

**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)

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 20__ р.

« ____ » _____ 20__ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності _____ 142 Енергетичне машинобудування _____

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми _____ Енергомашинобудування _____

на тему: _____ Проект розподільчого холодильника місткістю
3000 т у м. Київ _____

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ХМ-4-12ск

Бондаренко Іван Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник _____ Бондар Володимир Іванович _____

(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 - 2020р.

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 Енергомашинобудування

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафедри ТЕХТ

“ 08 ” квітня 2020 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Бондаренка Івана Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект розподільчого холодильника місткістю 3000 т у м. Київ

керівник роботи доцент Бондар Володимир Іванович,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 08 ” 04 2020 року №260-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 01.06.2020р.

3. Вихідні дані до роботи _____

Холодоагент R717

Тип продукту КЗ охолодженої та замороженої продукції

Ізоляційний матеріал 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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____ 08 квітня 2020р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на дипломний проект	08.04-13.04	виконано
2	Виконання холодильної частини ДП	14.04-18.05	виконано
3	Вибір обладнання холодильної(их) установок	19.05-20.05	виконано
4	Оформлення креслень та ПЗ	21.05-31.05	виконано
5	Здача готової роботи	01.06.2020р.	виконано

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

Бондаренко І.О. _____
(прізвище та ініціали)

Бондар В.І. _____
(прізвище та ініціали)

Анотація

В холодильнику зберігається охолоджені та заморожені продукти. Для заморожених продуктів (м'ясо яловичини, масло) передбачено 5 камер, для охолоджених продуктів (сир твердий, ковбаса пресерви) - 3 камери, що згруповані і розташовані таким чином, що мають найменшу площу зовнішніх стін, а холодильний контур всього холодильника має найменший периметр. При цьому всі камери мають вихід у вантажний тамбур і, через тамбур, у експедицію та транспортні платформи.

На холодильнику передбачено заморожування охолодженого м'яса для продовження терміну зберігання.

Для зручної експлуатації холодильника передбачено дві експедиції для охолоджених та заморожених продуктів, камеру зберігання дефектних вантажів та камеру завантаження камер заморожування.

Розрахована теплоізоляція холодильних камер з теплоізоляційним матеріалом – ППУ.

Проведено розрахунок тепло надходжень до холодильних камер, на підставі якого розраховувалось та вибиралось основне та допоміжне обладнання.

Система охолодження запропонована аміачна безпосередня. Обладнання обрано сучасне: компресори фірми GEA Grasso та "Компресор" (Москва), допоміжне та теплообмінне обладнання заводу "Коростенський завод хімічних апаратів" (Коростень).

Ключові слова: розподільчий холодильник, ППУ, аміак.

					00.БКР.142.004.007ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Бондаренко І.О.			Проект розподільчого холодильника місткістю 3000 т у м. Київ	<i>Лист</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		Бондар В.І.						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		Василенко С.М.						
						НУХТ, ХМ-4-12ск		

Зміст

1. Розробка технологічної схеми холодильного оброблення продукції на підприємстві
 2. Розрахунок тривалості холодильного оброблення продукції
 3. Техніко-економічне обґрунтування прийнятих технічних рішень
 4. Визначення основних розмірів та планування холодильника
 5. Розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника
 6. Розрахунок теплонадходжень до охолоджених приміщень
 7. Визначення теплового навантаження на обладнання камер та компресор
 8. Вибір структури системи охолодження та типу холодильної установки
 9. Вибір розрахункового робочого режиму, побудова циклу та розрахунок холодильної машини
 10. Вибір теплообмінних апаратів (випарник, конденсатор)
 11. Розрахунок та вибір теплообмінного обладнання холодильних камер
 12. Розрахунок та вибір допоміжного обладнання
 13. Визначення гідравлічного опору аміачної системи камери заморожування
 14. Вибір насосів та вентиляторів
 15. Розрахунок техніко-економічних показників
 16. Охорона праці
- Список використаної літератури

					<i>00.БКР.142.004.007ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Бондаренко І.О.</i>			<i>Проект розподільчого холодильника місткістю 3000 т у м. Київ</i>	<i>Лист.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бондар В.І.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						
						<i>НУХТ, ХМ-4-12ск</i>		

1. Розробка технологічної схеми холодильного оброблення продукції

Технологічна схема розподільчого холодильника передбачає приймання, короткочасне зберігання охолоджених продуктів та довгочасне зберігання заморожених продуктів і наступним забезпеченням цими продуктами наступні холодильники холодильного ланцюга.

Крім цього на розподільчому холодильнику передбачається замороження охолодженого м'яса для подовження терміну зберігання.

Находження та приймання продуктів

Охолоджені продукти надходить автомобільним транспортом з виробничих та переробних підприємств в охолодженому стані. Після розвантаження продукти зважується, перевіряється відповідність вантажу до супроводжувальних документів, санітарний стан та температура продукції. Допустима температура продуктів, що приймається складає $+5^{\circ}\text{C}$.

Вище зазначені операції відбуваються у приміщенні експедиції з температурою $+12^{\circ}\text{C}$, відносній вологості 80-85%, рухливість повітря 0,1-0,15 м/с - природна. Штучне охолодження відсутнє. Охолодження приміщення відбувається за рахунок тепловтрат з сусідніми холодильними камерами та за рахунок допустимого отеплення продукту. Обсяг вантажних операцій складає 70 т/добу.

Приймання заморожених продуктів аналогічне. Температура повітря у камері експедиції заморожених продуктів -12°C , відносній вологості 80-85%, рухливість повітря 0,1-0,15 м/с – природна. Штучне охолодження відсутнє. Обсяг вантажних операцій складає 150 т/добу.

					<i>00.БКР.142.004.007ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Бондаренко І.О.</i>			<i>Проект розподільчого холодильника місткістю 3000 т у м. Київ</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бондар В.І.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						
						<i>НУХТ, ХМ-4-12ск</i>		

Зберігання охолоджених продуктів

Охолоджені продукти зберігаються в охолодженому стані не більше 7 діб при температурі 0/-2⁰С (підтримання температури в камерах в межах 5⁰С забезпечується приладами автоматики), відносній вологості 80-85%, рухливість повітря 0,3-0,5 м/с - штучна. Продукти складаються у контейнери, що укладаються один на один.

Оскільки сир та пресерви мають сильно виражений запах, ці камери виходять на окрему платформу щоб не було пропахування інших продуктів.

Заморожування м'яса

Заморожування м'яса відбувається у морозильній камері, що мають форму тунелю, продуктивністю по 15 т/добу кожна (прийнято самостійно).

Для проведення вантажних операцій передбачається, що експедиція охолоджених продуктів буде виконувати функцію камера завантаження з температурою +12⁰С, відносною вологістю 80-85% та рухливістю повітря 1,2-1,5 м/с, охолодження штучне централізоване.

Початкова температура м'яса, що надходить на заморожування приймається +5⁰С. Кінцева температура -15⁰С. Продукт заморожується не упакований.

Зберігання заморожених продуктів

Продукція надходить з температурою -15⁰С упакована та складена у вантажні пакети (800x1200x1000мм) на піддонах. В камерах пакети розташовуються на стелажах. Вантажний пакет власного замороженого м'яса в двічі вище тому в модульній стелажній системі знімаються зайві полиці. Температура в камерах зберігання -20⁰С, відносною вологістю 80-85% та рухливістю повітря 1,2-1,5 м/с, охолодження штучне централізоване. Термін зберігання 6-12 місяців.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.007.ПЗ				

Відпуск заморожених та охолоджених продуктів

Відпускання продукції з холодильника відбувається через приміщення експедиції де продукція проходить перевірку. Температура в експедиції підтримується -12°C для заморожених продуктів та $+12^{\circ}\text{C}$ для охолоджених. відносною вологістю 80-85% та рухливістю повітря 0,1-0,15 м/с, охолодження експедиції заморожених та охолоджених продуктів відбувається за рахунок відтеплення продуктів на $3-4^{\circ}\text{C}$ та за рахунок тепловтрат з сусідніми камерами.

Для вантажних операцій передбачено автомобільну та залізничну платформу.

Для проведення вантажних операцій передбачено використання електровантажників та електроштабелерів, орієнтованою потужністю 5 кВт.

					00.БКР.142.004.007.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1. Температурні режими приміщень холодильника.

