

Знаходимо теплоприток від перебування людей за формулою:

$$q_2 = 0,35 \cdot n$$

де n – число людей, працюючих в приміщенні.

Знаходимо теплоприток від працюючих електродвигунів за формулою:

$$q_3 = N_e$$

N_e – сумарна потужність всіх електродвигунів,

Знаходимо теплоприток від відкривання дверей за формулою:

$$q_4 = K \cdot F \cdot 10^{-3}$$

де K – питомий теплоприток від відкривання дверей,

F – площа камери.

Камера №1.

$$q_1 = 4,7 \cdot 144 \cdot 10^{-3} = 0,68 \text{ кВт}$$

$$q_2 = 0,35 \times 3 = 1,05 \text{ кВт}$$

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q_3 = 10 \text{ кВт}$$

$$q_4 = 15 \cdot 144 \cdot 10^{-3} = 2,16 \text{ кВт}$$

$$Q_4 = 0,68 + 1,05 + 10 + 2,16 = 13,89 \text{ кВт}$$

Експлуатаційні теплопритоки в інших камерах розраховуємо аналогічно.
Результати заносимо до таблиці 5.3.

Таблиця 5. 3

№ камери	F, м ²	A, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$	q ₁ , кВт	n, людей	q ₂ , кВт	q ₃ , кВт	K, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$	q ₄ , кВт	Q ₄ , кВт
1	144	4,7	0,68	3	1,05	10	15	2,16	13,89
2	216	4,7	1,02	3	1,05	15	15	3,24	20,3
3	144	4,7	0,68	3	1,05	6	10	1,14	9,17
4	144	4,7	0,68	3	1,05	6	10	1,14	9,17
5	180	4,7	0,85	4	1,4	6	20	3,6	11,8
6	144	4,7	0,62	4	1,4	6	20	2,88	10,96
7	720	2,3	1,66	3	1,05	4	8	5,76	12,47
8	360	2,3	0,83	3	1,05	4	12	4,32	10,2
9	504	2,3	1,16	3	1,05	4	12	6,05	12,26
10	360	2,3	0,83	3	1,05	4	12	4,32	10,2
11	1296	2,3	2,98	3	1,05	4	8	10,4	18,4
12	864	2,3	1,99	3	1,05	4	8	6,9	13,9
13	144	4,7	0,68	4	1,4	4	38	5,47	11,55
14	432	2,3	0,99	3	1,05	4	8	3,46	9,5
15	432	2,3	0,99	3	1,05	4	8	3,46	9,5
16	288	4,7	1,35	3	1,05	4	20	5,76	12,5
17	144	4,7	0,68	3	1,05	4	38	5,47	11,2

Загальна кількість теплоти, що надходить в охолоджуване приміщення холодильника:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_4$$

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Q_1, Q_2, Q_4 , надходження теплоти відповідно через огорожувальні будівельні конструкції; від продуктів при холодильному обробленні; теплопритоки, пов'язані з експлуатацією камери.

Таблиця 5. 4

Назва камери	$t_{\text{кам}}, ^\circ\text{C}$	$Q_1, \text{кВт}$	$Q_2, \text{кВт}$	$Q_4, \text{кВт}$	$Q, \text{кВт}$
№1	-30	5,02	98,29	13,89	117,19
№2	-30	7,07	220,49	20,3	247,87
№3	-3	2,7	39,9	9,17	51,82
№4	-3	3,74	39,9	9,17	52,86
№5	0	2,02	0	11,8	13,82
№6	0	2,15	0	10,96	12,78
№7	-18	14,4	8,774	12,47	35,61
№8	0	4,88	7,24	10,2	22,32
№9	0	10,98	24,9	12,26	48,04
№10	0	8,02	17,3	10,2	35,29
№11	-18	20,43	15,85	18,4	59,1
№12	-18	17,82	10,05	13,9	41,65
№13	0	3,86	87,18	11,55	102,55
№14	-18	11,48	5,02	9,5	27,92
№15	-18	11,11	5,23	9,5	25,76
№16	-18	7,96	0	12,5	20,47
№17	0	3,66	0	11,2	14,86

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.Визначення навантаження на обладнання камер та компресор.

Навантаження на компресор $Q_{\text{км}}$ складається із усіх видів теплонадходжень, але в ряді випадків їх можна враховувати на повністю, а частково, в залежності від типу та призначення холодильника.

Навантаження на компресор розраховуємо по наближеному методу рекомендованому для холодильників з великою кількістю камер (споживачів холоду).

Навантаження на компресора від теплонадоджень через огороження приймають:

$$Q_{1\text{км}} = 0,9 \cdot Q_1$$

Навантаження на компресор від термічної обробки продуктів приймають:

$$Q_{2\text{км}} = Q_2 - \text{для камер термообробки, Вт;}$$

Навантаження на компресор від експлуатаційних теплонадоджень приймають:

$$Q_{4\text{км}} = 0,5 \cdot Q_4 - \text{для всіх камер, Вт.}$$

Навантаження на компресор, який працює при $t_0 = -10^\circ\text{C}$:

$$\sum Q_{-10} = 0,9 \cdot \sum Q_1 + \sum Q_2 + 0,5 \cdot \sum Q_4$$

$$\sum Q_{-10} = 0,9 \cdot 42,01 + 129,24 + 0,5 \cdot 96,5 = 211,09 \text{ кВт}$$

$$Q_{-10} = k \cdot \frac{\sum Q_{-10}}{b} = 1,05 \cdot \frac{211,09}{0,9} = 246,27 \text{ кВт}$$

Навантаження на компресор, який працює при $t_0 = -25^\circ\text{C}$:

$$\sum Q_{-25} = 0,9 \cdot \sum Q_1 + \sum Q_2 + 0,5 \cdot \sum Q_4$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ				

$$\sum Q_{-25} = 0,9 \cdot 87,28 + 46,9 + 0,5 \cdot 76,6 = 163,7 \text{ кВт}$$

$$Q_{-25} = k \cdot \frac{\sum Q_{-10}}{b} = 1,07 \cdot \frac{163,7}{0,9} = 194,62 \text{ кВт}$$

Навантаження на компресор, який працює при $t_0 = -40^\circ\text{C}$:

$$\sum Q_{-40} = 0,9 \cdot \sum Q_1 + \sum Q_2 + 0,5 \cdot \sum Q_4$$

$$\sum Q_{-40} = 0,9 \cdot 12,08 + 405,96 + 0,5 \cdot 34,19 = 433,9 \text{ кВт}$$

$$Q_{-40} = k \cdot \frac{\sum Q_{-10}}{b} = 1,1 \cdot \frac{433,9}{0,9} = 530,35 \text{ кВт}$$

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Вибір розрахункового робочого режиму та тепловий розрахунок холодильної машини

Розрахунковий (робочий) режим холодильної установки характеризується температурами кипіння t_0 , конденсації t_k , всмоктування (пари на вході в компресор) t_{ec} .

Значення цих параметрів обирають в залежності від призначення холодильної установки і розрахункових зовнішніх умов. Температуру кипіння х.а. приймаємо на 5-10 °С нижчою, ніж температура у камерах охолодження.

Оскільки при проектуванні холодильної установки ми використовуємо випарні конденсатори, то температура і тиск конденсації буде залежати від густини теплового потоку q_F і температури навколишнього повітря по мокрому термометру.

Для м. Хмельницький розрахункова температура навколишнього середовища

$$t_{нс.} = 32 \text{ °С}, \varphi = 60\% \text{ (} t_{м.т.} = 23 \text{ °С)}$$

По Рис.11.1[1] знаходимо, що $t_k = 37$.

Температуру всмоктуваних парів t_{ec} приймають:

в аміачних машинах для першого ступеню $t_{ec} = t_{01} + 10 \dots 20 \text{ °С}$, для другого ступеню $t_{ec} = t_{02} + 5 \dots 10 \text{ °С}$.

$$t_{ec1} = t_{01} + 10 \dots 20 \text{ °С} = -40 + 10 = -30 \text{ °С};$$

$$t_{ec2} = t_{02} + 5 \dots 10 \text{ °С} = -25 + 10 = -15 \text{ °С}.$$

$$t_{ec3} = t_{03} + 5 \dots 10 \text{ °С} = -10 + 5 = -5 \text{ °С}.$$

Температуру рідкого холодоагенту що виходить із змійовика проміжної посудини, приймають на 4..6 °С вище температури кипіння холодоагенту в апараті.

Будуємо цикл в $\lg P-h$ діаграмі для R717. Значення параметрів х.а. у вузлових точках циклу заносимо до табл.7.1.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ				

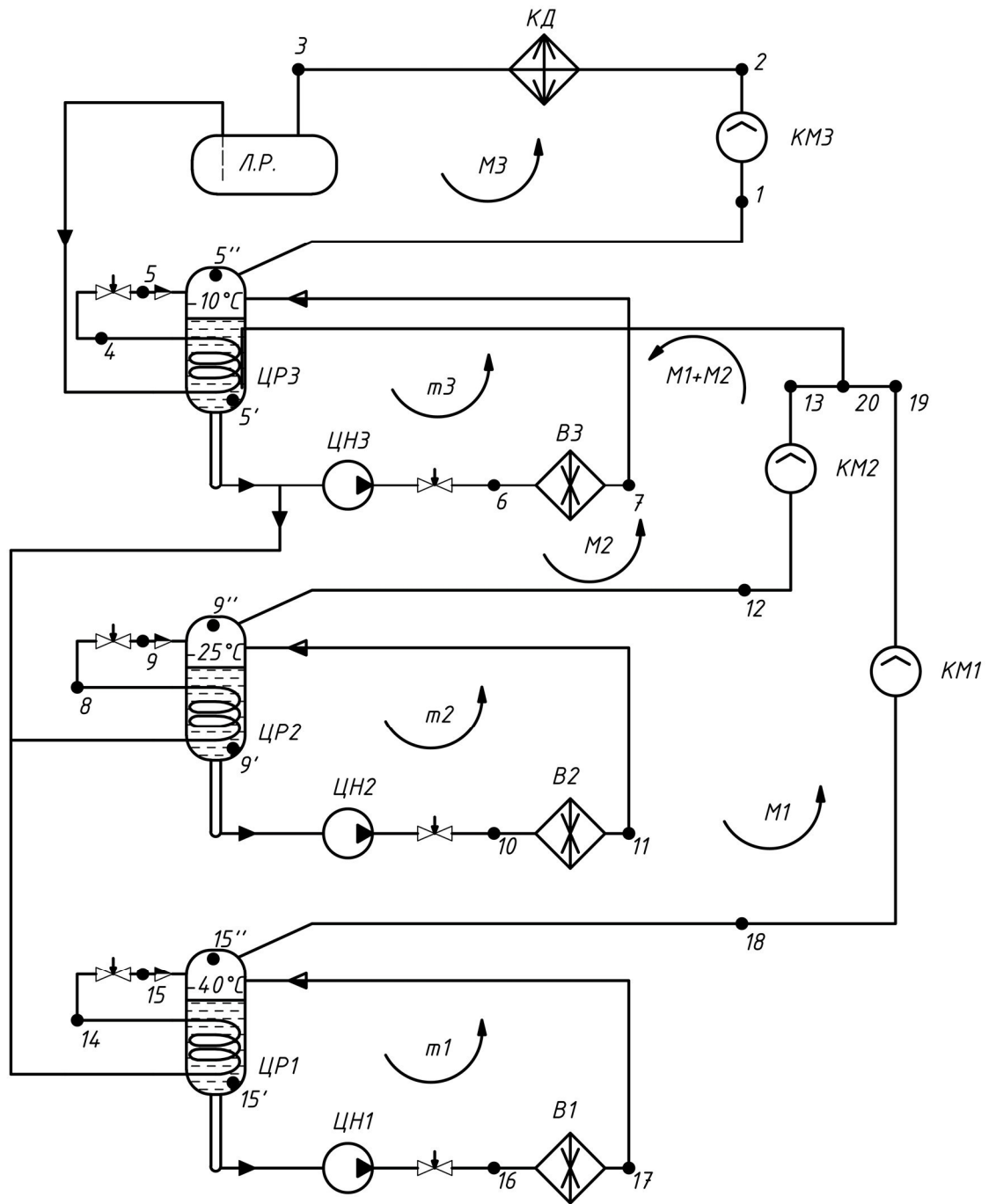
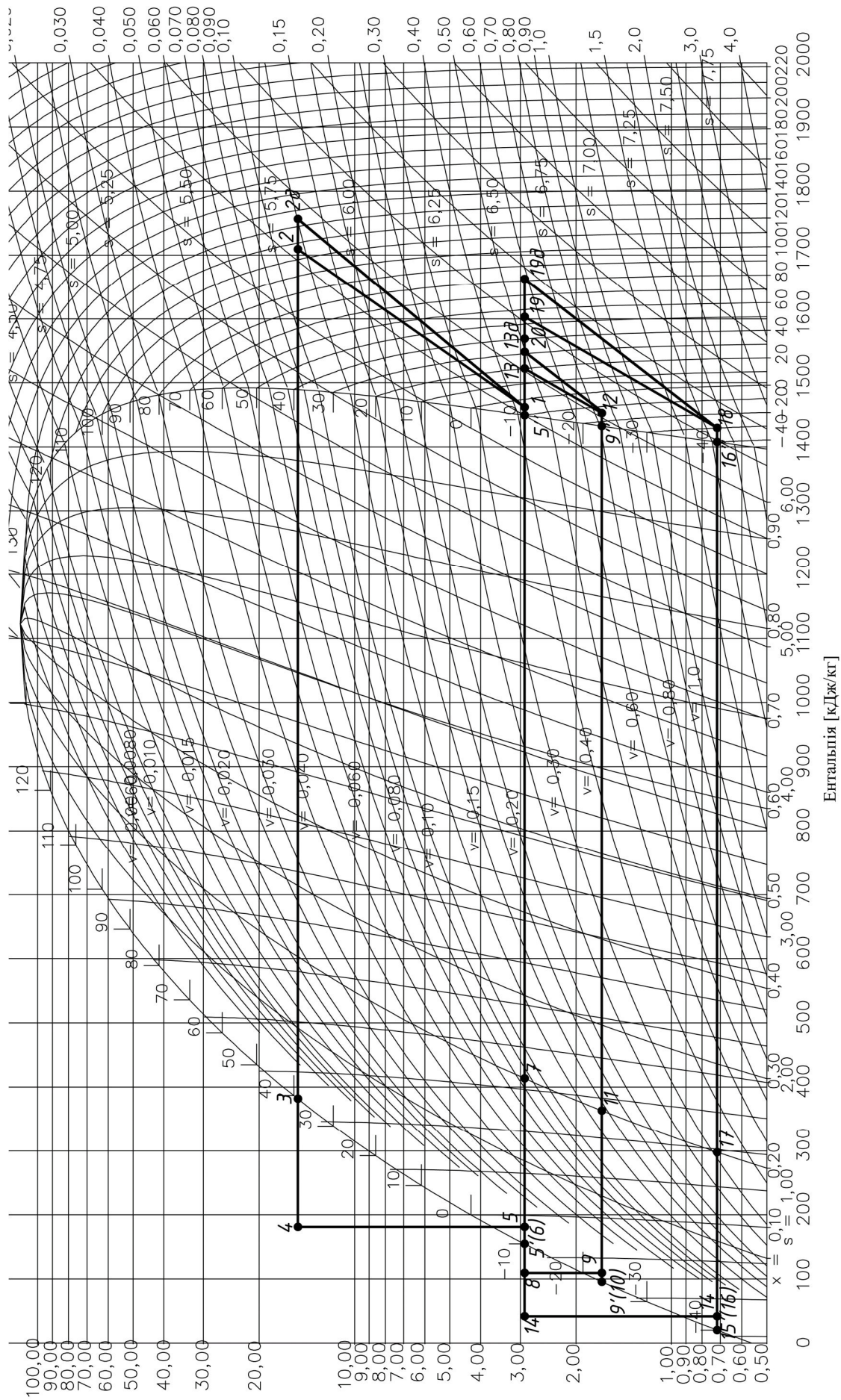


Рисунок 7. 1. Принципова схема двоступеневої аміачної холодильної машини на три температури кипіння

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ				



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00 БКР 142.004.010.ПЗ

Арк.