Назва продукту	Температура повітря, °С	Відносна вологість повітря, %	Температура продукту, що находить, °С	Температура продукту, що виходить, °С	Час холодильної обробки, год.	Час зберігання, доба
Експедиція охолоджених продуктів	+12	80-85	0/+3	+5/+8	Не більше 1	-
Камери зберігання охолоджених продуктів	0/-2	80-85	+5	0/-2	-	7
Камера заморожування	-30	90-95	+5	-15	19,5	-
Камера зберігання замороженої продукції	-20	80-85	-15	-20	-	180-360
Експедиція заморожених продуктів	-12	80-85	-20	-15	Не більше 1	-

2. Розрахунок тривалості холодильного оброблення продукції

2.1. Тривалість охолодження напівтуші яловичини

1. Визначаю теплофізичні характеристики продукту (яловичини): коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{\text{пр}}$, питому теплоємність $c_{\text{пр}}$, коефіцієнт температуропровідності $a_{\text{пр}}$.

$$\lambda_{\text{пр}}=0,48 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$$

$$c_{\text{пр}}=3,55 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$$

$$a_{\text{пр}}=12,5 \cdot 10^{-8} \text{ (м}^2\text{/с)}$$

2. Визначальний розмір буде половина товщини стегна напівтуші (пластини) $R=\delta/2=0,28/2=0,14 \text{ м}$.

3. Розраховую коефіцієнти тепловіддачі з поверхні напівтуші до рухомого повітря:

$$\alpha = \text{Nu} \lambda_{\text{пвт}} / \delta$$

де δ – товщина напівтуші, м; Nu – критерій Нуссельта.

Для рухомого повітря (залежність І.Г.Чумака та В.М.Московченка):

$$\text{Nu} = 0,17 \text{Re}^{0,7}$$

де Re – критерій Рейнольдса для повітря:

$$\text{Re} = w_{\text{пвт}} \delta / \nu_{\text{пвт}}$$

де w – швидкість руху повітря, приймаю 3 м/с.

$$\text{Re}=3 \cdot 0,28/11,13 \cdot 10^{-6}=75471,7.$$

$$\text{Nu}=0,17 \cdot 75471,7^{0,7}=441,5$$

$$\alpha=441,5 \cdot 0,0217/0,28=34,2 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}.$$

4. Критерій Біо:

$$\text{Bi}=\alpha R/\lambda_{\text{пр}}=34,2 \cdot 0,14/0,48=7$$

					00.БКР.142.004.007ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Бондаренко І.О.</i>			<i>Проект розподільчого холодильника місткістю 3000 т у м. Києв</i>	<i>Лист.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бондар В.І.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						
						НУХТ, ХМ-4-12ск		

5. Безрозмірна температура на поверхні напівтуші в кінці охолодження:

$$\theta_R = \frac{t_{\text{пов}} - t_{\text{кам}}}{t_0 - t_{\text{кам}}} = (-1 - (-30)) / (5 - (-30)) = 0,83$$

4. Число Фур'є Fo за графіком безрозмірної температури на поверхні пластини:

$$Fo = 0,123$$

5. Час охолодження:

$$\tau = Fo \cdot R^2 / a_{\text{пр}} = 0,123 \cdot 0,14^2 / 12,5 \cdot 10^{-8} = 19286 \text{ с.}$$

2.2. Тривалість заморожування пів туші яловичини

1. Визначаю температуру криоскопічної точки та ентальпії продукту у початковому $h_{\text{поч}}$ та замороженому $h_{\text{кінц}}$ станах:

$$t_{\text{кр}} = -1^\circ\text{C};$$

$$h_{\text{поч}} = 185,5 \text{ кДж/кг};$$

$$h_{\text{кінц}} = 22,2 \text{ кДж/кг}.$$

2. Визначаю коефіцієнт теплопровідності замороженого продукту, Вт/(м·К):

$$\lambda_{\text{мор}} = \lambda_0 + 0,9\omega = 0,46 + 0,9 \cdot 0,935 = 1,3 \text{ Вт/(м·К)};$$

де λ_0 – коефіцієнт теплопровідності продукту, визначений для середньої температури під час заморожування $t_{\text{сер}} = 0,5(t_{\text{кр}} + t_{\text{кам}})$, Вт/(м·К); ω – частка вимороженої вологи, яку можна наближено оцінити за залежністю:

$$t_{\text{сер}} = 0,5(-1 - 30) = -15,5$$

$$\omega = 1 - \frac{t_{\text{кр}}}{t_{\text{сер}}} = 1 - (-1 / -15,5) = 0,935$$

5. Тривалість заморожування за формулою Планка, с:

$$\tau = \frac{\rho \delta (h_{\text{іі}} - h_{\text{еі}})}{t_{\text{еі}} - t_{\text{іі}}} \left(R \frac{\delta}{\lambda_{\text{іі}}} + P \frac{1}{\alpha} \right), \text{ с};$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.007.ПЗ				

3. Техніко-економічне обґрунтування прийнятих технічних рішень

В якості холодильного агента приймаю аміак. Аміак самий дешевий холодильний агент, що при незначних втечах не має жодного негативного впливу на оточуюче середовище. Також аміак має найкращі термодинамічні властивості, що кінцевому рахунку зменшує витрати електроенергії на виробництво холоду. Сильний запах аміаку – чудовий індикатор втечі та сигнал для її ліквідації.

Приймаю централізовану систему охолодження. Така система охолодження є більш доцільною, оскільки наявність великих камер зберігання виключає можливість встановлення децентралізованих систем великої потужності. Завдяки централізованій системі охолодження все обладнання буде знаходитися в одному приміщенні, що значно спростить його експлуатацію, підвищити безпеку праці.

Також приймаю систему охолодження для камер зберігання та заморожування безпосередню. Таке рішення є енергетично обґрунтованим, оскільки температур кипіння буде становити найвищого значення що максимально підвищить ефективність роботи холодильних машин.

Безпосередню схему охолодження приймаю насосно-циркуляційну, оскільки така система забезпечує кращій теплообмін та максимальну подачу рідини, що є пріоритетним для роботи камерного теплообмінного обладнання.

Оскільки системи для охолодження камер зберігання охолоджених та заморожених продуктів передбачається використовувати поршневі та гвинтові компресори відповідно, то приймаю одноступеневу роботу цих систем. Висока температура стиснення компенсується упорскуванням холодної рідини аміаку посеред стиснення. В кінцевому рахунку виробник

					<i>00.БКР.142.004.007ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Бондаренко І.О.</i>			<i>Проект розподільчого холодильника місткістю 3000 т у м. Київ</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бондар В.І.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						
						<i>НУХТ, ХМ-4-12ск</i>		

обладнання допускає роботи холодильних агрегатів в одноступеневому режимі на розраховані температури.

Систему охолодження для камери заморожування приймаю двоступеневу, оскільки присутні признаки переходу на двоступеневе стиснення: температура кінця стиснення вище за 160⁰С та перепад тисків кипіння та конденсації більше за 8.

Охолодження камер зберігання охолоджених та заморожених продуктів приймаю з примусовим рухом повітря. Таке рішення вибору камерного обладнання має ряд переваг: зменшена металоємність, компактність, спрощена відпайка та обслуговування. Крім того така система охолодження камер зберігання дозволить швидко охолоджувати продукти. Збільшення усихання продуктів під час зберігання треба компенсувати додатковим зволоженням повітря камери.

Конденсатор прийнятий випарний. Такий тип конденсатору може бути винесений за межі машинного відділення. Також перевагою буде відсутність градирні для такого типу конденсаторів.

					00.БКР.142.004.007.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Визначення основних розмірів та планування холодильника

В залежності від місткості камери будівельна площа камер зберігання дорівнює:

$$F_k = \frac{E_k}{q_v \cdot h \cdot \beta}, \text{ м}^2;$$

- де E_k – місткість камери, т; q_v – норма завантаження на 1 м^3 камери, т/ м^3 ; h – висота вантажного штабелю, м; β – коефіцієнт використання будівельної площі.

Норма завантаження для умовного вантажу $q_v=0,35$ т/ м^3 .

Висота вантажного штабелю приймаю $h=4800$ мм. Будівельна висота 6000 мм.

Коефіцієнт використання: $\beta = 0,7$.

Кількість будівельних прямокутників, з урахуванням сітки колон $6 \cdot 6$ м:

$$n_p = F_k / (6 \cdot 6), \text{ шт};$$

Округляю до цілого значення, $n_{пр}$.