№ Точки	Температура °С	Тиск, Мпа	Ентальпія, кДж/кг	Питомий об'єм, м ³ /кг	Паровміст, кг/кг
	t	P	h	v	x
1	-5	0.29	1462	0.428	—
2	112	1.43	1700	0.112	—
3	37	1.43	373	—	0
4	-5	1.43	177	—	—
5	-10	0.29	177	—	0.02
5'	-10	0.29	154	—	0
5''	-10	0.29	1449	0.421	1
6	-10	0.29	154	—	0
7	-10	0.29	417	0.08	0.2
8	-20	0.29	106	—	—
9	-20	0.15	106	—	0.02
9'	-25	0.15	85	—	0
9''	-25	0.15	1429	0.77	1
10	-25	0.15	85	—	0
11	-25	0.15	355	0.15	0.2
12	-15	0.15	1456	0.8	—
13	30	0.29	1546	0.48	—
14	-35	0.29	42	—	—
15	-40	0.0717	42	—	0.02
15'	-40	0.0717	21	—	0
15''	-40	0.0717	1405	1.55	1
16	-40	0.0717	1405	—	0
17	-40	0.0717	21	0.31	—
18	-30	0.0717	1431	1.6	—
19	64	0.29	1622	0.55	—
20	51	0.29	1596	0.53	—

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо масову витрату холодоагенту який циркулює через ЦР1:

$$m_1 = \frac{Q_{01}}{h_{15''} - h_{16}} = \frac{530.35}{1405 - 21} = 0.388 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Масова витрата холодоагенту через ЦН1:

$$m_{цн1} = m_1 * x_{11} = 0.388 * 0.2 = 0.07 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Загальна кількість пари M_1 (кг/с) яка всмоктується через КМ1:

$$M_1 = \frac{m_1}{1 - x_{15}};$$
$$M_1 = \frac{0.388}{1 - 0.02} = 0.39 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Визначаємо масову витрату холодоагенту який циркулює через ЦР2:

$$m_2 = \frac{Q_{02}}{h_{9''} - h_{10}} = \frac{194.62}{1429 - 85} = 0.145 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Масова витрата холодоагенту через ЦН2:

$$m_{цн2} = m_2 * x_7 = 0.145 * 0.2 = 0.029 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Загальна кількість пари M_2 (кг/с) яка всмоктується через КМ2:

$$M_2 = \frac{m_2}{1 - x_9};$$
$$M_2 = \frac{0.145}{1 - 0.02} = 0.148 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Визначаємо масову витрату холодоагенту який циркулює через ЦР3:

$$m_2 = \frac{Q_{03}}{h_{5''} - h_6} = \frac{246.3}{1449 - 154} = 0.19 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Масова витрата холодоагенту через ЦН3:

$$m_{цн3} = m_2 * x_7 = 0.19 * 0.2 = 0.038 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Загальна кількість пари M_3 (кг/с) яка всмоктується через КМ3:

$$(M_1 + M_2) \times h_{20} + M_3 \times h_5 + m_3 \times h_7 =$$
$$= M_3 \times h_1 + (M_1 + M_2) \times h_{5'} + m_3 \times h_{5'}$$

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Звідси:

$$M_3 = \frac{(M_1 + M_2) \times (h_{20} - h_{5'}) + m_3 \times (h_7 - h_{5'})}{h_1 - h_5} =$$
$$= \frac{(0.39 + 0.148) \times (1596 - 154) + 0.19 \times (417 - 154)}{1462 - 177} = 0,64 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

На ступінь низького тиску встановлюю гвинтовий компресор.

Для визначення потрібної об'ємної продуктивності компресора знайдемо коефіцієнти подачі λ .

Для КМ1.

З мал. 11.2 літ.1 приймаю коефіцієнт подачі для гвинтових компресорів:

$$t_0 = -40^\circ\text{C},$$

$$\frac{P_{\text{пр}}}{P_0} = \frac{0,29}{0,0717} = 4,045$$

$$\lambda = 0,84$$

Для КМ2.

$$\lambda_i = \frac{P_0 - \Delta P_{\text{вс}}}{P_0} - c \cdot \left[\left(\frac{P_{\text{пр}} + \Delta P_{\text{наг}}}{P_0} \right)^{\frac{1}{n}} - \frac{P_0 - \Delta P_{\text{вс}}}{P_0} \right]$$

$c=0.02$ – відносний мертвий простір;

$n=1.1$ – показник політропи;

$\Delta P_{\text{вс}} = 10$ кПа - депресія на всмоктуванні;

$\Delta P_{\text{наг}} = 10$ кПа - депресія на нагнітанні;

$P_0 = 0,15$ МПа

$P_{\text{пр}} = 0,29$ МПа

$$\lambda_i = \frac{0,15 - 0,01}{0,15} - 0,02 \cdot \left[\left(\frac{0,29 + 0,01}{0,15} \right)^{\frac{1}{1,1}} - \frac{0,15 - 0,01}{0,15} \right] = 0,909$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

00 БКР 142.004.010.ПЗ

$$\lambda_{\omega'} = \frac{T_{\text{пр}}}{T_{\text{к}}}$$

$$\lambda_{\omega'} = \frac{-25 + 273}{-10 + 273} = 0,943$$

$$\lambda = \lambda_i \cdot \lambda_{\omega'}$$

$$\lambda = 0,909 \cdot 0,943 = 0,857$$

Для КМЗ.

$$\lambda_i = \frac{P_{\text{пр}} - \Delta P_{\text{вс}}}{P_{\text{пр}}} - c \cdot \left[\left(\frac{P_{\text{к}} + \Delta P_{\text{наг}}}{P_{\text{пр}}} \right)^{\frac{1}{n}} - \frac{P_{\text{пр}} - \Delta P_{\text{вс}}}{P_{\text{пр}}} \right]$$

$c=0.02$ – відносний мертвий простір;

$n=1.1$ – показник політропи;

$\Delta P_{\text{вс}} = 10$ кПа - депресія на всмоктуванні;

$\Delta P_{\text{наг}} = 10$ кПа - депресія на нагнітанні;

$P_{\text{пр}} = 0,29$ МПа

$P_{\text{к}} = 1,43$ МПа

$$\lambda_i = \frac{0,29 - 0,01}{0,29} - 0,02 \cdot \left[\left(\frac{1,43 + 0,01}{0,29} \right)^{\frac{1}{1,1}} - \frac{0,29 - 0,01}{0,29} \right] = 0,89$$

$$\lambda_{\omega'} = \frac{T_{\text{пр}}}{T_{\text{к}}}$$

$$\lambda_{\omega'} = \frac{-10 + 273}{37 + 273} = 0,848$$

$$\lambda = \lambda_i \cdot \lambda_{\omega'}$$

$$\lambda = 0,89 \cdot 0,848 = 0,76$$

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Розрахунок компресора КМ1.

Необхідна продуктивність компресорів:

$$V_H = \frac{M_1 \cdot \vartheta_{18}}{\lambda} = \frac{0,39 \cdot 1,6}{0,84} = 0,743 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Вибираємо 2 гвинтових компресорних агрегати Gea Grasso LT Series type T (габаритні розміри: Д – 3150 мм, Ш - 890 мм, В - 1755 мм; маса - 3350 кг; $D_{\text{всм}} = 175$ мм;

$D_{\text{нагн}} = 100$ м ; номінальна швидкість двигуна – 2940 об/хв.(50 Гц)), сумарною об'ємною подачею:

$$V_d = 1460 \cdot 2 = 2920 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} = 0,81 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Дійсна масова витрата:

$$M_1 = \frac{\lambda \cdot V_d}{\vartheta_1} = \frac{0,84 \cdot 0,81}{1,6} = 0,425 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Сумарна теоретична потужність:

$$N_{m(-40)} = M_1 \cdot (h_{19} - h_{18}) = 0,425 \cdot (1622 - 1431) = 81,175 \text{ кВт}$$

Знаходимо індикаторний ККД:

$$\eta_i = \lambda = 0,84$$

Індикаторна потужність компресора:

$$N_{i(-40)} = \frac{N_{m(-40)}}{\eta_i} = \frac{81,175}{0,84} = 96,6 \text{ кВт}$$

Ефективна потужність:

$$N_{e(-40)} = \frac{N_{i(-40)}}{\eta_{\text{мех}}} = \frac{96,6}{0,9} = 107,4 \text{ кВт}$$

де $\eta_{\text{мех}}$ – механічний ККД компресора (Приймаю $\eta_{\text{мех}} = 0,9$).

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Електрична потужність:

$$N_{\text{ел}(-40)} = \frac{N_{e(-40)}}{\eta_{\text{ел}}} = \frac{107,4}{0,9} = 119,3 \text{ кВт}$$

де $\eta_{\text{ел}}$ – електричний ККД компресора (Приймаю $\eta_{\text{ел}} = 0,9$).

Для забезпечення нормальної роботи компресорів необхідно брати запас потужності 10% .

Підбираємо 2 двигуни Leroy Somer LS 280 SC

$$N_{\text{ел,реал}(-8)} = 2 \times 75 = 150 \text{ кВт}$$

Розрахунок компресора КМ2.

Необхідна продуктивність компресорів:

$$V_{\text{н}} = \frac{M_2 \cdot \vartheta_{12}}{\lambda} = \frac{0,148 \cdot 0,8}{0,857} = 0,138 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Вибираємо 2 поршневі компресори Gea Grasso 410 (габаритні розміри: Д – 925 мм, Ш - 888 мм, В - 815 мм; маса - 610 кг; $D_{\text{всм}} = 65$ мм; $D_{\text{нагн}} = 50$ мм; номінальна швидкість двигуна - 1500 об/хв.(50 Гц)), сумарною об'ємною подачею:

$$V_{\text{д}} = 290 \cdot 2 = 580 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} = 0,16 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Дійсна масова витрата:

$$M_2 = \frac{\lambda \cdot V_{\text{д}}}{\vartheta_3} = \frac{0,857 \cdot 0,16}{0,8} = 0,17 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Сумарна теоретична потужність:

$$N_{m(-25)} = M_2 \cdot (h_{13} - h_{12}) = 0,17 \cdot (1546 - 1456) = 15,3 \text{ кВт}$$

Знаходимо індикаторний ККД:

$$\eta_i = \lambda_{\omega'} + b \cdot t_0 = 0,943 + 0,001 \cdot (-25) = 0,918$$

Індикаторна потужність компресора:

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{i(-25)} = \frac{N_{m(-25)}}{\eta_i} = \frac{15,3}{0,918} = 16,7 \text{ кВт}$$

Ефективна потужність:

$$N_{e(-25)} = \frac{N_{i(-25)}}{\eta_{\text{мех}}} = \frac{16,7}{0,9} = 18,5 \text{ кВт}$$

де $\eta_{\text{мех}}$ – механічний ККД компресора (Приймаю $\eta_{\text{мех}} = 0,9$).

Електрична потужність:

$$N_{\text{ел}(-25)} = \frac{N_{e(-25)}}{\eta_{\text{ел}}} = \frac{18,5}{0,9} = 20,5 \text{ кВт}$$

де $\eta_{\text{ел}}$ – електричний ККД компресора (Приймаю $\eta_{\text{ел}} = 0,9$).

Підбираємо 2 двигуни Leroy Somer LS 160 LR

$$N_{\text{ел.реал}(-8)} = 2 \times 15 = 30 \text{ кВт}$$

Розрахунок компресора КМЗ.

Необхідна продуктивність компресорів:

$$V_{\text{н}} = \frac{M_3 \cdot \vartheta_1}{\lambda} = \frac{0,64 \cdot 0,4}{0,76} = 0,337 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Вибираємо 2 поршневі компресори Gea Grasso 612 (габаритні розміри: Д – 1377 мм, Ш – 1171 мм, В – 931 мм; маса – 1050 кг; $D_{\text{всм}} = 125$ мм; $D_{\text{нагн}} = 100$ мм; номінальна швидкість двигуна – 1000 об/хв.(50 Гц)), сумарною об'ємною подачею:

$$V_{\text{д}} = 796 \cdot 2 = 1592 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} = 0,44 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Дійсна масова витрата:

$$M_3 = \frac{\lambda \cdot V_{\text{д}}}{\vartheta_1} = \frac{0,76 \cdot 0,44}{0,4} = 0,836 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Сумарна теоретична потужність:

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{m(-10)} = M_3 \cdot (h_2 - h_1) = 0,836 \cdot (1700 - 1462) = 198,9 \text{ кВт}$$

Знаходимо індикаторний ККД:

$$\eta_i = \lambda_{\omega'} + b \cdot t_0 = 0,848 + 0,001 \cdot (-10) = 0,838$$

Індикаторна потужність компресора:

$$N_{i(-10)} = \frac{N_{m(-10)}}{\eta_i} = \frac{198,9}{0,838} = 237,35 \text{ кВт}$$

Ефективна потужність:

$$N_{e(-10)} = \frac{N_{i(-10)}}{\eta_{\text{мех}}} = \frac{237,35}{0,9} = 263,7 \text{ кВт}$$

де $\eta_{\text{мех}}$ – механічний ККД компресора (Приймаю $\eta_{\text{мех}} = 0,9$).

Електрична потужність:

$$N_{\text{ел}(-10)} = \frac{N_{e(-10)}}{\eta_{\text{ел}}} = \frac{263,7}{0,9} = 293 \text{ кВт}$$

де $\eta_{\text{ел}}$ – електричний ККД компресора (Приймаю $\eta_{\text{ел}} = 0,9$).

Підбираємо 2 двигуни Leroy Somer LS 315 MR

$$N_{\text{ел.реал}(-8)} = 2 \times 160 = 320 \text{ кВт}$$

Розраховуємо дійсне навантаження на конденсатор:

$$Q_k = \sum Q_0 \cdot \frac{V_d}{V_H} + \sum N_i$$

$$Q_k = 530,35 \cdot \frac{0,81}{0,743} + 194,62 \cdot \frac{0,16}{0,138} + 211,09 \cdot \frac{0,44}{0,337} + 119,3 + 20,5 + 293$$

$$= 1512,2 \text{ кВт}$$

Середній коефіцієнт робочого часу компресора:

$$b = \frac{\sum V_H}{\sum V_d} = \frac{0,743 + 0,138 + 0,337}{0,81 + 0,16 + 0,44} = 0,86$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ				

8. Розрахунок та вибір теплообмінних апаратів

Завдання теплового розрахунку теплообмінних апаратів полягає у визначенні площі поверхні теплопередачі. В основу розрахунків покладено розв'язання рівняння теплопередачі:

$$F = \frac{Q_k}{k \cdot \Delta t_{\text{сер}}},$$

де Q_k – теплове навантаження на конденсатор; k – коефіцієнт тепловіддачі; $\Delta t_{\text{сер}}$ – температурний напір.

Середню логарифмічну різницю температур для повітроохолодників приймаю $\Delta t_{\text{сер}} = 10^\circ\text{C}$.

коефіцієнт тепловіддачі для повітроохолодників Alfa Laval приймаємо $30 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{K}}$;

Розрахунок конденсатора.

Навантаження на конденсатор знаходимо за формулою:

$$Q_{\text{кд}} = 0,9 \cdot Q_k = 0,9 \cdot 1512,2 = 1360,98 \text{ кВт}$$

До установки приймаємо 2 випарних конденсатори фірми Evarco LSCB-170.

Модель	Теплове навант., кВт	Роб. маса, кг	Розміри, мм			Витр. пов., м ³ /с	Двигун вент., кВт	Витр. води, л/с
			В	Д	Ш			
LBS	732	1820	2578	2737	1207	12,3	1 × 11	15,5

Знаходимо дійсну потужність конденсатора за формулою:

$$Q_{\text{к(д)}} = 2 \cdot 732 = 1464 \text{ кВт}$$

Розрахунок повітроохолодників.

1. Камера №1 ($t_{\text{кам}} = -30^\circ\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \cdot \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{117,19 \cdot 10^3}{30 \cdot 10} = 391 \text{ м}^2$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

00 БКР 142.004.010.ПЗ

До установки приймаємо 2 підвісні повітроохолодники Alfa Laval Air Max NH₃ INBA505C10 з площею теплообміну $F = 221,5 \text{ м}^2$, кількість вентиляторів $n=5$, потужність $N = 3950 \text{ Вт}$; подача повітря — $10,2 \text{ м}^3/\text{с}$ довжина струмини - 31м, крок ребра – 10мм, діаметр вентилятора – 500мм, об'єм труб – $0,058 \text{ м}^3$.

$$F_p = 221,5 \times 2 = 443 \text{ м}^2$$

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів:

$$V_{\text{пер}} = \frac{Q_{\text{обл}}}{\rho_{\text{пов}} \cdot (h_1 - h_2)}$$

де $\rho_{\text{пов}}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника

(визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} =$

$$-26^\circ\text{C} \quad h_1 = -25 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad t_{\text{вих}} = -30^\circ\text{C}, \quad h_2 = -29 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$V_{\text{пер}} = \frac{117,19 \cdot 10^3}{1,5 \cdot (-25 + 29)} = 19,5 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

2. Камера №2 ($t_{\text{кам}} = -30^\circ\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \cdot \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{247,87 \cdot 10^3}{30 \cdot 10} = 826,2 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 2 підвісні повітроохолодники Alfa Laval Air Max NH₃ INBA635D12 з площею теплообміну $F = 441,8 \text{ м}^2$, кількість вентиляторів $n=5$, потужність $N = 9500 \text{ Вт}$; подача повітря $22,6 \text{ м}^3/\text{с}$ довжина струмини - 52 м, крок ребра – 12мм, діаметр вентилятора – 630мм, об'єм труб – $0,134 \text{ м}^3$.

$$F_p = 441,8 \times 2 = 883,6 \text{ м}^2$$

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів:

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

00 БКР 142.004.010.ПЗ

$$V_{\text{пер}} = \frac{Q_{\text{обл}}}{\rho_{\text{пов}} \cdot (h_1 - h_2)}$$

де $\rho_{\text{пов}}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника

(визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} =$

$$-26^{\circ}\text{C} \quad h_1 = -25 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad t_{\text{вих}} = -30^{\circ}\text{C}, \quad h_2 = -29 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$V_{\text{пер}} = \frac{157,9 \cdot 10^3}{1,5 \cdot (-25 + 29)} = 41,3 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

3. Камера №3 ($t_{\text{кам}} = -3^{\circ}\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \cdot \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{51,82 \cdot 10^3}{30 \cdot 10} = 172,7 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 2 підвісні повітроохолодники Alfa Laval Air Max NH₃ NBA503A10 з площею теплообміну $F = 88,2 \text{ м}^2$, кількість вентиляторів $n=3$, потужність $N = 2370 \text{ Вт}$; подача повітря $6,4 \text{ м}^3/\text{с}$ довжина струмини - 33 м, крок ребра – 10мм, діаметр вентилятора – 500мм, об'єм труб – $0,023 \text{ м}^3$.

$$F_p = 88,2 \times 2 = 176,4 \text{ м}^2$$

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів:

$$V_{\text{пер}} = \frac{Q_{\text{обл}}}{\rho_{\text{пов}} \cdot (h_1 - h_2)}$$

де $\rho_{\text{пов}}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника

(визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} = 1^{\circ}\text{C}$

$$h_1 = 9 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}, \quad t_{\text{вих}} = -3^{\circ}\text{C}, \quad h_2 = 5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$V_{\text{пер}} = \frac{51,82 \cdot 10^3}{1,3 \cdot (9 - 5)} = 9,9 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ				

4. Камера №4 ($t_{\text{кам}} = -3^{\circ}\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \cdot \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{52,86 \cdot 10^3}{30 \cdot 10} = 176,2 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 2 підвісні повітроохолодники Alfa Laval Air Max NH₃ NBA503A10 з площею теплообміну $F = 88,2 \text{ м}^2$, кількість вентиляторів $n=3$, потужність $N = 2370 \text{ Вт}$; подача повітря $6,4 \text{ м}^3/\text{с}$ довжина струмини - 33 м , крок ребра – 10 мм , діаметр вентилятора – 500 мм , об'єм труб – $0,023 \text{ м}^3$.

$$F_p = 88,2 \times 2 = 176,4 \text{ м}^2$$

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів:

$$V_{\text{пер}} = \frac{Q_{\text{обл}}}{\rho_{\text{пов}} \cdot (h_1 - h_2)}$$

де $\rho_{\text{пов}}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника

(визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} = 1^{\circ}\text{C}$

$$h_1 = 9 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}, t_{\text{вих}} = -3^{\circ}\text{C}, h_2 = 5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$V_{\text{пер}} = \frac{52,86 \cdot 10^3}{1,3 \cdot (9 - 5)} = 10,1 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

5. Камера №5 ($t_{\text{кам}} = 0^{\circ}\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \cdot \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{13,82 \cdot 10^3}{30 \cdot 10} = 46 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 1 підвісний повітроохолодник Alfa Laval Air Max NH₃ INBA403A70 з площею теплообміну $F = 57,7 \text{ м}^2$, кількість вентиляторів $n=3$, потужність $N = 780 \text{ Вт}$; подача повітря $3,2 \text{ м}^3/\text{с}$ довжина струмини - 21 м , крок ребра – 7 мм , діаметр вентилятора – 400 мм , об'єм труб – $0,011 \text{ м}^3$.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ				

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів:

$$V_{\text{пер}} = \frac{Q_{\text{обл}}}{\rho_{\text{пов}} \cdot (h_1 - h_2)}$$

де $\rho_{\text{пов}}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника (визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} = 2^\circ\text{C}$

$$h_1 = 12 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}, t_{\text{вих}} = 0^\circ\text{C}, h_2 = 8 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$V_{\text{пер}} = \frac{13,82 \cdot 10^3}{1,3 \cdot (12 - 8)} = 2,6 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

6. Камера №6 ($t_{\text{кам}} = 0^\circ\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \cdot \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{12,78 \cdot 10^3}{30 \cdot 10} = 42,6 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 1 підвісний повітроохолодник Alfa Laval Air Max NH₃ INBA403A70 з площею теплообміну $F = 57,7 \text{ м}^2$, кількість вентиляторів $n=3$, потужність $N = 780 \text{ Вт}$; подача повітря $3,2 \text{ м}^3/\text{с}$ довжина струмини - 21 м, крок ребра – 7мм, діаметр вентилятора – 400мм, об'єм труб – $0,011 \text{ м}^3$.

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів:

$$V_{\text{пер}} = \frac{Q_{\text{обл}}}{\rho_{\text{пов}} \cdot (h_1 - h_2)}$$

де $\rho_{\text{пов}}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника (визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} = 2^\circ\text{C}$

$$h_1 = 12 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}, t_{\text{вих}} = 0^\circ\text{C}, h_2 = 8 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$V_{\text{пер}} = \frac{12,78 \cdot 10^3}{1,3 \cdot (12 - 8)} = 2,5 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ				

7. Камера №7 ($t_{\text{кам}} = -18^{\circ}\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \cdot \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{35,61 \cdot 10^3}{30 \cdot 10} = 118,7 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 2 підвісні повітроохолодники Alfa Laval Air Max NH₃ NBA503A10 з площею теплообміну $F = 88,2 \text{ м}^2$, кількість вентиляторів $n=3$, потужність $N = 2370 \text{ Вт}$; подача повітря $6,4 \text{ м}^3/\text{с}$ довжина струмини - 33 м, крок ребра – 10мм, діаметр вентилятора – 500мм, об'єм труб – $0,023 \text{ м}^3$.

$$F_p = 88,2 \times 2 = 176,4 \text{ м}^2$$

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів:

$$V_{\text{пер}} = \frac{Q_{\text{обл}}}{\rho_{\text{пов}} \cdot (h_1 - h_2)}$$

де $\rho_{\text{пов}}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника (визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} = -14^{\circ}\text{C}$

$$h_1 = -13 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}, t_{\text{вих}} = -18^{\circ}\text{C}, h_2 = -17 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$V_{\text{пер}} = \frac{35,61 \cdot 10^3}{1,3 \cdot (-13 + 17)} = 6,8 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

8. Камера №8 ($t_{\text{кам}} = 0^{\circ}\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \cdot \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{22,32 \cdot 10^3}{30 \cdot 10} = 74,4 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 1 підвісний повітроохолодник Alfa Laval Air Max NH₃ NBA503A10 з площею теплообміну $F = 88,2 \text{ м}^2$, кількість вентиляторів $n=3$, потужність $N = 2370 \text{ Вт}$; подача повітря $6,4 \text{ м}^3/\text{с}$ довжина

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

00 БКР 142.004.010.ПЗ

струмини - 33 м, крок ребра – 10мм, діаметр вентилятора – 500мм, об'єм труб – 0,023м³.

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів:

$$V_{\text{пер}} = \frac{Q_{\text{обл}}}{\rho_{\text{пов}} \cdot (h_1 - h_2)}$$

де $\rho_{\text{пов}}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника

(визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} = 2^{\circ}\text{C}$

$$h_1 = 12 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}, t_{\text{вих}} = 0^{\circ}\text{C}, h_2 = 8 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$V_{\text{пер}} = \frac{22,32 \cdot 10^3}{1,3 \cdot (12 - 8)} = 4,3 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

9. Камера №9 ($t_{\text{кам}} = 0^{\circ}\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \cdot \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{48,04 \cdot 10^3}{30 \cdot 10} = 160,1 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 2 підвісні повітроохолодники Alfa Laval Air Max NH₃ NBA503A10 з площею теплообміну $F = 88,2 \text{ м}^2$, кількість вентиляторів $n=3$, потужність $N = 2370 \text{ Вт}$; подача повітря 6,4 м³/с довжина струмини - 33 м, крок ребра – 10мм, діаметр вентилятора – 500мм, об'єм труб – 0,023м³.

$$F_p = 88,2 \times 2 = 176,4 \text{ м}^2$$

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів:

$$V_{\text{пер}} = \frac{Q_{\text{обл}}}{\rho_{\text{пов}} \cdot (h_1 - h_2)}$$

де $\rho_{\text{пов}}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника

(визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} = 2^{\circ}\text{C}$

$$h_1 = 12 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}, t_{\text{вих}} = 0^{\circ}\text{C}, h_2 = 8 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{\text{пер}} = \frac{48,04 \cdot 10^3}{1,3 \cdot (12 - 8)} = 9,2 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

10. Камера №10 ($t_{\text{кам}} = 0^\circ\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \cdot \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{35,29 \cdot 10^3}{30 \cdot 10} = 117,6 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 2 підвісні повітроохолодники Alfa Laval Air Max NH₃ NBA503A10 з площею теплообміну $F = 88,2 \text{ м}^2$, кількість вентиляторів $n=3$, потужність $N = 2370 \text{ Вт}$; подача повітря $6,4 \text{ м}^3/\text{с}$ довжина струмини – 33 м, крок ребра – 10мм, діаметр вентилятора – 500мм, об'єм труб – $0,023 \text{ м}^3$.

$$F_p = 88,2 \times 2 = 176,4 \text{ м}^2$$

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів:

$$V_{\text{пер}} = \frac{Q_{\text{обл}}}{\rho_{\text{пов}} \cdot (h_1 - h_2)}$$

де $\rho_{\text{пов}}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника

(визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} = 2^\circ\text{C}$

$$h_1 = 12 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}, t_{\text{вих}} = 0^\circ\text{C}, h_2 = 8 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$V_{\text{пер}} = \frac{35,29 \cdot 10^3}{1,3 \cdot (12 - 8)} = 6,8 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