Для камер зберігання замороженого м'яса:

$$F_k = \frac{3000 \cdot 0.4}{0.35 \cdot 4.8 \cdot 0.7} = 1021.8 \text{ м}^2, n_p = 1021,8 / (6 \cdot 6) = 28,4 \text{ шт.}$$

Приймаю 3 камери зберігання по 10 будівельних прямокутників кожна.

Для камер зберігання масла:

$$F_k = \frac{3000 \cdot 0.2}{0.35 \cdot 4.8 \cdot 0.7} = 510.9 \text{ м}^2, n_p = 510,9 / (6 \cdot 6) = 14,2 \text{ шт.}$$

					00.БКР.142.004.007ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Бондаренко І.О.</i>			<i>Проект розподільчого холодильника місткістю 3000 т у м. Київ</i>	<i>Лист.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бондар В.І.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						
						НУХТ, ХМ-4-12ск		

Приймаю 2 камери зберігання по 8 будівельних прямокутників кожна

Для камер зберігання ковбаси:

$$F_{\kappa} = \frac{3000 \cdot 0.1}{0.35 \cdot 4.8 \cdot 0.7} = 255.5 \text{ м}^2, n_p = 255.5 / (6 \cdot 6) = 7,1 \text{ шт.}$$

Приймаю 1 камеру зберігання 8 будівельних прямокутників.

Для камер зберігання сиру твердого:

$$F_{\kappa} = \frac{3000 \cdot 0.15}{0.35 \cdot 4.8 \cdot 0.7} = 383.3 \text{ м}^2, n_p = 383.3 / (6 \cdot 6) = 10,6 \text{ шт.}$$

Приймаю 1 камеру зберігання 10 будівельних прямокутників.

Для камер зберігання пресервів:

$$F_{\kappa} = \frac{3000 \cdot 0.15}{0.35 \cdot 4.8 \cdot 0.7} = 383.3 \text{ м}^2, n_p = 383.3 / (6 \cdot 6) = 10,6 \text{ шт.}$$

Приймаю 1 камеру зберігання 10 будівельних прямокутників.

Дійсна місткість камер:

$$E_{\kappa} = F \cdot h_{\text{ван}} \cdot \beta \cdot q_v, \text{ т};$$

де норма навантаження для замороженого масла $q_v = 0,7 \text{ т/м}^3$, для замороженої яловичини $q_v = 0,3 \text{ т/м}^3$, для ковбаси $q_v = 0,4 \text{ т/м}^3$, для сиру твердого $q_v = 0,5 \text{ т/м}^3$, для пресервів $q_v = 0,65 \text{ т/м}^3$.

Для камер зберігання замороженої яловичини:

Камера №1, 2, 3 $E_{\kappa} = 10 \cdot 36 \cdot 4,8 \cdot 0,7 \cdot 0,35 = 535,5 \text{ т.}$

Для камер зберігання масла:

Камера №4, 5 $E_{\kappa} = 8 \cdot 36 \cdot 4,8 \cdot 0,35 \cdot 0,7 = 856,8 \text{ т.}$

Для камер зберігання ковбаси:

Камера №6 $E_{\kappa} = 8 \cdot 36 \cdot 4,8 \cdot 0,7 \cdot 0,4 = 489,6 \text{ т.}$

Для камер зберігання сиру твердого:

Камера №7 $E_{\kappa} = 10 \cdot 36 \cdot 4,8 \cdot 0,7 \cdot 0,5 = 765 \text{ т.}$

Для камер зберігання пресервів:

Камера №8 $E_{\kappa \text{ ох}} = 10 \cdot 36 \cdot 4,8 \cdot 0,7 \cdot 0,65 = 994,5 \text{ т.}$

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.007.ПЗ					

Приймаю дві камери зберігання некондиційних продуктів площею $2 \cdot 36 = 72 \text{ м}^2$. Місткість камери № 9 та 10:

Камера №9, 10 $E_k = 72 \cdot 4,8 \cdot 0,7 \cdot 0,35 = 107,1 \text{ т}$.

Площу камер холодильної розраховано за формулою:

$$F = \frac{E_k \cdot \tau}{q_f \cdot 24}, \text{ м}^2;$$

де q_f – питоме завантаження на 1 м^2 камери, $\text{т}/\text{м}^2$; τ - час холодильної обробки, год. Прийнято $q_f = 0,2 \text{ т}/\text{м}^2$ та час холодильної обробки (заморожування) разом з часом вантажно-розвантажувальних і експлуатаційних операцій сягає 24 годин.

Площа камер заморожування м'яса (камера №11):

$$F = \frac{15 \cdot 24}{0,2 \cdot 24} = 75 \text{ м}^2, n_{\text{розр}} = 75 / (6 \cdot 6) = 2,1 = 2, E_d = 15 \cdot 2 / 2,1 = 14,5 \text{ т}.$$

Площу камери №11 для завантаження площею $4 \cdot 36 = 144 \text{ м}^2$. Місткість камери:

Камера №11 $E_k = 144 \cdot 5 \cdot 0,85 \cdot 0,35 = 214,2 \text{ т}$.

Приймаю машинне відділення з площею 8% від площі холодильних камер, тобто $(50 \cdot 36 + 24 \cdot 36) \cdot 0,08 = 213 = 216 \text{ м}^2$ (округлене до цілого значення кількості будівельних прямокутників).

Приймаю службові приміщення з площею 10% від площі холодильних камер, тобто $(50 \cdot 36 + 24 \cdot 36) \cdot 0,10 = 266,1 = 288 \text{ м}^2$ (округлене до цілого значення кількості будівельних прямокутників).

Приймаю допоміжні приміщення з площею 12% від площі холодильних камер, тобто $(50 \cdot 36 + 24 \cdot 36) \cdot 0,12 = 320,0 = 360 \text{ м}^2$ (округлене до цілого значення кількості будівельних прямокутників).

Площа та кількість будівельних прямокутників експедиції:

$$F_{\text{екс}} = 0,4 \cdot \frac{\sum M}{0,35}, \text{ м}^2.$$

					<i>00.БКР.142.004.007.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $\sum M$ - загальне добове надходження продукту в камери, т/добу.

Приймаю добове надходження продукту 70 т/добу для охолоджених продуктів.

$$F_{екс} = 0,4 \cdot \frac{70}{0,35} = 80 \text{ м}^2; n_{екс} = \frac{80}{36} = 2,22.$$

Приймаємо дійсну кількість будівельних прямокутників: $n_{екс} = 2$.

Окремо приймаю експедицію для сиру та пресервів, окрему для ковбаси.

Приймаю добове надходження продукту 150 т/добу для заморожених продуктів.

$$F_{екс} = 0,4 \cdot \frac{150}{0,35} = 171,4 \text{ м}^2; n_{екс} = \frac{171,4}{36} = 4,76.$$

Приймаємо дійсну кількість будівельних прямокутників: $n_{екс} = 4$.

Планування холодного складу, машинного відділення та службових приміщень – рис.1.

					00.БКР.142.004.007.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

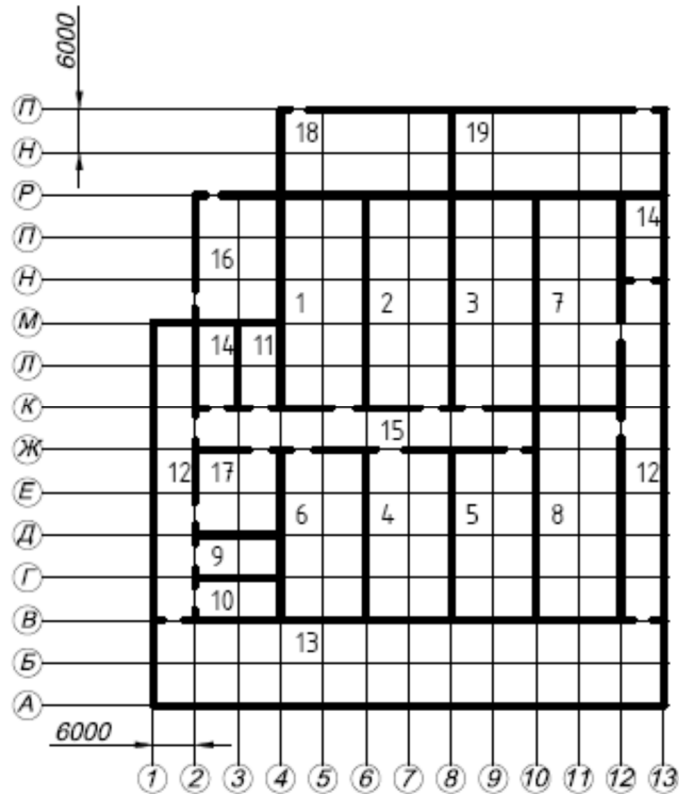


Рис. 1. Планування холодильнику: 1, 2, 3, – камери зберігання замороженого м'яса -20°C ; 4, 5 – камера зберігання масла -20°C ; 6 – камера зберігання ковбаси -2°C ; 7 – камера зберігання сиру твердого 0°C ; 8 – камера зберігання пресервів -2°C ; 9, 10 – камера зберігання некондиційних вантажів $0/-20^{\circ}\text{C}$ відповідно; 11 – камера заморожування -30°C ; 12 - автомобільна платформа; 13 - залізнична платформа; 14 - експедиція охолоджених продуктів $+12^{\circ}\text{C}$; 15 - вантажний тамбур; 16 - машинне відділення; 17 - експедиція заморожених продуктів -12°C ; 18 - службові приміщення; 19 - допоміжні приміщення.