11. Камера №11 ($t_{\text{кам}} = -18^\circ\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \cdot \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{59,1 \cdot 10^3}{30 \cdot 10} = 197 \text{ м}^2$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

00 БКР 142.004.010.ПЗ

До установки приймаємо 2 підвісні повітроохолодники Alfa Laval Air Max NH₃ INBA504A12 з площею теплообміну $F = 102,7 \text{ м}^2$, кількість вентиляторів $n=4$, потужність $N = 3160 \text{ Вт}$; подача повітря $6,2 \text{ м}^3/\text{с}$ довжина струмини - 32 м, крок ребра – 10мм, діаметр вентилятора – 500мм, об'єм труб – $0,031 \text{ м}^3$.

$$F_p = 102,7 \times 2 = 205,4 \text{ м}^2$$

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів:

$$V_{\text{пер}} = \frac{Q_{\text{обл}}}{\rho_{\text{пов}} \cdot (h_1 - h_2)}$$

де $\rho_{\text{пов}}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника (визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} = -14^\circ\text{C}$

$$h_1 = -13 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}, t_{\text{вих}} = -18^\circ\text{C}, h_2 = -17 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$V_{\text{пер}} = \frac{59,1 \cdot 10^3}{1,3 \cdot (-13 + 17)} = 11,3 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

12. Камера №12 ($t_{\text{кам}} = -18^\circ\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \cdot \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{41,65 \cdot 10^3}{30 \cdot 10} = 138,8 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 2 підвісні повітроохолодники Alfa Laval Air Max NH₃ NBA503A10 з площею теплообміну $F = 88,2 \text{ м}^2$, кількість вентиляторів $n=3$, потужність $N = 2370 \text{ Вт}$; подача повітря $6,4 \text{ м}^3/\text{с}$ довжина струмини - 33 м, крок ребра – 10мм, діаметр вентилятора – 500мм, об'єм труб – $0,023 \text{ м}^3$.

$$F_p = 88,2 \times 2 = 176,4 \text{ м}^2$$

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів:

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{\text{пер}} = \frac{Q_{\text{обл}}}{\rho_{\text{пов}} \cdot (h_1 - h_2)}$$

де $\rho_{\text{пов}}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника (визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} = -14^{\circ}\text{C}$

$$h_1 = -13 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}, t_{\text{вих}} = -18^{\circ}\text{C}, h_2 = -17 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$V_{\text{пер}} = \frac{41,65 \cdot 10^3}{1,3 \cdot (-13 + 17)} = 8 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

13. Камера №13 ($t_{\text{кам}} = 0^{\circ}\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \cdot \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{15,41 \cdot 10^3}{30 \cdot 10} = 51,4 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 1 підвісний повітроохолодник Alfa Laval Air Max NH₃ INBA403A70 з площею теплообміну $F = 57,7 \text{ м}^2$, кількість вентиляторів $n=3$, потужність $N = 780 \text{ Вт}$; подача повітря $3,2 \text{ м}^3/\text{с}$ довжина струмини - 21 м, крок ребра – 7мм, діаметр вентилятора – 400мм, об'єм труб – 0,011м³.

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів:

$$V_{\text{пер}} = \frac{Q_{\text{обл}}}{\rho_{\text{пов}} \cdot (h_1 - h_2)}$$

де $\rho_{\text{пов}}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника (визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} = 2^{\circ}\text{C}$

$$h_1 = 12 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}, t_{\text{вих}} = 0^{\circ}\text{C}, h_2 = 8 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$V_{\text{пер}} = \frac{15,41 \cdot 10^3}{1,3 \cdot (12 - 8)} = 2,9 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

00 БКР 142.004.010.ПЗ

14. Камера №14 ($t_{\text{кам}} = -18^{\circ}\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \cdot \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{27,92 \cdot 10^3}{30 \cdot 10} = 93 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 2 підвісні повітроохолодники Alfa Laval Air Max NH₃ INBA403A70 з площею теплообміну $F = 57,7 \text{ м}^2$, кількість вентиляторів $n=3$, потужність $N = 780 \text{ Вт}$; подача повітря $3,2 \text{ м}^3/\text{с}$ довжина струмини - 21 м, крок ребра – 7мм, діаметр вентилятора – 400мм, об'єм труб – $0,011 \text{ м}^3$.

$$F_p = 57,7 \times 2 = 115,4 \text{ м}^2$$

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів:

$$V_{\text{пер}} = \frac{Q_{\text{обл}}}{\rho_{\text{пов}} \cdot (h_1 - h_2)}$$

де $\rho_{\text{пов}}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника (визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} = -14^{\circ}\text{C}$

$$h_1 = -13 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}, t_{\text{вх}} = -18^{\circ}\text{C}, h_2 = -17 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$V_{\text{пер}} = \frac{27,92 \cdot 10^3}{1,3 \cdot (-13 + 17)} = 5,3 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

15. Камера №15 ($t_{\text{кам}} = -18^{\circ}\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \cdot \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{25,76 \cdot 10^3}{30 \cdot 10} = 85,8 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 1 підвісний повітроохолодник Alfa Laval Air Max NH₃ NBA503A10 з площею теплообміну $F = 88,2 \text{ м}^2$, кількість вентиляторів $n=3$, потужність $N = 2370 \text{ Вт}$; подача повітря $6,4 \text{ м}^3/\text{с}$ довжина

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

00 БКР 142.004.010.ПЗ

струмини - 33 м, крок ребра – 10мм, діаметр вентилятора – 500мм, об'єм труб – 0,023м³.

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів:

$$V_{\text{пер}} = \frac{Q_{\text{обл}}}{\rho_{\text{пов}} \cdot (h_1 - h_2)}$$

де $\rho_{\text{пов}}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника (визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} = -14^{\circ}\text{C}$

$$h_1 = -13 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}, t_{\text{вих}} = -18^{\circ}\text{C}, h_2 = -17 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$V_{\text{пер}} = \frac{25,76 \cdot 10^3}{1,3 \cdot (-13 + 17)} = 4,9 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

16. Камера №16 ($t_{\text{кам}} = -18^{\circ}\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \cdot \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{20,47 \cdot 10^3}{30 \cdot 10} = 68,2 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 1 підвісний повітроохолодник Alfa Laval Air Max NH₃ NBA503A10 з площею теплообміну $F = 88,2\text{м}^2$, кількість вентиляторів $n=3$, потужність $N = 2370$ Вт; подача повітря 6,4 м³/с довжина струмини - 33 м, крок ребра – 10мм, діаметр вентилятора – 500мм, об'єм труб – 0,023м³.

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів:

$$V_{\text{пер}} = \frac{Q_{\text{обл}}}{\rho_{\text{пов}} \cdot (h_1 - h_2)}$$

де $\rho_{\text{пов}}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника (визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} = -14^{\circ}\text{C}$

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$h_1 = -13 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}, t_{\text{вих}} = -18^\circ\text{C}, h_2 = -17 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$V_{\text{пер}} = \frac{20,47 \cdot 10^3}{1,3 \cdot (-13 + 17)} = 3,9 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

17. Камера №17 ($t_{\text{кам}} = 0^\circ\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \cdot \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{14,86 \cdot 10^3}{30 \cdot 10} = 49,5 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 1 підвісний повітроохолодник Alfa Laval Air Max NH₃ INBA403A70 з площею теплообміну $F = 57,7 \text{ м}^2$, кількість вентиляторів $n=3$, потужність $N = 780 \text{ Вт}$; подача повітря $3,2 \text{ м}^3/\text{с}$ довжина струмини - 21 м, крок ребра – 7мм, діаметр вентилятора – 400мм, об'єм труб – $0,011 \text{ м}^3$.

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів:

$$V_{\text{пер}} = \frac{Q_{\text{обл}}}{\rho_{\text{пов}} \cdot (h_1 - h_2)}$$

де $\rho_{\text{пов}}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника (визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} = -14^\circ\text{C}$

$$h_1 = -13 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}, t_{\text{вих}} = -18^\circ\text{C}, h_2 = -17 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$V_{\text{пер}} = \frac{14,86 \cdot 10^3}{1,3 \cdot (-13 + 17)} = 2,8 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

Для заморозки субпродуктів встановлюємо 2 плиточні скороморозильні апарати АМПВ-7-01.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

00 БКР 142.004.010.ПЗ

9. Розрахунок діаметрів трубопроводів, вибір насосів та допоміжного обладнання холодильної установки

Лінійний ресивер.

Ємність лінійного ресивера в насосно-циркуляційних схемах з нижньою подачею аміаку в прилади охолодження при умові заповнення її не більше ніж 80%:

$$V_{л.р.} = 0,6 \cdot V_{по},$$

де $V_{по}$ – внутрішній об'єм труб повітроохолодників.

Ємність повітроохолодників:

$$V_{по} = \sum V_i \cdot n = 0,058 \cdot 2 + 0,134 \cdot 2 + 0,023 \cdot 15 + 0,011 \cdot 6 + 0,031 \cdot 2 = 0,86 \text{ м}^3$$

$$V_{л.р.} = 0,6 \cdot 0,86 = 0,516 \text{ м}^3$$

До установки приймаємо 1 ресивер 0,75РД :

Назва моделі	Розміри, мм		Діаметри патрубків, мм			Місткість, м ³	Маса
	D×S	L	d ₁	d ₂	D _y		
0,75 РД	600 × 6	3020	32	25	1/2	0,77	340

Мастилозбірник

В якості мастилозбірника приймаємо 1 мастилозаповнюючу посудину 60МЗС.

Назва моделі	Розміри, мм										Місткість, л	Маса
	D	S	B	H	h	h ₁	h ₂	d	d ₁	d ₂		
60МЗС	325	9	650	1280	890	205	925	260	310	18	60	85

Компактний циркуляційний ресивер

Циркуляційний ресивер ($t_0 = -10^\circ\text{C}$)

													Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ								

Ємкість циркуляційного ресивера в системах з нижньою подачею холодильного агента в прилади охолодження знаходимо за формулою:

$$V_{\text{цр}} = K \cdot [V_{\text{н.т.}} + 0,2 \cdot V_{\text{по}} + 0,3 \cdot V_{\text{в.т.}}],$$

де K – коефіцієнт, що залежить від типу ресивера (для горизонтальних – 1,7); $V_{\text{н.т.}}$ – внутрішній об'єм нагнітального трубопроводу насоса; $V_{\text{в.т.}}$ – внутрішній об'єм трубопроводу змішаної рідини і пари після повітроохолодників.

$$V_{\text{цр}} = 1,7 \cdot (0,01 + 0,2 \cdot 0,251 + 0,3 \cdot 1,3) = 0,7 \text{ м}^3$$

Приймаємо 1 ресивер 0.75 РД:

Назва моделі	Розміри, мм		Діаметри патрубків, мм			Місткість, м ³	Маса
	D×S	L	d ₁	d ₂	D _y		
0,75 РД	600 × 6	3020	32	25	1/2	0,77	340

Циркуляційний ресивер (t₀ = –25°C)

Ємкість циркуляційного ресивера в системах з нижньою подачею холодильного агента в прилади охолодження знаходимо за формулою:

$$V_{\text{цр}} = K \cdot [V_{\text{н.т.}} + 0,2 \cdot V_{\text{по}} + 0,3 \cdot V_{\text{в.т.}}],$$

де K – коефіцієнт, що залежить від типу ресивера (для горизонтальних – 1,7); $V_{\text{н.т.}}$ – внутрішній об'єм нагнітального трубопроводу насоса; $V_{\text{в.т.}}$ – внутрішній об'єм трубопроводу змішаної рідини і пари після повітроохолодників.

$$V_{\text{цр}} = 1,7 \cdot (0,02 + 0,2 \cdot 0,206 + 0,3 \cdot 0,5) = 0,4 \text{ м}^3$$

Приймаємо 1 ресивер 0,75 РД:

Назва моделі	Розміри, мм		Діаметри патрубків, мм			Місткість, м ³	Маса
	D×S	L	d ₁	d ₂	D _y		
0,75 РД	600 × 6	3020	32	25	1/2	0,77	340

Циркуляційний ресивер ($t_0 = -40^\circ\text{C}$)

Ємкість циркуляційного ресивера в системах з нижньою подачею холодильного агента в прилади охолодження знаходимо за формулою:

$$V_{\text{цр}} = K \cdot [V_{\text{н.т.}} + 0,2 \cdot V_{\text{по}} + 0,3 \cdot V_{\text{в.т.}}],$$

де K – коефіцієнт, що залежить від типу ресивера (для горизонтальних – 1,7); $V_{\text{н.т.}}$ – внутрішній об'єм нагнітального трубопроводу насоса; $V_{\text{в.т.}}$ – внутрішній об'єм трубопроводу змішаної рідини і пари після повітроохолодників.

$$V_{\text{цр}} = 1,7 \cdot (0,03 + 0,2 \cdot 0,812 + 0,3 \cdot 0,7) = 0,68 \text{ м}^3$$

Приймаємо 1 ресивер 0,75 РД :

Назва моделі	Розміри, мм		Діаметри патрубків, мм			Місткість, м ³	Маса
	D×S	L	d ₁	d ₂	D _y		
0,75 РД	600 × 6	3020	32	25	1/2	0,77	340

Дренажний ресивер

Дренажний ресивер розраховується на прийом аміаку з найбільш аміакоємкісного апарату, посудини або блоку. В якості дренажного ресивера приймаємо 1 ресивер 0,75 РД :

Назва моделі	Розміри, мм		Діаметри патрубків, мм			Місткість, м ³	Маса
	D×S	L	d ₁	d ₂	D _y		
0,75 РД	600 × 6	3020	32	25	1/2	0,77	340

Маслиловіддільники.

Маслиловіддільники підбирають по діаметру нагнітального трубопроводу КМ та встановлюють за компресором на лінії нагнітання.

Для компресорів Gea Grasso 410 , у котрих $d_{\text{наг}}=50$ мм, біля кожного компресора встановлюємо по одному інерційному маслиловіддільнику

								Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ			

50М, для Gea Grasso 612 у яких $d_{нар}=100$ мм встановлюємо мастиловіддільники 100 М; до складу компресорних агрегатів Gea Grasso Gea Grasso LT Series type T вже входить мастиловіддільник. Характеристики мастиловіддільників наведені нижче.

Аміачні інерційні мастиловіддільники	Розміри, мм			Об'єм, м ³	Маса, кг
	D×S	H	d ₁		
50М	257×8	1228	50	0,05	98
100М	408×9	1800	100	0,17	224

Розрахунок діаметрів трубопроводів.

Окремі частини холодильної машини з'єднуються між собою трубопроводами.

Внутрішній діаметр круглої труби знаходимо за формулою:

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4 \cdot M}{\pi \cdot \rho \cdot \omega}}$$

де M – масова витрата холодоагенту кг/с; ρ – густина холодоагенту, кг/м³; ω – середня швидкість холодоагенту в перерізі (для лінії нагнітання приймають 10-20, для лінії всмоктування 12-25), м/с.

1) Всмоктувальний трубопровід компресорів, що працюють на температуру кипіння $t = -40^{\circ}\text{C}$.

$$M = 0,39 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \rho = \frac{1}{\vartheta_{18}} = \frac{1}{1,6} = 0,625 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,39}{3,14 \cdot 0,625 \cdot 20}} = 0,19 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_v = 200$ мм;

Нагнітальний трубопровід:

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M = 0,39 \frac{\text{КГ}}{\text{С}}, \quad \rho = \frac{1}{\vartheta_{19}} = \frac{1}{0,55} = 1,81 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3}$$

$$d_{\text{ВН}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,39}{3,14 \cdot 1,81 \cdot 25}} = 0,105 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 120$ мм;

2) Всмоктувальний трубопровід компресорів, що працюють на температуру кипіння $t = -25^\circ\text{C}$.

$$M = 0,148 \frac{\text{КГ}}{\text{С}}, \quad \rho = \frac{1}{\vartheta_{12}} = \frac{1}{0,8} = 1,25 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3}$$

$$d_{\text{ВН}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,148}{3,14 \cdot 1,25 \cdot 20}} = 0,087 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 100$ мм;

Нагнітальний трубопровід:

$$M = 0,148 \frac{\text{КГ}}{\text{С}}, \quad \rho = \frac{1}{\vartheta_{13}} = \frac{1}{0,48} = 2,1 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3}$$

$$d_{\text{ВН}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,148}{3,14 \cdot 2,1 \cdot 25}} = 0,06 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 60$ мм;

3) Всмоктувальний трубопровід компресорів, що працюють на температуру кипіння $t = -10^\circ\text{C}$.

$$M = 0,64 \frac{\text{КГ}}{\text{С}}, \quad \rho = \frac{1}{\vartheta_1} = \frac{1}{0,428} = 2,3 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3}$$

$$d_{\text{ВН}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,64}{3,14 \cdot 2,3 \cdot 20}} = 0,122 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 150$ мм;

Нагнітальний трубопровід:

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M = 0,64 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \rho = \frac{1}{\vartheta_2} = \frac{1}{0,112} = 8,9 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,64}{3,14 \cdot 8,9 \cdot 25}} = 0,061 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 70 \text{ мм}$;

4) Рідинна лінія ($t_0 = -40 \text{ }^\circ\text{C}$).

Розрахункова швидкість на напірній лінії $\omega = 0,3 \div 0,5 \text{ м/с}$

Приймаємо $\omega = 0,5 \text{ м/с}$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,07}{3,14 \cdot 689,7 \cdot 0,5}} = 0,016 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 16 \text{ мм}$;

Розрахункова швидкість на зворотній лінії $\omega = 0,6 \div 1,2 \text{ м/с}$

Приймаємо $\omega = 1,2 \text{ м/с}$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,07}{3,14 \cdot 3,2 \cdot 1,2}} = 0,15 \text{ мм}$$

Приймаємо трубу $d_y = 150 \text{ мм}$;

5) Рідинна лінія ($t_0 = -25 \text{ }^\circ\text{C}$).

Розрахункова швидкість на напірній лінії $\omega = 0,3 \div 0,5 \text{ м/с}$

Приймаємо $\omega = 0,5 \text{ м/с}$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,029}{3,14 \cdot 671,14 \cdot 0,5}} = 0,01 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 10 \text{ мм}$;

Розрахункова швидкість на зворотній лінії $\omega = 0,6 \div 1,2 \text{ м/с}$

Приймаємо $\omega = 1,2 \text{ м/с}$

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,029}{3,14 \cdot 7 \cdot 1,2}} = 0,066 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 70 \text{ мм}$;

б) Рідинна лінія ($t_0 = -10 \text{ }^\circ\text{C}$).

Розрахункова швидкість на напірній лінії $\omega = 0,3 \div 0,5 \text{ м/с}$

Приймаємо $\omega = 0,5 \text{ м/с}$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,038}{3,14 \cdot 653,6 \cdot 0,5}} = 0,012 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 16 \text{ мм}$;

Розрахункова швидкість на зворотній лінії $\omega = 0,6 \div 1,2 \text{ м/с}$

Приймаємо $\omega = 1,2 \text{ м/с}$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,038}{3,14 \cdot 12,5 \cdot 1,2}} = 0,056 \text{ м}$$

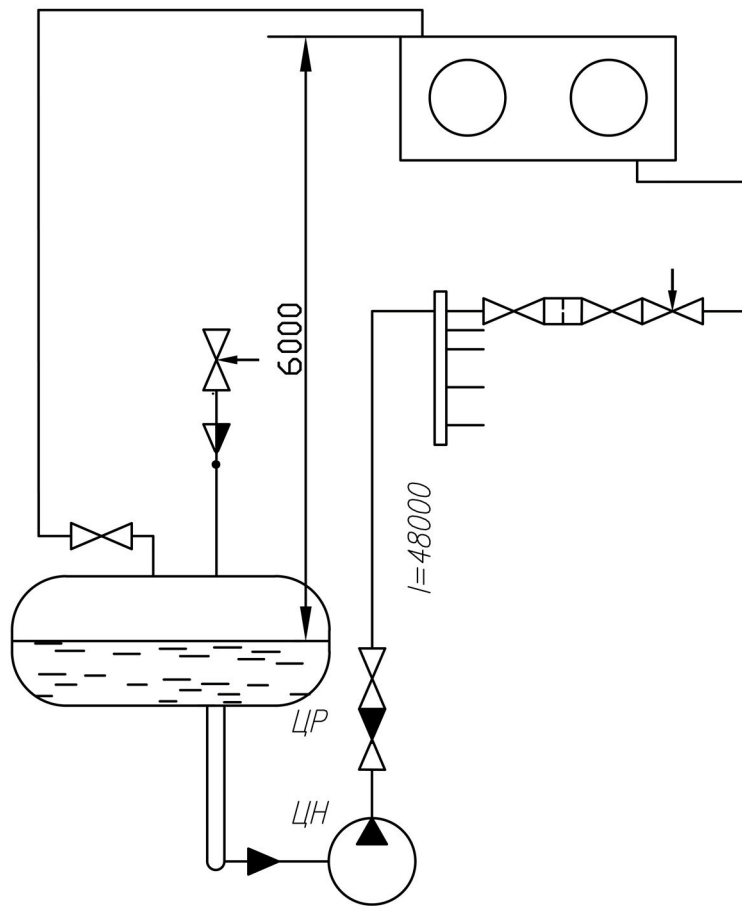
Приймаємо трубу $d_y = 70 \text{ мм}$;

Визначення гідравлічних втрат у трубопроводах.

Метою гідравлічного розрахунку є визначення втрат тиску ΔP , зумовлених гідравлічними опорами, що виникають при русі робочого середовища в трубах та теплообмінних апаратах.

Розраховуємо гідравлічний опір в нагнітальному трубопроводі циркуляційного ресивера ЦР1 принципова схема якого зображена на рисунку

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Втрата тиску в місцевих опорах:

- Зворотній клапан..... $\xi=6$
- Запірний клапан 2шт..... $\xi=11 \times 2=22$
- Поворот 3шт..... $\xi=1 \times 3=3$
- Запірний клапан 2шт..... $\xi=11 \times 2=22$
- Рідинний фільтр..... $\xi=6$
- Вентиль соленоїдний $\xi=12$
- Вентиль регулюючий..... $\xi=12$

Повна втрата тиску на ділянці трубопроводу знаходиться за формулою:

$$\Delta P_i = \Delta P_{\text{тр}} + \Delta P_{\text{м.с.}}$$

Місцеві втрати знаходяться за формулою:

$$\Delta P_{\text{м.с.}} = Z = \sum \xi_{\text{м}} \cdot \frac{\rho \omega^2}{2}$$

де $\frac{\rho\omega^2}{2}$ – динамічний тиск потоку.

$$\sum \xi_M = 6 + 22 + 3 + 22 + 6 + 12 + 12 = 83$$

$$\omega = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \quad Z = 83 \cdot \frac{689,7 \cdot 0,5^2}{2} = 6,8 \text{ кПа}$$

Число Рейнольдса знаходиться за формулою:

$$Re = \frac{\omega \cdot d_{\text{вн}} \cdot \rho}{\mu}; \quad Re = \frac{0,5 \cdot 0,016 \cdot 689,7}{25,9 \cdot 10^{-3}} = 301,5$$

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,11 * \left(\frac{k}{d_{\text{вн}}} + \frac{64}{Re} \right)^{0,25}$$

де k – шорховатість труб (для нових сталевих труб $k = 0,06$)

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,06}{0,016} + \frac{64}{301,5} \right)^{0,25} = 0,155$$

Втрати тиску від тертя по довжині 1м:

$$\Delta P_{\text{тр}} = \frac{\lambda_{\text{тр}}}{d} \cdot \frac{\rho\omega^2}{2} = \frac{0,155}{0,016} \cdot \frac{689,7 \cdot 0,5^2}{2} = 0,8 \frac{\text{кПа}}{\text{м}}$$

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною $l = 48$ м (приблизна розрахункова довжина рахується: обв'язка по периметру).

$$\Delta P_{\text{тр}} = 0,8 \cdot 48 = 38,4 \text{ кПа}$$

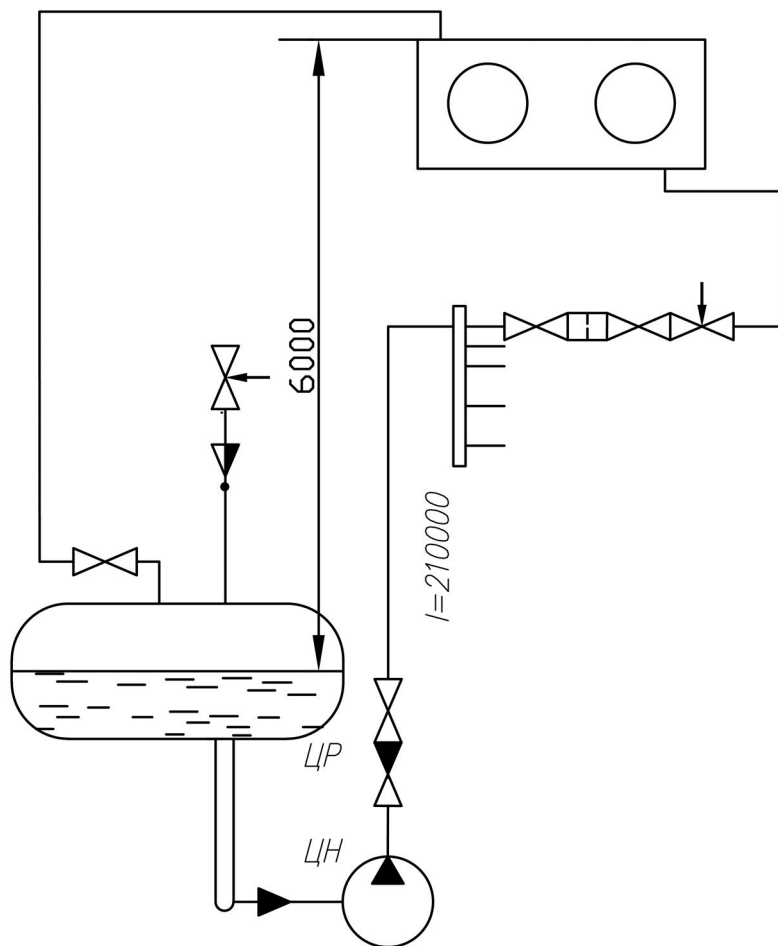
Загальна втрата тиску знаходиться за формулою:

$$\Delta P = 6,8 + 38,4 = 45,2 \text{ кПа}$$

1. Розраховуємо гідравлічний опір в нагнітальному трубопроводі циркуляційного ресивера ЦР1 принципова схема якого зображена на рисунку

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

00 БКР 142.004.010.ПЗ



Втрата тиску в місцевих опорах:

Зворотній клапан.....	$\xi=6$
Запірний клапан 2шт.....	$\xi=11 \times 2=22$
Поворот 3шт.....	$\xi=1 \times 3=3$
Запірний клапан 2шт.....	$\xi=11 \times 2=22$
Рідинний фільтр.....	$\xi=6$
Вентиль соленоїдний	$\xi=12$
Вентиль регулюючий.....	$\xi=12$

Повна втрата тиску на ділянці трубопроводу знаходиться за формулою:

$$\Delta P_i = \Delta P_{\text{тр}} + \Delta P_{\text{м.с.}}$$

Місцеві втрати знаходяться за формулою:

$$\Delta P_{\text{м.с.}} = Z = \sum \xi_{\text{м}} \cdot \frac{\rho \omega^2}{2}$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ				

де $\frac{\rho\omega^2}{2}$ – динамічний тиск потоку.

$$\sum \xi_m = 6 + 22 + 3 + 22 + 6 + 12 + 12 = 83$$

$$\omega = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \quad Z = 83 \cdot \frac{671,14 \cdot 0,5^2}{2} = 6,9 \text{ кПа}$$

Число Рейнольдса знаходиться за формулою:

$$Re = \frac{\omega \cdot d_{\text{вн}} \cdot \rho}{\mu}; \quad Re = \frac{0,5 \cdot 0,01 \cdot 671,14}{22,7 \cdot 10^{-3}} = 150$$

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,11 * \left(\frac{k}{d_{\text{вн}}} + \frac{64}{Re} \right)^{0,25}$$

де k – шорховатість труб (для нових сталевих труб $k = 0,06$)

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,06}{0,01} + \frac{64}{150} \right)^{0,25} = 0,175$$

Втрати тиску від тертя по довжині 1м:

$$\Delta P_{\text{тр}} = \frac{\lambda_{\text{тр}}}{d} \cdot \frac{\rho\omega^2}{2} = \frac{0,175}{0,01} \cdot \frac{671,14 \cdot 0,5^2}{2} = 1,4 \frac{\text{кПа}}{\text{м}}$$

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною $l = 210$ м (приблизна розрахункова довжина рахується: обв'язка по периметру).