					00.БКР.142.004.007.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника

Розрахунок теплоізоляційного шару проведено у відповідності з температурними режимами камер.

Приймаю зовнішні стіни залізобетонні (згідно завдання), а внутрішні з цегли.

У якості теплоізоляційного матеріалу приймаю: для зовнішніх та внутрішніх стін – плити ППУ. Технічна характеристика: коефіцієнт теплопередачі 0,035 Вт/(м²·К).

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_{iz} = \lambda_{iz} \left[\frac{1}{k_0} - \left(\frac{1}{\alpha_H} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} \right) \right], \text{ м};$$

де δ_{iz} , δ_i - товщини теплоізоляційного та будівельного шарів відповідно, м; α_B, α_H - коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхні стін відповідно, Вт/(м²·К); λ_{iz} , λ_i - коефіцієнти теплопровідності теплоізоляційного та будівельних шарів відповідно, Вт/(м·К); k_0 – коефіцієнт теплопровідності огорож, Вт/(м²·К).

Розрахункове значення теплоізоляційного шару треба збільшити до стандартного (25 мм, 50мм, 100мм), тоді дійсний коефіцієнт теплопровідності:

$$k_d = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_H} + \frac{\delta_{iz}^{np}}{\lambda_{iz}}}, \text{ Вт/(м·К)};$$

- де δ_{iz}^{np} - прийнята, або стандартна товщини теплоізоляції, м.

Конструкції та властивості прошарків зведено до таблиці 1.

					00.БКР.142.004.007ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Бондаренко І.О.			Проект розподільчого холодильника місткістю 3000 т у м. Київ	Лист	Лист	Листів
Перевір.		Бондар В.І.						
Реценз.								
Н. Контр.						НУХТ, ХМ-4-12ск		
Затверд.		Василенко С.М.						

Таблиця 2. Склад та теплофізичні властивості огорожі холодильника.

Тип огороження	Найменування шарів огороження	Товщина δ_i , м	Коef. тепло-провідності λ_i , Вт/(м·К)	Термічний опір $R_i = \delta_i / \lambda_i$, м ² ·К/Вт
Покриття	1. 5 шарів гідроізолю на бітумній мастиці	0,012	0,3	0,04
	2. Бетонна стяжка	0,04	1,86	0,0215
	3. Гідроізоляція	0,004	0,3	0,013
	4. Плита ППУ	-	0,035	-
	5. Залізобетонна плита	0,22	2,04	0,108
			Разом:	0,182
Підлога	1. Тяжкий бетон	0,04	1,86	0,0215
	2. Армована стяжка	0,08	1,86	0,043
	3. Плита ППУ	-	0,035	-
	4. Залізобетонна плита з електропідігрівачем	0,22	1,86	0,118
	5. Ущільнювачий насип	0,04	-	-
			Разом:	0,183
Зовнішня стіна	1. Плита залізобетонна	0,014	1,86	0,02
	2. Пароізоляція	0,004	0,3	0,013
	3. Плита ППУ	-	0,035	-
	4. Штукатурка	0,02	0,98	0,02
			Разом:	0,108
Внутрішня стіна	1. Штукатурка	0,02	0,98	0,02
	2. Цегла	0,25	0,81	0,309
	3. Штукатурка	0,02	0,98	0,02
	2. Пароізоляція	0,004	0,3	0,013
	3. Плита ППУ	-	0,035	-
	4. Штукатурка	0,02	0,98	0,02
				Разом:

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.БКР.142.004.007.ПЗ

Арк.

Розрахунок товщини теплоізоляційного шару таблиці 3 та 4.

Таблиця 3. Розрахунок товщини теплоізоляційного шару для камер зберігання заморожених продуктів.

Назва огорожі	$\alpha_{зов},$ Вт/(м ² ·К)	$\alpha_{вн},$ Вт/(м ² ·К)	$k_0,$ Вт/(м ² ·К)	$R_i, \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$	$\lambda_i,$ Вт/(м·К)	$\sigma_{із}, \text{ м}$	$\sigma_{із}^{пр}, \text{ м}$	$k_d,$ Вт/(м ² ·К)
Покриття	23	11	0,22	0,182	0,035	0,148	0,15	0,22
Підлога	-	11	0,21	0,183	0,035	0,157	0,175	0,19
Зов. Стіна	23	11	0,23	1,08	0,035	0,110	0,125	0,21
Внтр. Стіна	8	11	0,27	0,382	0,035	0,109	0,125	0,24
Перегородка	8	11	0,58	0,382	0,035	0,039	0,05	0,49

Таблиця 4. Розрахунок товщини теплоізоляційного шару для камер зберігання охолоджених продуктів.

Назва огорожі	$\alpha_{зов},$ Вт/(м ² ·К)	$\alpha_{вн},$ Вт/(м ² ·К)	$k_0,$ Вт/(м ² ·К)	$R_i, \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$	$\lambda_i,$ Вт/(м·К)	$\sigma_{із}, \text{ м}$	$\sigma_{із}^{пр}, \text{ м}$	$k_d,$ Вт/(м ² ·К)
Покриття	23	11	0,37	0,182	0,035	0,084	0,1	0,32
Підлога	-	11	0,41	0,183	0,035	0,076	0,1	0,32
Зов. Стіна	23	11	0,4	1,08	0,035	0,045	0,05	0,38
Внтр. Стіна	8	11	0,47	0,382	0,035	0,054	0,075	0,36
Перегородка	8	11	0,58	0,382	0,035	0,039	0,05	0,49

					<i>00.БКР.142.004.007.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Розрахунок теплонадходжень до охолоджених приміщень

Тепловий розрахунок камер холодильника, на підставі якого визначена необхідна продуктивність холодильної установки і обрано камерне обладнання проведено у відповідності з рекомендаціями.

В загальному випадку кількості теплоти, яку необхідно відвести для підтримання заданої температури в охолоджуваному приміщенні, відводиться повітроохолодниками. При визначенні цього навантаження враховано такі теплонадходження:

- Через огорожувальні конструкції приміщення Q_1 ;
- Від продукції Q_2 ;
- Від різноманітних джерел при експлуатації камер Q_4 з врахуванням технології зберігання.

Навантаження на камерне обладнання визначаю як суму всіх тепло надходжень до камери:

$$\sum Q = Q_1 + Q_2 + Q_4, \text{ Вт.}$$

Теплонадходження через конструкції огорож:

$$Q_1 = k_d \cdot F \cdot \theta, \text{ Вт.}$$

- де k_d – дійсний коефіцієнт теплопередачі огорожі з розрахунків товщини ізоляційного шару, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; F – розрахункова площа поверхні огорожі, м^2 ; θ - розрахункова різниця температур:

$$\theta = \Delta t_T + \Delta t_c, ^\circ\text{C};$$

					<i>00.БКР.142.004.007ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Бондаренко І.О.</i>			<i>Проект розподільчого холодильника місткістю 3000 т у м. Київ</i>	<i>Лист</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бондар В.І.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						
						<i>НУХТ, ХМ-4-12ск</i>		

- де Δt_T - розрахункова різниця температур між зовнішнім та внутрішнім повітрям, $^{\circ}\text{C}$; Δt_c - надлишкова різниця температур за рахунок дії сонячної радіації (якщо поверхня огорожі має контакт з зовнішнім повітрям), $^{\circ}\text{C}$.

Температура ґрунту під камерами приймається $+1^{\circ}\text{C}$, оскільки там є підігрівач.

Температура зовнішнього середовища приймається для літнього періоду $+32^{\circ}\text{C}$.

Розрахунок площі огорожі проводиться по вісям огорож, тому розрахункова довжина збільшується на товщину огорожі, а розрахункова висота буде становити 6,37м.

Різниця температур для внутрішніх огорож розраховується як 70% від різниці температур для зовнішніх огорож.

Розрахунок теплонадходжень Q_1 таблиця 4.

Тепло надходження від продукції:

$$Q_2 = Q_{2\text{ван}} + Q_{2\text{тар}}, \text{ Вт};$$

- де $Q_{2\text{ван}}$ - тепло надходження від холодильної обробки продуктів, Вт;

$Q_{2\text{тар}}$ - тепло надходження від холодильної обробки тари, Вт.

Теплонадходження від холодильної обробки продуктів

$$Q_{2\text{ван}} = M_{\text{пр}} \cdot \Delta i \cdot \frac{1}{24 \cdot 3600}, \text{ кВт};$$

					00.БКР.142.004.007.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- де $M_{пр}$ - добове надходження продуктів, прийняте 150 т/добу для камер зберігання заморожених продуктів, для камер зберігання охолоджених продуктів відповідно 70 т/добу; Δi - різниця питомих ентальпій за початкової та кінцевої температур, кДж/кг.

Теплонадходження від холодильної обробки тари

$$Q_{2тар} = M_T \cdot c_T \cdot (t_1 - t_2) \cdot \frac{1}{24 \cdot 3600}, \text{ кВт};$$

- де M_T – добове надходження тари, т/доб [2]:

$$M_T = 0.15 \cdot M_{пр}, \text{ т.}$$

c_T – питома теплоємність (картонної, дерев'яної або металевої) тари, кДж/(кг·К) [2]:

$$c_{T \text{ дер}} = 2,3 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К}).$$

$$c_{T \text{ мет}} = 0,46 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К}).$$

Розрахунок теплоприпливів від холодильної обробки продуктів та тари
таблиця 5.

Теплонадходження експлуатаційні:

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4, \text{ Вт};$$

- де q_1 - теплонадходження від людей, що перебувають у камері, Вт; q_2 - теплонадходження від відкриття дверей, Вт; q_3 - теплонадходження від освітлення, Вт; q_4 - теплонадходження від електродвигунів, Вт.

$$q_1 = 350 \cdot n, \text{ Вт};$$

де n – кількість працюючих людей, $n=3$.

					00.БКР.142.004.007.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q_2 = B \cdot F, \text{ Вт};$$

де B – питоме теплонадходження від відкриття дверей, $\text{Вт}/\text{м}^2$; F - площа камери, м^2 .

$$q_3 = A \cdot F, \text{ Вт};$$

де A – питоме теплонадходження від освітлення, $\text{Вт}/\text{м}^2$. Для камер зберігання $A=2,3 \text{ Вт}/\text{м}^2$, для камери завантаження та камери заморожування $A=4,7 \text{ Вт}/\text{м}^2$.

$$q_4 = N_{\text{ел}}, \text{ Вт};$$

де $N_{\text{ел}}$ – потужність працюючих електродвигунів (повітроохолоджувачів та електровантажників), Вт .

Розрахунок експлуатаційних теплоприпливів таблиця 6.

					00.БКР.142.004.007.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5. Розрахунок теплоприпливів від холодильної обробки продуктів та тари.

Назва камери	$M_{пр}, T$	$i_{поч},$ кДж/кг	$i_{поз},$ кДж/кг	$\xi i,$ кДж/кг	$Q_{2пр}, Вт$	$\xi t, ^\circ C$	$c,$ кДж/ (К·кг)	M_T, T	$Q_{2T}, Вт$	$Q_2, Вт$
Камера №1 яловичина	30	13	0	13	4513,89	20	2,3	4,5	2395,8	6910
Камера №2 яловичина	30	13	0	13	4513,89	20	2,3	4,5	2395,8	6910
Камера №3 яловичина	30	13	0	13	4513,89	20	2,3	4,5	2395,8	6910
Камера №4 масло	30	10,1	0	10,1	3506,94	-6	2,3	4,5	-718,8	2788
Камера №5 масло	30	10,1	0	10,1	3506,94	20	2,3	4,5	2395,8	5903
Камера №6 ковбаса	25	247	98,8	148,2	42881,9	38	2,3	3,75	3793,4	46675
Камера №7 сир	25	35	19	16	4629,63	-6	2,3	3,75	-599,0	4031
Камера №8 пресерви	20	265	106	159	36805,6	-6	2,3	3	-479,2	36326
Камера №9	35	247	98,8	148,2	60034,7	-6	2,3	5,25	-838,5	59196
Камера №10	35	13	0	13	5266,2	-6	2,3	5,25	-838,5	4428
Камера №11 морозилка					44000					44000
Камера №14	70	106	265	-159	-128819	-6	2,3	10,5	-1677,1	-130497
Камера №17	150	0	13	-13	-22569,4	-6	2,3	22,5	-3593,8	-26163

					<i>00.БКР.142.004.007.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6. Розрахунок експлуатаційних теплоприпливів.

Назва камери	n	q ₁ , Вт	B, Вт/м ²	F, м ²	q ₂ , Вт	A, Вт/м ²	q ₃ , Вт	N _{елп} , Вт	q ₄ , Вт	Q ₄ , Вт
Камера №1 яловичина	3	1050	8	360	2880	2,3	828	5000	5000	9758
Камера №2 яловичина	3	1050	8	360	2880	2,3	828	5000	5000	9758
Камера №3 яловичина	3	1050	8	360	2880	2,3	828	5000	5000	9758
Камера №4 масло	3	1050	8	288	2304	2,3	662,4	5000	5000	9016,4
Камера №5 масло	3	1050	8	288	2304	2,3	662,4	5000	5000	9016,4
Камера №6 ковбаса	2	700	12	288	3456	2,3	662,4	3000	3000	7818,4
Камера №7 сир	2	700	12	360	4320	2,3	828	5000	5000	10848
Камера №8 пресерви	2	700	12	432	5184	2,3	993,6	5000	5000	11878
Камера №9	2	700	15	72	1080	4,7	338,4	1000	1000	3118,4
Камера №10	2	700	15	72	1080	4,7	338,4	1000	1000	3118,4
Камера №11 морозилка	6	2100	15	72	1080	4,7	338,4	1000	1000	4518,4
Камера №14	2	700	29	72	2088	4,7	338,4	1000	1000	4126,4
Камера №17	2	700	29	72	2088	4,7	338,4	1000	1000	4126,4

					00.БКР.142.004.007.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Вибір структури системи охолодження та типу холодильної установки

Структуру системи охолодження розподільчого холодильника приймаю відокремлену по всіх температурах кипіння. Таке рішення дозволить оптимально використовувати кожен систему на задану температуру кипіння.

Система охолодження камер зберігання та заморожування прийнята безпосередня. Таке рішення дає можливість заощадити електричну енергію за рахунок більш високої температури кипіння у порівнянні з системою проміжного теплоносія.

Оскільки перепад тисків для системи охолодження морозильної камери більше 8 та температура кінця стиснення вища за 160⁰С, приймаю двоступеневу установку.

Подачу холодильного агента приймаю насосно-циркуляційним способом. Це дозволить покращити теплообмін у камерному обладнанні, що покращить якість зберігання продуктів та зменшить усихання. Для забезпечення аміачних насосів рідиною аміаку та створення стовпа рідини приймаю вертикальний циркуляційний ресивер. Такий тип ресивера займає менше місця в машинному відділенні та краще виконує функцію відокремлення рідини від пари, холодильного агента що повертається з камерного обладнання.

Також приймаю дренажний ресивер, який приймає рідкий аміак у процесі відтайки та холодильний агент у випадку ремонту чи випробування апаратів.