$$\Delta P_{\text{тр}} = 1,4 \cdot 210 = 294 \text{ кПа}$$

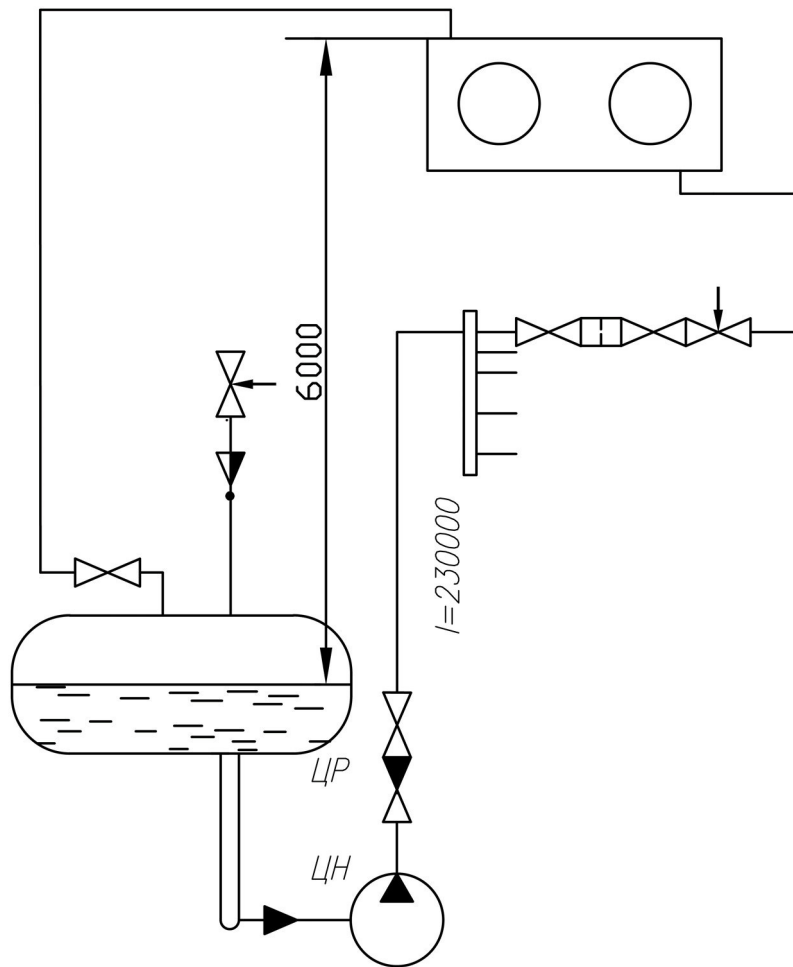
Загальна втрата тиску знаходиться за формулою:

$$\Delta P = 6,9 + 294 = 300,9 \text{ кПа}$$

2. Розраховуємо гідравлічний опір в нагнітальному трубопроводі циркуляційного ресивера ЦР1 принципова схема якого зображена на рисунку

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

00 БКР 142.004.010.ПЗ



Втрата тиску в місцевих опорах:

Зворотній клапан.....	$\xi=6$
Запірний клапан 2шт.....	$\xi=11 \times 2=22$
Поворот 3шт.....	$\xi=1 \times 3=3$
Запірний клапан 2шт.....	$\xi=11 \times 2=22$
Рідинний фільтр.....	$\xi=6$
Вентиль соленоїдний	$\xi=12$
Вентиль регулюючий.....	$\xi=12$

Повна втрата тиску на ділянці трубопроводу знаходиться за формулою:

$$\Delta P_i = \Delta P_{\text{тр}} + \Delta P_{\text{м.с.}}$$

Місцеві втрати знаходяться за формулою:

$$\Delta P_{\text{м.с.}} = Z = \sum \xi_{\text{м}} \cdot \frac{\rho \omega^2}{2}$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

00 БКР 142.004.010.ПЗ

де $\frac{\rho \omega^2}{2}$ – динамічний тиск потоку.

$$\sum \xi_M = 6 + 22 + 3 + 22 + 6 + 12 + 12 = 83$$

$$\omega = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \quad Z = 83 \cdot \frac{653,6 \cdot 0,5^2}{2} = 6,8 \text{ кПа}$$

Число Рейнольдса знаходиться за формулою:

$$Re = \frac{\omega \cdot d_{\text{вн}} \cdot \rho}{\mu}; \quad Re = \frac{0,5 \cdot 0,016 \cdot 653,6}{18,3 \cdot 10^{-3}} = 285,7$$

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,11 * \left(\frac{k}{d_{\text{вн}}} + \frac{64}{Re} \right)^{0,25}$$

де k – шорховатість труб (для нових сталевих труб $k = 0,06$)

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,06}{0,016} + \frac{64}{285,7} \right)^{0,25} = 0,155$$

Втрати тиску від тертя по довжині 1м:

$$\Delta P_{\text{тр}} = \frac{\lambda_{\text{тр}}}{d} \cdot \frac{\rho \omega^2}{2} = \frac{0,155}{0,016} \cdot \frac{653,6 \cdot 0,5^2}{2} = 0,8 \frac{\text{кПа}}{\text{м}}$$

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною $l = 230$ м (приблизна розрахункова довжина рахується: обв'язка по периметру).

$$\Delta P_{\text{тр}} = 0,8 \cdot 230 = 184 \text{ кПа}$$

Загальна втрата тиску знаходиться за формулою:

$$\Delta P = 6,8 + 184 = 190,8 \text{ кПа}$$

Підбір аміачного насоса.

В насосно циркуляційних схемах для перекачування рідкого аміаку використовують герметичні електронасоси. Насос встановлюється якомога ближче до циркуляційного ресивера. Щоб не відбулося википання рідини, необхідно мати надлишковий тиск на вході в насос по відношенню до тиску в циркуляційному ресивері.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

00 БКР 142.004.010.ПЗ

Насос для перекачування рідин підбирають по двом основним параметрам: Подачі $V(\text{м}^3/\text{год})$ та повному тиску P (в Па), що створює насос.

$$H = \frac{\Delta P}{\rho \cdot g} - \text{потрібний напір насоса};$$

$$V = \frac{m_{\text{цні}}}{\rho} - \text{потрібна подача насоса},$$

1. Ділянка трубопроводу від циркуляційного ресивера до випарника, що працює на температуру кипіння - 40°C.

Гідравлічний опір мережі:

$$P_{\text{мер}} = \Delta P + h \cdot \rho \cdot g = 45200 + 6 \cdot 689,7 \cdot 9,81 = 85795,7 \text{ Па.}$$

Потрібний напір насоса знаходимо за формулою:

$$H = \frac{85795,7}{689,7 \cdot 9,81} = 12,6 \text{ м}$$

Потрібна подача насоса:

$$V = \frac{m_{\text{цні}}}{\rho} = \frac{0,07}{689,7} = 0,4 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Вибираємо 2 насоси (1 запасний) фірми WITT GP51A/960.

Модель	Макс. продуктивність, м ³ /год	Макс. напір, м	Швидкість обертання, об/хв	DN1, мм	DN2, мм	Модель двигуна/потужність, кВт	Заправка масла, л
GP41/960	6,2	17	960	40	40	BG 100 L/1.5	2

2. Ділянка трубопроводу від циркуляційного ресивера до випарника, що працює на температуру кипіння - 25°C.

Гідравлічний опір мережі:

$$P_{\text{мер}} = \Delta P + h \cdot \rho \cdot g = 300000 + 6 \cdot 671,14 \cdot 9,81 = 339503,3 \text{ Па.}$$

Потрібний напір насоса знаходимо за формулою:

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H = \frac{339503,3}{671,14 \cdot 9,81} = 49 \text{ м}$$

Потрібна подача насоса:

$$V = \frac{m_{\text{цн2}}}{\rho} = \frac{0,029}{671,14} = 0,2 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Вибираємо 2 насоси (1 запасний) фірми WITT HRP 5050.

Модель	Макс. продуктивність, м ³ /год	Макс. напір, м	Швидкість обертання, об/хв	DN1, мм	DN2, мм	потужність, кВт	Заправка масла, л
HRP 5050	15	50	1450	50	50	4	1,5

3. Ділянка трубопроводу від циркуляційного ресивера до випарника, що працює на температуру кипіння - 10°C.

Гідравлічний опір мережі:

$$P_{\text{мер}} = \Delta P + h \cdot \rho \cdot g = 190800 + 6 \cdot 653,6 \cdot 9,81 = 229270,9 \text{ Па.}$$

Потрібний напір насоса знаходимо за формулою:

$$H = \frac{229270,9}{653,6 \cdot 9,81} = 35 \text{ м}$$

Потрібна подача насоса:

$$V = \frac{m_{\text{цн3}}}{\rho} = \frac{0,038}{653,6} = 0,2 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Вибираємо 2 насоси (1 запасний) фірми WITT HRP 5050.

Модель	Макс. продуктивність, м ³ /год	Макс. напір, м	Швидкість обертання, об/хв	DN1, мм	DN2, мм	потужність, кВт	Заправка масла, л
HRP 5050	15	50	1450	50	50	4	1,5

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ				

10. Розрахунок економічних показників

Вступ

Метою економічного розрахунку є визначення вартості побудови холодильника, вартості холодильного обладнання, витрат на використання електроенергії, витрат по оплаті праці виробничого персоналу, визначення амортизаційних відрахувань, визначення основних показників економічної ефективності проекту.

При проектуванні даного холодильника виконуються наступні роботи:

- будівництво одноповерхового холодильника;
- вибір та придбання холодильного обладнання;
- укомплектування штату виробничого персоналу холодильника.

Вхідні дані

Розрахункове споживання електроенергії холодильним обладнанням компресорного цеху зводимо до таблиці 10.1

Таблиця 10.1

№ п/п	Найменування обладнання	К-сть	Р _{ел.} кВт	Σ Р _{ел.} кВт	Р _{річн.} , тис. кВт·год
1	Gea Grasso LT Series type T	2	75	150	675
2	Gea Grasso 410	2	15	30	135
3	Gea Grasso 612	2	160	320	1440
4	Насос WITT GP51A/960	2	1,5	3	13,5
5	Насос WITT HRP 5050	4	4	16	72
6	Вентилятори повітроохолодників: Alfa Laval Air Max NH ₃ INBA505C10	2	3,95	7,9	35,55
	Alfa Laval Air Max NH ₃ INBA635D12	2	9,5	19	85,5
	Alfa Laval Air Max NH ₃ INBA503A10	15	2,37	35,55	159,9
	AlfaLaval Air Max NH ₃ INBA403A70	6	0,78	4,68	21,1
	Alfa Laval Air Max NH ₃ INBA504A12	2	3,16	6,32	28,44
7	Електровідтайка повітроохолодників: Alfa Laval Air Max NH ₃ INBA505C10	2	40,8	81,6	7,3
	Alfa Laval Air Max NH ₃ INBA635D12	2	60,8	121,6	10,9
	Alfa Laval Air Max NH ₃ INBA503A10	15	11,2	168	15,1
	AlfaLaval Air Max NH ₃ INBA403A70	6	3,75	22,5	2
	Alfa Laval Air Max NH ₃ INBA504A12	2	26	52	4,7
8	Вентилятори конденсаторів	2	11	22	1,98
Річна витрата електроенергії					2707,97

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ				

Споживання електроенергії за рік розраховуємо за формулою:

$$N = P_{\text{ел}} \times n$$

Де n – час роботи компресорів, насосів, вентиляторів в рік при відповідних робочих умовах, год, приймаємо 4500 год.год (час електровідтайки протягом доби приблизно 15 хв=90год/рік).

Розрахунок витрат на придбання та монтаж обладнання наведено в таблиці 10.2

Таблиця 10.2

Найменування обладнання	К-ть	Витрати на обладнання, тис. грн				Загальні витрати, тис. грн
		Ціна за одиницю	Разом	Монтаж	Інші витрати	
Gea Grasso LT Series type T	2	750	1500	300	150	1950
Gea Grasso 410	2	350	700	140	70	910
Gea Grasso 612	2	500	1000	200	100	1300
ПО Alfa Laval Air Max NH ₃ INBA505C10	2	55	110	22	11	143
ПО Alfa Laval Air Max NH ₃ INBA635D12	2	60	120	24	12	156
ПО Alfa Laval Air Max NH ₃ INBA503A10	15	45	675	135	67,5	877,5
ПО AlfaLaval Air Max NH ₃ INBA403A70	6	40	240	48	24	312
ПО Alfa Laval Air Max NH ₃ INBA504A12	2	50	100	20	10	130
Насос аміачний WITT GP51A/960	2	15	30	6	3	39
Насос аміачний Насос WITT HRP 5050	4	20	80	16	8	104
Випарний конденсатор Evapco LSCB-170	2	450	900	180	90	1170
Скороморозильний апарат АМПВ-7-01	2	460	920	184	92	1196
В Лінійний ресивер 0,75РД	1	50	50	10	5	65
Циркуляційний ресивер 0,75РД	1	50	50	10	5	65
Циркуляційний ресивер 0,75РД	1	50	50	10	5	65
Циркуляційний ресивер 0,75РД	1	50	50	10	5	65
Дренажний ресивер 0,75РД	1	50	50	10	5	65
Всього						8612,5

Витрати на монтаж приймаємо 20% від вартості обладнання. Інші витрати складають 10% від вартості обладнання.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ				

Виробництво і використання електроенергії

Річне споживання електроенергії холодильником і компресорним цехом даного холодильника становить:

$$E_p = 2707,97 \text{ тис. кВт. год}$$

Ціна за 1 кВт. год електроенергії становить: $C_{ел} = 1,9$ грн

Визначаємо річні витрати на споживання електричної енергії за проектними розрахунками:

$$V_{ел.р} = E_p \cdot C_{ел}$$

$$V_{ел.р} = 2707,97 \text{ кВт*год} \cdot 1,9 \text{ грн/ (кВт*год)} = 3791,2 \text{ тис. грн.}$$

Мастило купується для компресорів за ціною 130 грн. за 1л, в моєму проекті необхідно 200 л і це коштує $200 \cdot 130 = 26$ тис.грн

Холодоагент аміак купується за ціною 8 грн. за 1кг, в моєму проекті необхідно 3000 кг і це коштує $3000 \cdot 8 = 24$ тис.грн

Розрахунок витрат на будівництво холодильника приведено в табл. 10.3

Таблиця 10.3

№ п/п	Назва	Розмірність	Внутрішня стіна	Зовнішня стіна	Підлога	Покриття	Разом
1	Площа	м ²	4500	2256	7776	7776	-
2	Вартість 1м ² матеріалів	грн/м ²	800	900	200	650	-
4	Загальна вартість ізоляційних матеріалів + роботи	тис.грн	3600	2030	1455	4239,2	10619,6

Розрахунок витрат на оплату праці

Фонд основної заробітної плати робітників компресорного цеху наведено в таблиці 10.4

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 10.4. Фонд заробітної плати робітників

№	Професія	Розряд	Тарифна ставка, грн/год	Чисельність, чол.	Місячний фонд	Річний фонд, грн..
1	Машиніст ХУ	III	12	3	3880	139680
2	Машиніст ХУ	IV	14	3	4360	156960
3	Слюсар ремонтник	II	10	1	2600	31200
Разом				7	27320	1578840

Фонд основної заробітної плати апарату управління наведено в табл. 10.5.