					<i>00.БКР.142.004.007ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Бондаренко І.О.</i>			<i>Проект розподільчого холодильника місткістю 3000 т у м. Київ</i>	<i>Лист</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бондар В.І.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						
						<i>НУХТ, ХМ-4-12ск</i>		

8. Визначення навантаження на обладнання камер та компресор

При розрахунку навантаження враховано, що навантаження на камерне обладнання складає 100% для всіх видів теплоприпливів, а навантаження на компресор Q_1 -80%, Q_2 -100%, Q_4 -50% згідно [2]. Розрахунок навантаження на камерне обладнання та компресор таблиця 7. Виключення будуть складати приміщення розташування морозильних апаратів та приміщення фасування, де експлуатаційні тепло припливи враховуються на 100%.

Розрахунок навантаження на камерне обладнання та компресор зведено до таблиці 7.

					00.БКР.142.004.007ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Бондаренко І.О.			Проект розподільчого холодильника місткістю 3000 т у м. Київ	<i>Лист.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		Бондар В.І.						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		Василенко С.М.						
						НУХТ, ХМ-4-12ск		

Таблиця 7. Розрахунок навантаження на камерне обладнання та компресор

Назва камери	Q ₁ , Вт		Q ₂ , Вт	Q ₄ , Вт		ΣQ, Вт	
	(КО)	(КМ)		(КО)	(КМ)	(КО)	(КМ)
Камера №1 яловичина	9696	7757	6910	9758	4879	26364	19546
Камера №2 яловичина	7999	6399	6910	9758	4879	24667	18188
Камера №3 яловичина	10474	8379	6910	9758	4879	27142	20168
Камера №4 масло	8076	6461	2788	9016,4	4508,2	19880	13757
Камера №5 масло	8076	6461	5903	9016	4508	22995	16872
Камера №6 ковбаса	4921	3937	46675	7818	3909	59414	54521
Камера №7 сир	7589	6071	4031	10848	5424	22468	15526
Камера №8 пресерви	7889	6311	36326	11878	5939	56093	48576
Камера №9	633	506	59196	3118	1559	62947	61261
Камера №10	4622	3698	4428	3118	1559	12168	9685
Камера №11 морозилка	6406	5125	44000	4518	2259	54924	51384
Камера №14	811	649	-130497	13302	4126,4	-116384	-125722
Камера №17	7101	5681	-26163	13302	4126,4	-5760	-16356

Оскільки теплонадходження до камер експедицій від'ємні – штучне охолодження не потрібно.

Навантаження на компресор з врахуванням 22 годин роботи (найбільше навантаження):

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.007.ПЗ				

$$Q_0 = \sum Q \cdot k / 0,9, \text{ Вт};$$

де k – коефіцієнт, що враховує втрати в трубопроводах, для температури в камері -30°C $k=1,1$, для температури в камері -18°C $k=1,08$, для температури в камері 0°C $k=1,04$.

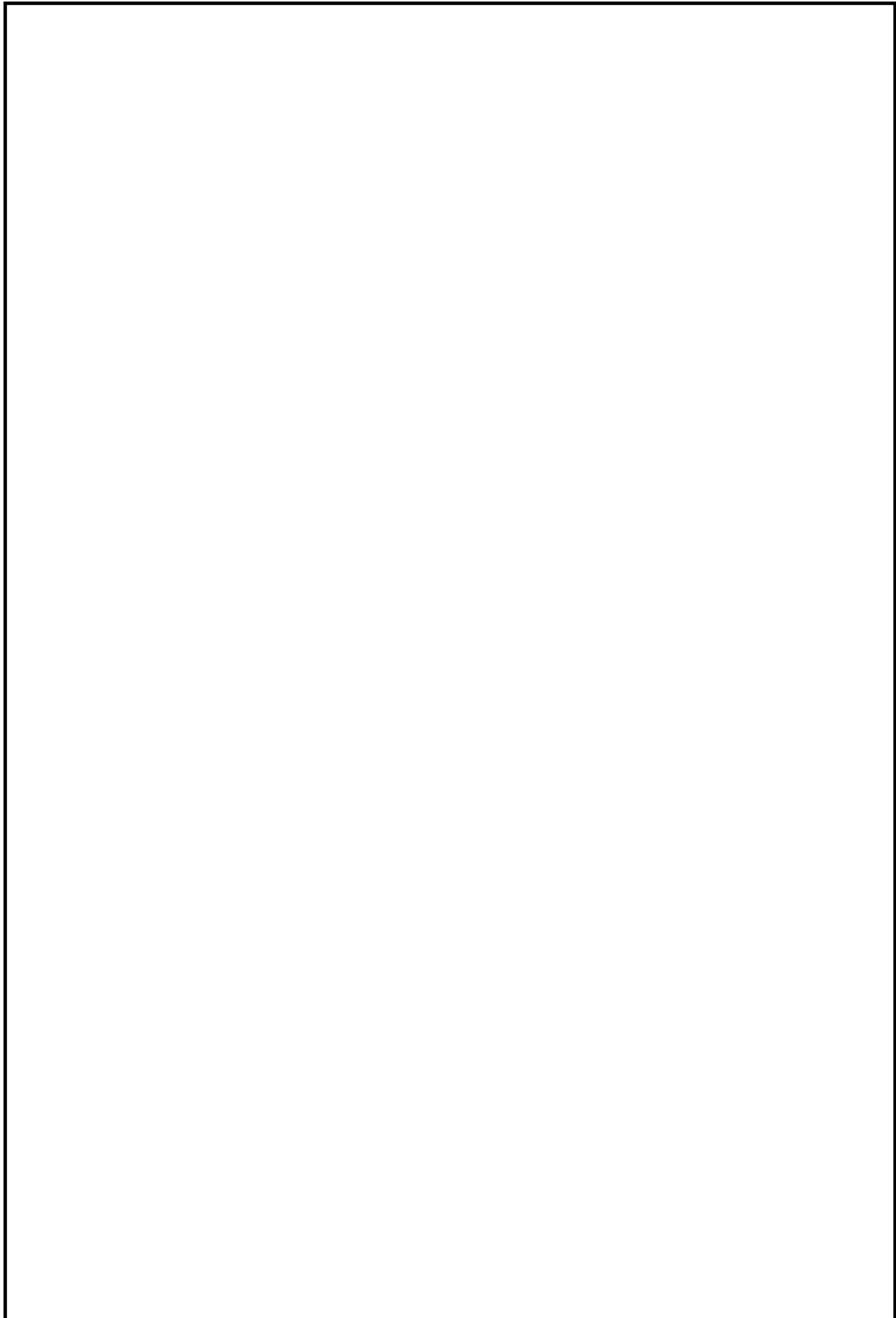
$$Q_{0(0)} = (179885) \cdot 1,04 / 0,9 = 207867 \text{ Вт.}$$

$$Q_{0(-20)} = (98216) \cdot 1,08 / 0,9 = 117859 \text{ Вт.}$$

$$Q_{0(-30)} = (51384) \cdot 1,1 / 0,9 = 62803 \text{ Вт.}$$

(у коефіцієнтах вказані температури повітря)

					00.БКР.142.004.007.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



					00.БКР.142.004.007.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**9. Вибір розрахункового робочого режиму, побудова циклу та розрахунок
холодильної машини**

Температура кипіння:

$$t_0 = t_{\text{пов}} - (7 \div 10) \text{ } ^\circ\text{C}.$$

де $t_{\text{пов}}$ – температура повітря, $^\circ\text{C}$.

$$t_0 = 0 - 7 = -7 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

$$t_0 = -20 - 7 = -27 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

$$t_0 = -30 - 7 = -37 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Температура конденсації для безпосередньої системи.

Температуру конденсації приймаю згідно графіку [1с.72 р.11.1] та попередньо прийнятому тепловому навантаженні $q = 2.5 \text{ кВт/м}^2$:

$$t_{\text{MT}} = 22,5 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad t_{\text{к}} = 36 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

де t_{MT} – температура мокрого термометра при параметрах зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$.

Температура всмоктування.

$$t_{\text{вс}} = t_0 + (5 \div 10) \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$t_{\text{вс}} = -7 + 5 = -2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

$$t_{\text{вс}} = -27 + 5 = -22 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

					00.БКР.142.004.007ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Бондаренко І.О.</i>			<i>Проект розподільчого холодильника місткістю 3000 т у м. Київ</i>	<i>Лист.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бондар В.І.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>				НУХТ, ХМ-4-12ск		

$$t_{вс} = -37 + 5 = -32 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Температура всмоктування компресорів другого ступеня відповідає температурі насичення проміжної посудини.

Температура переохолодження.

Переохолодження у конденсаторі приймаю 5°C .

Температуру переохолодження рідини у змійовику проміжної посудини на 5°C вище температури в посудині.

Побудова циклу холодильної машини на температуру кипіння -7°C .

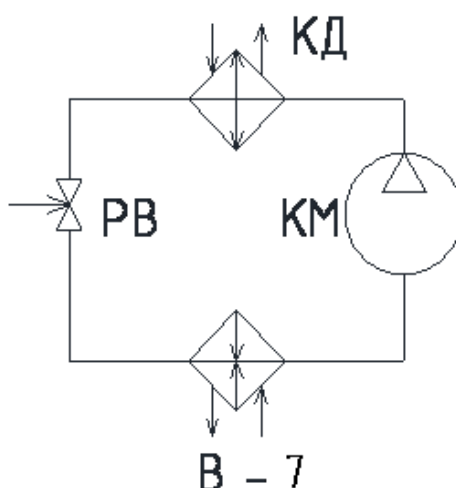


Рис. 3. Схема холодильної машини на температуру кипіння -7°C .

Параметри характерних точок зводжу до таблиці 8.

Таблиця 8. Параметри характерних точок.

Параметри	1'	1	2	3	4
Р, МПа	0.32	0.32	1.4	1.4	0.32
t, $^\circ\text{C}$	-7	-2	104	31	-7
h, кДж/кг	1453	1466	1681	342	342

$\nu, \text{м}^3/\text{кг}$	0.37	0.38	0.12	0.001 8	0.05
-----------------------------	------	------	------	------------	------

Розрахунок холодильної машини на температуру кипіння -7°C .

Масова витрата холодильного агента на компресор:

$$M = Q_{o(-7)} / (h_1 - h_4), \text{ кг/с}; M = 207,87 / 1111 \cdot 10^3 = 0,187 \text{ кг/с};$$

Тепловий розрахунок холодильних машин таблиця 9.

Таблиця 9. Тепловий розрахунок холодильних машин.

Параметр, розрахункова формула та од. вимірювання	$t_0 = -7^{\circ}\text{C}$
Питома холодопродуктивність: $q_o = h_1 - h_4, \text{ кДж/кг}$	1111
Масова витрата: $M = Q_o / q_o, \text{ кг/с}$	0.187
Об'ємна витрата: $V = M \cdot \nu_{\text{вс}}, \text{ м}^3/\text{с}$	0.071
Коефіцієнт подачі [5]: $\lambda = \lambda_{\omega} \cdot \lambda_i$	0.69
Коефіцієнт невидимих втрат $\lambda_{\omega} = T_o / T_k$	0.86
Коефіцієнт втрат мертвого простору та депресії клапанів: $\lambda_i = \frac{p_o - \Delta p_o}{p_o} - c \left[\left(\frac{p_k + \Delta p_o}{p_o} \right)^{\frac{1}{n_p}} - \frac{p_o - \Delta p_o}{p_o} \right]$	0.8
Коефіцієнт мертвого простору: c	0.03
Депресія при всмоктуванні: $\Delta p_o = 0,1 p_{\text{н.т}}, \text{ МПа}$	0.03
Депресія при нагнітанні: $\Delta p_k = 0,11 p_{\text{в.т}}, \text{ МПа}$	0.154
Дійсна об'ємна витрата: $V_d = V / \lambda, \text{ м}^3/\text{с}$	0.103

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.007.ПЗ					

Дійсна масова витрата: $M_d = V_{д.пр} \cdot \lambda / v_{вс}$, кг/с	0.197
Дійсна холодопродуктивність: $Q_0 = M_d \cdot q_0$, кВт	218,5
Теоретична потужність стискання: $N_T = M_d \cdot (h_{наг} - h_{всм})$, кВт	42,4
Індикаторна потужність стискання: $N_i = N_T / \eta_i$, кВт	49,8
Індикаторний ккд компресора, [5]: $\eta_i = \lambda_{\omega} + v \cdot t_o$, $v = 0,001$ (для аміака)	0.85
Ефективна потужність на валу компресора $N_e = N_i / \eta_{мех}$, кВт (механічний ккд компресора $\eta_{мех} = 0,9$)	55,4
Потрібна потужність електродвигунів: $N_{ел} = N_e / \eta_{ел}$, кВт (ккд електродвигуна $\eta_{ел} = 0,9$)	61,5

Прийнято два холодильних агрегати фірми GEA Grasso RCA 66 W на базі поршневого компресору RCA 66 W, що має $V_{д.пр} = 195 \cdot 2 \text{ м}^3 / \text{год} = 0,108 \text{ м}^3 / \text{с}$, з електродвигуном 35 кВт.

					<i>00.БКР.142.004.007.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Побудова циклу холодильної машини на температуру кипіння -27°C .

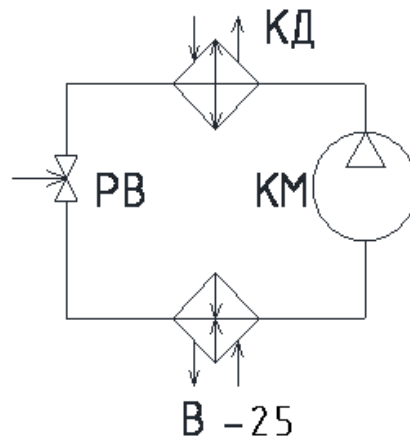


Рис. 4. Схема холодильної машини на температуру кипіння -27°C .

Параметри характерних точок зводжу до таблиці 10.

Таблиця 10. Параметри характерних точок.

Параметри	1'	1	2	3	4
Р, МПа	0,152	0,152	1.4	1.4	0,152
t, °C	-27	-22	140	31	-27
h, кДж/кг	1430	1440	1785	342	342
v, м ³ /кг	0.77	0.79	0,144	0,0017	0,147

Розрахунок холодильної машини на температуру кипіння -27°C .

Масова витрата холодильного агента на компресор:

$$M = Q_{o(-27)} / (h_1 - h_4), \text{ кг/с}; M = 117859 / 1098 \cdot 10^3 = 0,107 \text{ кг/с};$$

Тепловий розрахунок холодильних машин таблиця 11.

Таблиця 10. Тепловий розрахунок холодильних машин.

Параметр, розрахункова формула та од. вимірювання	$t_0 = -27^{\circ}\text{C}$
Питома холодопродуктивність: $q_0 = h_1' - h_4$, кДж/кг	1098
Масова витрата: $M = Q_0/q_0$, кг/с	0.107
Об'ємна витрата: $V = M \cdot v_{вс}$, м ³ /с	0.081
Коефіцієнт подачі для гвинтового компресору [5]: λ	0.82
Дійсна об'ємна витрата: $V_d = V/\lambda$, м ³ /с	0.094
Дійсна масова витрата: $M_d = V_{д.пр} \cdot \lambda / v_{вс}$, кг/с	0.133
Дійсна холодопродуктивність: $Q_0 = M_d \cdot q_0$, кВт	146,3
Теоретична потужність стискання: $N_T = M_d \cdot (h_{нар} - h_{всм})$, кВт	45,8
Індикаторна потужність стискання: $N_i = N_T / \eta_i$, кВт	51
Індикаторний ккд компресора, [5]: $\eta_i = \lambda_{\omega} + v \cdot t_0$, $v = 0,001$ (для аміака)	0.90
Ефективна потужність на валу компресора $N_e = N_i / \eta_{мех}$, кВт (механічний ккд компресора $\eta_{мех} = 0,9$)	56,6
Потрібна потужність електродвигунів: $N_{ел} = N_e / \eta_{ел}$, кВт (ккд електродвигуна $\eta_{ел} = 0,9$)	62,9

Прийнято два холодильних агрегати фірми GEA Grasso на базі гвинтового компресору типу С-53, що має $V_{д.пр} = 231 \cdot 2 \text{ м}^3/\text{год} = 462 \text{ м}^3/\text{год} = 0,128 \text{ м}^3/\text{с}$, з електродвигуном 35 кВт.