Таблиця 10.5 Фонд заробітної плати апарату управління

№	Професія	Посадовий оклад грн.	Чисельність, чол	Місячний фонд	Річний фонд, грн..
1	Інженер КВПіА	4000	1	5000	60000
2	Головний інженер	6000	1	8000	96000
3	Начальник цеху	6000	1	7000	84000
Разом			3	16000	240000

Визначення амортизаційних відрахувань

Приймаємо норми амортизаційних відрахувань:

Для основного обладнання – 22% від вартості обладнання;

Витрати на амортизацію основного технологічного обладнання:

$$A_{\text{обл}} = \Sigma B_{\text{обл}} \times 0,22$$

$$A_{\text{обл}} = 8612,5 \times 0,22 = 1894,75 \text{ тис. грн.}$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ				

Визначення інших видів витрат

До інших витрат відносяться пускові витрати, витрати на утримання та експлуатацію обладнання, цехові витрати, які розраховуються як окремі статті.

Витрати на поточний ремонт обладнання приймаємо 20% від амортизаційних відрахувань на обладнання:

$$V_{\text{рем}} = A_{\text{обл}} \times 0,20$$

$$V_{\text{рем}} = 1894,75 \times 0,20 = 378,95 \text{ тис. грн.}$$

Пускові витрати приймаємо 2% від вартості обладнання:

$$V_{\text{пуск}} = V_{\text{обл}} \times 0,02$$

$$V_{\text{пуск}} = 8612,5 \times 0,02 = 172,25 \text{ тис. грн.}$$

Інші витрати приймаємо 3% від загальної суми амортизаційних відрахувань:

$$V_{\text{ін}} = A_{\text{обл}} \times 0,03$$

$$V_{\text{ін}} = 1894,75 \times 0,03 = 56,84 \text{ тис. грн.}$$

Загальна сума інших витрат складає:

$$\Sigma B = V_{\text{рем}} + V_{\text{пуск}} + V_{\text{ін}}$$

$$\Sigma B = 378,95 + 172,25 + 56,84 = 608,04 \text{ тис. грн.}$$

Визначення основних показників економічної ефективності проекту

Результати розрахунків проведених у попередніх розділах зводимо у порівняльну таблицю 12.6 собівартості енергії:

Таблиця 10.6

Статті витрат	Значення витрат тис. грн
	Проект
Електроенергія	3791,2
Мастило та холодоагент	50
Оплата праці	1818,8
Амортизація	1894,75
Інші витрати	608,4
Разом	8163,15

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість виробленого холоду за рік:

$$22 \cdot 270 \cdot 936,01 = 5559,89 \text{ МВт} \cdot \text{год}$$

Собівартість холоду:

$$\Delta C = (8163,15 \text{ тис.грн}) / (5559,89 \text{ МВт} \cdot \text{год}) = 1,22 \text{ грн}/(\text{кВт} \cdot \text{год})$$

Передбачається, що послуги холодильника будуть здійснюватися з середньою рентабельністю 98%.

Використовуємо нормативний метод планування прибутку, який базується на єдиному відсотку рентабельності на всю продукцію, загальний плановий прибуток буде складати:

$$\Delta \Pi = C \cdot 0,98 = 6780,15 \cdot 0,98 = 6644,55 \text{ тис. грн.}$$

Чистий грошовий потік (ЧГП) складається з планового чистого прибутку (з врахуванням податків 21%) та приросту амортизації по обладнанню:

$$\text{ЧГП} = (\Delta \Pi \cdot 0,82) + A = (6644,55 \cdot 0,82) + 1894,75 = 7343,3 \text{ тис. грн.}$$

Чистий приведений дохід (ЧПД) представляє собою абсолютне порівняння затрат на будівництво холодильника і результатів від його використання.

$$\text{ЧПД} = \sum_{t=1}^5 \frac{\text{ЧГП}}{(1+p)^t} - K \geq 0,$$

де t – період життєвого циклу проекту, приймається на рівні 5 років; p – ставка дисконту, яка характеризує можливий рівень втрат чистих грошових потоків (ЧГП) за період життєвого циклу, приймається на рівні 25%:

$$\text{ЧПД} = \left(\frac{5849,9}{(1+0,25)^1} + \frac{5849,9}{(1+0,25)^2} + \frac{5849,9}{(1+0,25)^3} + \frac{5849,9}{(1+0,25)^4} + \frac{5849,9}{(1+0,25)^5} \right) - 19232,1 = 516,1 \text{ тис. грн}$$

Так як чистий приведений дохід більше 0 і складає 516,1 тис. грн., то проект доцільний до виконання.

Індекс доходності (ІД) має нормативне значення >1 .

$$\text{ІД} = 19748,2 / 19232,1 = 1,03$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

00 БКР 142.004.010.ПЗ

Так, як ІД складає 1,03 то це означає, що сумарна дисконтована (змішана) віддача від використання холодильника в 1,03 разів перевищує капітальні вкладення на його створення.

Індекс рентабельності ІР:

$$IP = \frac{ЧП}{К} = \frac{7343,3 * 0,82}{19232,1} = 0,31$$

де ЧП – чистий прибуток.

Індекс рентабельності складає 0,31 при нормативному значенні більше 0, тобто рентабельність проекту складає 31%.

Термін окупності (дисконтований):

$$T_0 = \frac{K}{\sum \left(\frac{ЧП}{1+p} \right)^t} * 5 = \frac{19232,1}{19748,2} * 5 = 4,87 \text{ роки}$$

Висновок

Чистий приведений дохід (різниця реальних вигод і капіталовкладень) величина позитивна і складає 516,1 тис. грн.. Тобто з однієї вкладеної грн.. очікується 1,03 грн. віддачі. Прибутковість проекту в цілому складає 31%, а реальний термін окупності – 4,87 років, що не перевищує обґрунтований термін життєвого циклу проекту. Термін окупності може скоротитися до 4 років при відсутності негативного впливу чинників часу на грошові потоки (відсутність інфляції, дорожчання ресурсів, тощо).

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Охорона праці

Вступ

Проект холодильної установки м'ясокомбінату продуктивністю 120 т/добу проектується в місті Хмельницький. Ам'ячна холодильна установка працює 18 годин на добу, її робота являється джерелом ряду шкідливих і небезпечних виробничих факторів. Впровадження сучасного обладнання із високим рівнем автоматизації дозволить зменшити рівень впливу шкідливих і небезпечних факторів на людину, підвищити ступінь безпеки його експлуатації й обслуговування та, таким чином, покращити умови праці обслуговуючого персоналу.

При розробці проекту були враховані основні вимоги нормативно-технічної документації з охорони праці в галузі, інші діючі нормативні документи та стандарти безпеки праці.

1. Основні розділи дисципліни «Основи охорони праці» Метою вивчення дисципліни є надання знань, умінь, здатностей (компетенцій) для здійснення ефективної професійної діяльності шляхом забезпечення оптимального управління охороною праці на підприємствах (об'єктах господарської, економічної та науково-освітньої діяльності), формування у студентів відповідальності за особисту та колективну безпеку і усвідомлення необхідності обов'язкового виконання в повному обсязі всіх заходів гарантування безпеки праці на робочих місцях. Завдання вивчення дисципліни полягає у набутті студентами знань, умінь і здатностей (компетенцій) ефективно вирішувати завдання професійної діяльності з обов'язковим урахуванням вимог охорони праці та гарантуванням збереження життя, здоров'я та працездатності працівників у різних сферах професійної діяльності.

У структурному відношенні курс «Основи охорони праці» складається з 4 розділів: 1. Правові та організаційні питання охорони праці. 2. Основи фізіології, гігієни праці та виробничої санітарії. 3. Основи виробничої безпеки. 4. Пожежна безпека. Основні загальнокультурні та професійні компетенції В

									Арк.	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ					

результаті вивчення дисципліни «Основи охорони праці» молодші спеціалісти та бакалаври з відповідних спеціальностей та напрямів підготовки повинні бути здатними до вирішення професійних задач діяльності, пов'язаних з забезпеченням життя, здоров'я і працездатності під час роботи та мати такі основні загальнокультурні та професійні компетенції з охорони праці:

Загальнокультурні компетенції.

- здатність до ефективного використання положень нормативно-правових документів в своїй діяльності;
- володіння основними методами збереження здоров'я та працездатності виробничого персоналу. Професійні компетенції. в виробничо-технологічній діяльності:
 - обґрунтування вибору безпечних режимів, параметрів, виробничих процесів (в галузі діяльності);
 - ефективне виконання функцій, обов'язків і повноважень з охорони праці на робочому місці, у виробничому колективі;
 - проведення заходів щодо усунення причин нещасних випадків і професійних захворювань на виробництві; в організаційно-управлінській діяльності:
 - проведення заходів з профілактики виробничого травматизму та професійної захворюваності;
 - здатність до організації діяльності у складі первинного виробничого колективу з обов'язковим урахуванням вимог охорони праці;
 - методичне забезпечення і проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці серед працівників організації (підрозділу); в проектно-конструкторській діяльності:

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

• впровадження безпечних технологій, вибір оптимальних умов і режимів праці, проектування та організація робочих місць на основі сучасних технологічних та наукових досягнень в галузі охорони праці. 2. Сучасний стан охорони праці в Україні та за кордоном Проблема створення нешкідливих та безпечних умов праці існувала в Україні давно, про що свідчить статистика нещасних випадків: ще 15-20 років тому на виробництві гинуло близько 4 тисяч чоловік – у 1,6 разів більше ніж тепер. Замовчування цієї гіркої істини внаслідок секретності, що панувала у системі, породжувало благодущність і халатність тих, від кого залежало її вирішення. І на сьогодні у нас імовірність травматизму та професійних захворювань у 5-8 разів вище, ніж в інших промислово розвинених країнах європейського союзу. Стан охорони праці залишається незадовільним. Проблема виробничого травматизму є дуже гострою – щорічно на виробництві травмується близько 50 тисяч чоловік, з них 1,5 тисяч гинуть, понад 3,5 тисяч отримують професійні захворювання. Через непрацездатність щорічно втрачається 2,5-3 мільйона людино-днів, середня важкість кожної травми досягає 25 людино-днів непрацездатності.

Однак і ці показники не дають достатньо об'єктивної картини, оскільки не слід забувати, що ми маємо за умов систематичного спаду виробництва. Спостерігаючи стійку тенденцію зниження загальної кількості нещасних випадків на виробництві по Україні бачимо, що рівень травматизму в агропромисловому комплексі країни залишається високим, темпи його зниження низькими, а у деяких регіонах навіть є ріст цих показників Тут трапляється найбільша кількість випадків зі смертельними наслідками – 33% від загальної кількості. По загальному травматизму АПК займає друге місце – 22,8 % від загальної кількості потерпілих Якщо виходити з того, що кількість працюючих становить лише 28% від загальної кількості зайнятих у народному господарстві України, то питома вага травматизму у цій галузі значно збільшується. А так, як Полтавська область є аграрною, то ці показники збільшуються практично вдвоє. Тому зрозуміло, що охорона праці відіграє

											Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ						

важливу роль, як суспільний чинник, оскільки, якими б вагомими не були трудові здобутки, вони не можуть компенсувати людині втраченого здоров'я, а тим більше життя — те і інше дається лише один раз. Необхідно пам'ятати, що через нещасні випадки та аварії гинуть на виробництві не просто робітники та службовці, на підготовку яких держава витратила значні кошти, а перш за все люди — годувальники сімей, батьки та матері дітей.

Окрім соціального, охорона праці має, безперечно, важливе економічне значення — це і висока продуктивність праці, зниження витрат на оплату лікарняних, компенсацій за важкі та шкідливі умови праці тощо. За розрахунками Німецької ради підприємців наслідки нещасних випадків коштують у 10 разів дорожче, ніж вартість заходів щодо їх попередження. В Україні, враховуючи мізерні витрати на заходи з охорони праці, ця різниця ще більша. Фахівці Міжнародної організації праці (МОП) підраховали, що економічні витрати, пов'язані з нещасними випадками, складають 1% світового валового національного продукту. На ці кошти, орієнтовно, можна забезпечити харчування протягом року близько 75 млн. людей. Технічний прогрес постійно, мов тінь. Супроводжують техногенні аварії та нещасні випадки.

За статистичними даними МОП кількість нещасних випадків на виробництві у світі неухильно зростає, і становить на теперішній час приблизно 125 млн. щорічно. Рівень травматизму і профзахворюваності значно вищий у країнах, що розвиваються, ніж у промислово розвинених державах. Так, у країнах Європейського Союзу щорічно жертвами нещасних випадків і профзахворювань стають близько 10 млн. чол., з них майже 8 тис. гине. В Україні щоденно на виробництві травмується в середньому 140-180 чоловік, з них 20 стають інвалідами, а 4-5 гинуть. Статистичні дані свідчать, що: - кожні 3 хвилини внаслідок виробничої травми чи професійного захворювання у світі помирає одна людина; - в Україні внаслідок травм кожні 5 годин помирає одна людина; - кожної секунди у світі на виробництві травмується 4 людини; - в Україні кожні 8 хвилин травмується одна людина; - кожного місяця у світі на

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ					

виробництві травмується така кількість людей, яка дорівнює населенню Парижа. Міжнародне бюро праці встановило, що в середньому в світі на 100 тис. працюючих щорічно припадає приблизно 6 нещасних випадків зі смертельними наслідками. В Україні цей показник майже вдвічі вищий. Однак, слід зазначити, що показники стану охорони праці суттєво відрізняються за окремими галузями промисловості. Високо травмонебезпечною в нашій країні є вугільна промисловість. Так, на кожний мільйон тонн видобутого вугілля гине в середньому 5 шахтарів. У США цей показник у 100 разів нижчий, а в Росії – у 3,8 рази. На думку іноземних фахівців, які за програмою МОП проводили дослідження в Україні, велика кількість нещасних випадків зі смертельними наслідками пояснюється п'ятьма основними причинами: незадовільною підготовкою робітників і роботодавців з питань охорони праці; відсутністю належного контролю за станом безпеки на робочих місцях та виконання встановлених норм; недостатнім забезпеченням працюючих засобами індивідуального захисту; повільним впровадженням засобів та приладів колективної безпеки на підприємствах; спрацьованістю (у деяких галузях до 80%) засобів виробництва.

3. Основні терміни та визначення в галузі охорони праці. Охорона праці, як і всяка інша наука має свої визначення і поняття. Загальні визначення і формулювання викладені у ГОСТ і ССБТ та у державних стандартах України ДСТУ 2293-93 "Охорона праці. Терміни та визначення", ДСТУ 3038-95 "Гігієна. Терміни та визначення основних понять" та інших стандартах даються визначення основних понять та термінів в галузі охорони праці.

1 Охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці. 2 Безпека праці - це стан умов праці при якому відсутня дія на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих чинників. 3 Умови праці — сукупність факторів виробничого середовища і трудового

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ				

попереджає або знижує дію на працюючого небезпечних або шкідливих виробничих факторів. 17 Нещасний випадок - випадок дії на працюючого небезпечного виробничого фактору при виконанні ним трудових обов'язків або завдань керівника. 18 Машина - сукупність технічних засобів, які використовуються людиною в процесі трудової діяльності. 19 Оператор - людина, яка здійснює трудову діяльність в взаємодії з предметом праці та зовнішнього середовища за допомогою інформаційної моделі та органів управління. 20 Шкідливий виробничий фактор — виробничий фактор, вплив якого може призвести до погіршення стану здоров'я, зниження працездатності працівника. 21 Небезпечний виробничий фактор — виробничий фактор, дія якого за певних умов може призвести до травм або іншого раптового погіршення здоров'я працівника. З рештою термінів, визначень, понять ознайомимося під час вивчення дисципліни.

4.Класифікація шкідливих та небезпечних виробничих чинників

Усі зміни, які відбуваються в житті та праці жителів сільської місцевості, призводять до багатофакторних і неоднорідних навантажень. У останні роки рівень професійної захворюваності в Україні підвищився з 1,2 до 1,9 особи на 10 тис. працюючих за рахунок збільшення кількості потерпілих більше ніж у 1,5 рази. В умовах підвищеного рівня шуму під час роботи перебувають до 30% працівників сільського господарства, вібрації — до 20%, високої запиленості — до 17%, загазованості — до 13%, високої температури повітря — до 10%. Навіть на сучасних тракторах і самохідних сільськогосподарських машинах повітря робочої зони забруднено пилом, відпрацьованими газами, частками пестицидів, мінеральних добрив. У тваринницьких приміщеннях рівень шуму перевищує допустимий на 3—10 дБ, швидкість руху повітря — в 1,2—1,6 разу, вміст аміаку — до 5 разу, концентрація пилу — у 3 — 10 разів, вміст у повітрі антибіотиків, які використовують як стимулятори росту у 5 – 7 разів, кількість мікроорганізмів коливається від 20 тис. до 1 млн. у 1 м3 повітря. Несприятливу дію шкідливих факторів виробничого середовища на здоров'я працівників і викликані ними професійні захворювання можемо розділити на п'ять груп: 1. Захворювання,

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ				

викликані фізичними факторами (нагрівання чи охолодження, мікроклімат, шум, вібрація та ін.). 2. Захворювання, викликані дією хімічних факторів органічного пилу. 3. Захворювання, викликані дією біологічних факторів. 4. Захворювання під дією психофізіологічних шкідливих факторів (фізичного навантаження, а також одноманітних, часто повторювальних рухів, вимушеної пози). 5. Захворювання шкіри алергійного і не алергійного характеру. До групи фізичних факторів відносяться: - рухомі машини та механізми; - незахищені рухомі елементи виробничого обладнання, пересувні вироби, заготовки, матеріали; - підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони; - підвищена або знижена температура поверхонь обладнання, матеріалів; підвищена або знижена температура повітря робочої зони; - підвищений рівень шуму, вібрації, інфразвукових коливань, ультразвуку; - підвищений або знижений барометричний тиск в робочій зоні та його різка зміна; - підвищена або знижена вологість повітря, його рухомість, іонізація повітря; - підвищений рівень іонізуючих випромінювань в робочій зоні; - небезпечний рівень напруги в електричному ланцюгу, замикання якого може відбутися через тіло людини; - підвищений рівень статичної електрики, електромагнітних випромінювань; - підвищена напруженість електричного і магнітного поля; - відсутність або недостача природного світла; - недостатня освітленість робочої зони; - підвищена яскравість світла, занижена контрастність; - пряма та віддзеркалена блискість; - підвищена пульсація світлового потоку, - підвищений рівень ультрафіолетової та інфрачервоної радіації. До групи хімічних факторів відносяться такі підгрупи: а) за характером дії на організм людини - загально-токсичні, діючі на центральну нервову систему, кров та кровотворні органи (сірководень, ароматичні вуглеводи, оксид вуглецю, бензол, наркотики, спирти, кофеїн та ін.); - подразнюючі, тобто діючі на слизову оболонку очей, носа, верхні дихальні шляхи та легені, шкіряний покрив (пари лугів та, кислот, оксиди азоту, аміак, сірчаний ангідрид та ін.); - сенсibiliзуючі речовини, які після відносно нетривалої дії на організм викликають підвищену чутливість до них, наступна дія незначної кількості цієї речовини призводить до швидкого

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ				

розвитку реакції, що спричиняє шкірні захворювання, астматичні явища, захворювання крові (ртуть, альдегіди, ароматичні нітро-, нітритно- та амін-об'єднання); - канцерогенні, які викликають утворення злоякісних ракових пухлин, це широко застосовувані в промисловості продукти перегонки нафти, сажа, дьоготь, кам'яновугільна смола та інші; - мутагенні, які викликають порушення генетичної клітини, що позначається на його потомстві (сполука ртуті та свинцю, оксид етилену); б) за шляхом проникнення в організм людини - дихальні шляхи, шлунковокишковий тракт, через шкіряний покрив. До групи біологічних шкідливих виробничих факторів відносяться об'єкти, дія яких на працюючих викликає захворювання - мікроорганізми (бактерії, віруси), спірохети (тваринні та рослинні). Група психофізіологічних шкідливих та небезпечних виробничих факторів за характером дії ділиться на фізичні (статичні, динамічні, гіподинамічні) і нервово-психічні перевантаження, які виникають від розумової перенапруги, монотонності праці та емоційних факторів. Шкідлива речовина - це речовина, яка при контакті з організмом людини в разі порушення вимог безпеки може викликати виробничі травми, професійні захворювання або відхилення в стані здоров'я, виявлені сучасними методами як в процесі роботи, так і в подальшому житті теперішнього і наступного покоління. Шкідливі (отруйні) речовини, які застосовуються в промисловості при неправильній організації праці, виробництва та певних профілактичних заходів, можуть надати шкідливого впливу на здоров'я людини, призвести до гострих або хронічних отруєнь та професійних захворювань. Гостра форма захворювань виникає при короткостроковому впливові на організм шкідливих речовин високої концентрації, хронічна - при довгостроковому впливі таких концентрацій шкідливих речовин, здатних накопичуватись в організмі. Отруєння шкідливими речовинами можливе тільки при їх концентрації в повітрі робочої зони, що перевищує гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин. ГДК - це такі концентрації, які при щоденній праці (окрім вихідних) протягом зміни і протягом всього трудового стажу не викликають у працюючих захворювань або відхилень в стані здоров'я

									Арк.	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ					

як в період праці, так і в подальші строки життя теперішнього та наступних поколінь.

Законодавство України про охорону праці. Закон України про охорону праці

Основними законами та підзаконними актами, які регулюють правові відносини у сфері охорони праці в умовах виробництва і загалом в суспільстві, є: 1. Конституція України. 2. Кодекс законів про працю (КЗпП). 3. Закони: «Про охорону праці», «Про охорону здоров'я», «Про пожежну безпеку», «Про використання ядерної енергії та радіаційний захист», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення». У країнах світу, залежно від економічного розвитку та політичного стану, існують закони та нормативні документи, які повністю або частково захищають людину від небезпечних та шкідливих умов праці, забезпечують охорону її здоров'я. Соціальне і законодавче захищена людина зацікавлена в своїй праці, цінує свою роботу, яка дає їй змогу пристойно існувати, утримувати сім'ю, годувати і виховувати своїх дітей. Умови праці та економічні фактори (оплата праці, економічне стимулювання, законодавча захищеність) безпосередньо впливають на продуктивність і якість праці. Отже, можна констатувати, що охорона праці є категорія економічна. У конституційній державі всі закони і підзаконні акти повинні базуватися і відповідати основному закону держави - Конституції. Конституція України прийнята Верховною Радою 26 червня 1996 року. В ній декларуються права і свобода всіх громадян України. Для сфери трудової діяльності ці права і свобода конкретизовані в деяких законах України і Державних нормативних актах про охорону праці (ДНАОП), Державних стандартах та постановах Кабінету Міністрів України, що стосуються охорони праці. Закон України "Про охорону праці". В Україні - у першій серед країн СНД - 14 жовтня 1992 р. був затверджений Верховною Радою Закон "Про охорону праці", а 21.11.2002 року Закон України "Про охорону праці" переглянутий та прийнятий у новій редакції. Цей закон, а також "Кодекс

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

00 БКР 142.004.010.ПЗ

"Стимулювання охорони праці". Економічне стимулювання охорони праці здійснюється згідно з колективним договором та законодавством. Відшкодування збитків від порушень охорони праці - державі і громадянам - згідно з діючим законодавством. Розділ 5 - "Нормативно-правові акти з охорони праці" – відзначаються документи, що належать до нормативно-правових актів з охорони праці. Їх опрацювання, прийняття та скасування. Розділ 6 - "Державне управління охороною праці" перелічує органи державного управління охороною праці: Кабінет Міністрів, спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці, міністерства та інші центральні органи виконавчої влади, а також місцеві держадміністрації, органи місцевого самоврядування - та визначає їх компетенцію. Організація наукових досліджень з проблем охорони праці здійснюється в межах національної програми науково-дослідними інститутами, а також різними проектно-конструкторськими установами та організаціями, вищими навчальними закладами та фахівцями. Розділ 7 - "Державний нагляд і громадський контроль за охороною праці", що здійснюють спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці; спеціально уповноважений державний орган з питань радіаційної безпеки; спеціально уповноважений державний орган з питань пожежної безпеки; спеціально уповноважений державний орган з питань гігієни праці. Відмічаються їх права і відповідальність, а також соціальний захист посадових осіб цих органів. Вищий нагляд здійснює Генеральний прокурор та підпорядковані йому прокурори. Громадський контроль за додержанням законодавства про охорону праці здійснюють трудові колективи - через уповноважених найманими працівниками з питань охорони праці та профспілки - через вибраних представників. Розділ 8 - "Відповідальність за порушення законодавства про охорону праці" Передбачається дисциплінарна, адміністративна, матеріальна, кримінальна відповідальність згідно із законодавством. А також ст..43 передбачені штрафні санкції до юридичних та фізичних осіб за порушення законодавства про охорону праці. Для практичної

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ					

реалізації Закону були прийняті також такі підзаконні акти, затверджені постановою Кабінету Міністрів; "Про створення Національної Ради з питань безпечної життєдіяльності населення", "Положення про розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на підприємствах, в установах і організаціях", Закон України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та профзахворювання, які спричинили втрату працездатності", "Положення про порядок накладення штрафів на підприємства, установи і організації за порушення нормативних актів про охорону праці" тощо. Держгірпромнагляд охорони праці розробив ще цілий ряд положень, що спрямовані на практичну реалізацію Закону України "Про охорону праці".

2. Нормативно-правові акти з охорони праці (НПАОП): визначення, основні вимоги та ознаки. Структура, реєстр НПАОП. Стандарти в галузі охорони праці. Нормативно-технічну базу охорони праці умовно можна поділити на такі групи:

1. Засадні документи – це закони, постанови уряду та інші документи, затверджені на рівні органів влади (Конституція України, Закон України "Про охорону праці", положення з окремих проблем охорони праці, що затверджує Кабінет Міністрів, тощо)
2. Державні нормативні акти про охорону праці. Державні нормативні акти про охорону праці (ДНАОП) — це правила, стандарти, норми, положення, інструкції та інші документи, яким надано чинність правових норм, обов'язкових для виконання. Законодавством передбачено, що залежно від сфери дії ДНАОП можуть бути міжгалузевими або галузевими. Державний міжгалузевий нормативний акт про охорону праці - це ДНАОП загальнодержавного користування, дія якого поширюється на всі підприємства, установи, організації народного господарства України незалежно від їх відомчої (галузевої) належності та форм власності. Державний галузевий нормативний акт про охорону праці - це ДНАОП, дія якого поширюється на підприємства, установи і організації незалежно від форм власності, що відносяться до певної галузі. Державні нормативні акти про охорону праці можуть затверджуватись Кабінетом Міністрів України, Держгірпромнаглядом,

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ					

зараз мають назву нормативноправових актів з охорони праці (НПАОП). Цей Порядок побудови, викладу та оформлення нормативно-правових актів з охорони праці поширюється на правила, норми, регламенти, положення та інші акти. ДНПАОП мають складатися з таких структурних елементів: - титульний аркуш; - інформаційні дані; - зміст; - загальні положення; - визначення термінів; - позначення та скорочення; - основна частина; - нормативні посилання; - додатки.

					00 БКР 142.004.010.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

- 1) Явнель Б.К. “Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха”. М.: «Агропромиздат», 1989-223с.
- 2) Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин / под ред. Н.Н. Кошкина Л.: Машиностроение, 1976 – 464 с.
- 3) Сакурн И.А. «Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин» - Л.: Машиностроение, 1987 – 423с.
- 4) Холодильные компрессоры: Справочник / под ред. Быкрва. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982 – 224с.
- 5) Константинов М.И. Проектирование холодильных машин и установок
- 6) Вейнберг Б.С. Поршневые компрессоры холодильных машин. М.: Машиностроение, 1965 – 355с.
- 7) Данилова Г.Н., Богданов С.Н. и др.; под общей ред. Д-ра техн. Наук Г.Н. Даниловой «Теплообменные аппараты холодильных установок – Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд-ние, 1986 – 303 с.
- 8) Резенфельд Л.М. и Ткачев А.Г. Холодильные машины и аппараты. М., Госториздат, 1960.
- 9) Тимофеевский Л.С. Холодильные машины – СПб.: Политехника, 1997 – 992с.
- 10) Чумак И.Г. и др. Холодильные установки – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981 – 344с.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00 БКР 142.004.010.ПЗ				