					00.БКР.142.004.007.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок витрати води на охолодження мастила

Оскільки мастило гвинтового компресору охолоджується за рахунок подачі води, необхідно провести розрахунок об'ємної витрати води. Мастило у гвинтовому компресорі відбирає тепло, що відповідає різниці точок 2р та 2'. Тоді об'ємна витрата води на охолодження мастила:

$$M_m = \frac{M(h_{2'} - h_{2p})}{c \cdot \rho \cdot \Delta t}, \text{ м}^3/\text{с};$$

де $h_{2'}$ - ентальпія реальної точки кінця стиснення, кДж/кг; h_{2p} - ентальпія точки максимально допустимої температури 80⁰С, $h_{2p}=1620$ кДж/кг; c – теплоємність води, $c=4200$ Дж/(кг·К); ρ – густина води 1000 кг/м³; Δt – нагрів води у мастило охолоднику, $\Delta t=5^0$ С.

$$h_{2'} = h_1 + \frac{h_2 - h_1}{\eta_i} = 1440 + \frac{1785 - 1440}{0.9} = 1812 \text{ кДж/кг.}$$

$$M_m = \frac{0.133(1812 - 1620) \cdot 10^3}{1000 \cdot 4200 \cdot 5} = 0.0012 \text{ м}^3/\text{с.}$$

					00.БКР.142.004.007.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Побудова циклу холодильної машини на температуру кипіння -37°C .

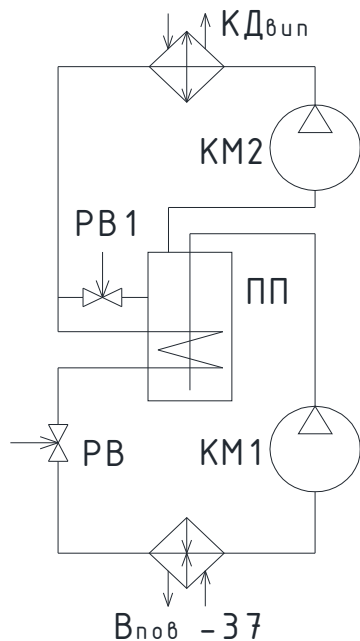


Рис. 5. Схема холодильної машини на температуру кипіння -37°C .

Параметри характерних точок зводжу до таблиці 12.

Таблиця 12. Параметри характерних точок.

Параметри	1'	1	2	3'	4	5	6	7	8	9
P, МПа	0,084	0,084	0,34	0,34	1,39	1,39	0,34	1,39	0,084	0,34
t, °C	-37	-32	60.9	-6	94.4	31	-6	-1	-37	-6
h, кДж/кг	1411	1423	1614	1454	1656	344	344	195	195	173
v, м ³ /кг	1.33	1,37	0,47	0,36	0,12	0,0001 79	0,048	0,0001 69	0,15	0,0001 5

Розрахунок холодильної машини на температуру кипіння -37°C .

Масова витрата холодильного агента на компресор високого ступеня виходячи з балансу проміжної посудини:

$$M_2 \cdot h_3 + M_1 \cdot h_7 = M_1 \cdot h_2 + M_2 \cdot h_5,$$

де M_1 – масова витрата холодоагенту компресора першого ступеня, кг/с;
 M_2 – масова витрата холодоагенту компресора другого ступеня, кг/с.

$$M_1 = Q_{o(-42)} / (h_{1'} - h_8), \text{ кг/с}; M_1 = 62803 / 1216 \cdot 10^3 = 0,051 \text{ кг/с};$$

Виходячи з призначення рідини у проміжній посудині:

$$M_2 = M_1 \cdot (h_2 - h_7) / (h_3 - h_5), \text{ кг/с}.$$

Тепловий розрахунок холодильних машин таблиця 13.

Таблиця 13. Тепловий розрахунок холодильних машин.

Параметр, розрахункова формула та од. вимірювання	$t_0 = -37^{\circ}\text{C}$	Проміжна посудина
Питома холодопродуктивність: $q_o = h_{1'} - h_{12}$, кДж/кг	1216	-
Масова витрата: $M = Q_o / q_o$, кг/с	0.051	0.065
Об'ємна витрата: $V = M \cdot v_{вс}$, м ³ /с	0,07	0.023
Коефіцієнт подачі [5]: $\lambda = \lambda_o \cdot \lambda_i$	0.84	0.78

					<i>00.БКР.142.004.007.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт невидимих втрат $\lambda_{\omega}=T_o/T_k$	0.91	0.898
Коефіцієнт втрат мертвого простору та депресії клапанів: $\lambda_i = \frac{p_o - \Delta p_o}{p_o} - c \left[\left(\frac{p_k + \Delta p_o}{p_o} \right)^{\frac{1}{n_p}} - \frac{p_o - \Delta p_o}{p_o} \right]$	0.92	0.827
Коефіцієнт мертвого простору: c	0.03	0.03
Депресія при всмоктуванні: $\Delta p_o=0,1 p_{н.т}, \text{МПа}$	0.008	0.034
Депресія при нагнітанні: $\Delta p_k=0,11 p_{в.т}, \text{МПа}$	0.037	0.153
Дійсна об'ємна витрата: $V_d = V / \lambda, \text{м}^3/\text{с}$	0.083	0.029
Дійсна масова витрата: $M_d = V_{д.пр} \cdot \lambda / v_{вс}, \text{кг}/\text{с}$	0.074	0.088
Дійсна холодопродуктивність: $Q_o = M_d \cdot q_o, \text{кВт}$	90	-
Теоретична потужність стискання: $N_T = M_d \cdot (h_{наг} - h_{всм}), \text{кВт}$	14,1	15,8
Індикаторна потужність стискання: $N_i = N_T / \eta_i, \text{кВт}$	17	18,7
Індикаторний ккд компресора, [5]: $\eta_i = \lambda_{\omega} + v \cdot t_o, v=0,001$ (для аміаку)	0.83	0.85
Ефективна потужність на валу компресора $N_e = N_i / \eta_{мех},$ кВт (механічний ккд компресора $\eta_{мех}=0,9$)	18,9	20,7
Потрібна потужність електродвигунів: $N_{ел} = N_e / \eta_{ел}, \text{кВт}$ (ккд електродвигуна $\eta_{ел}=0,9$)	21	23

Прийнято два компресорних агрегати GEA Grasso на базі компресорів RСА 3110 W, що має $V_I=0,060 \cdot 2=0,12 \text{ м}^3/\text{с}$ (перша ступінь) та $V_{II}=0,020 \cdot 2=0,040 \text{ м}^3/\text{с}$ (друга ступінь), з електродвигуном 25 кВт.

					00.БКР.142.004.007.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Розрахунок та вибір тепломасообмінних апаратів

Розрахунок конденсатора

Теплове навантаження на випарний конденсатор:

$$Q_k = \Sigma Q_o + \Sigma N_i + N_m, \text{ кВт.}$$

$$Q_k = 218,5 + 49,8 + 146,3 + 51 + 90 + 17 + 18,7 + 25,2 = 616,5 \text{ кВт.}$$

Де N_m – теплота, що відводиться від мастила для гвинтових компресорів:

$$N_m = 0.0012 \cdot 1000 \cdot 4200 \cdot 5 = 25200 \text{ Вт} = 25,2 \text{ кВт.}$$

При тепловому навантаженні на випарний аміачний конденсатор $q = 2.5$ кВт/м² необхідна площа теплообміну:

$$F = Q_k / (k \cdot \Delta t) = 616,5 \cdot 10^3 / 2500 = 246,6 \text{ м}^2.$$

Прийнято два конденсатори ИК-150 з площею теплообміну $F = 162 \cdot 2 = 324 \text{ м}^2$, що задовольняє розрахунку. Довжина 2940 мм, ширина 3684 мм, висота 2535 мм, число вентиляторів 4, потужність вентиляторів 5,6 кВт, витрата води на поповнення 0,0133 м³/с, маса 3950 кг.

					00.БКР.142.004.007ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Бондаренко І.О.</i>			Проект розподільчого холодильника місткістю 3000 т у м. Київ	<i>Лист.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бондар В.І.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>				НУХТ, ХМ-4-12ск		

11. Розрахунок та вибір теплообмінного обладнання холодильних камер

Необхідна охолодна поверхня повітроохолодника визначається за формулою:

$$F=Q_0/(k \cdot \Theta), \text{ м};$$

де F – охолодна поверхня повітроохолодника, м^2 ; Q_0 – розрахункове теплове навантаження на повітроохолодник, Вт/с ; k – коефіцієнт теплопередачі від холодоагента або холодоносія до повітря, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; Θ – перепад температур між повітрям камери і холодоагентом або холодоносієм у батареї повітроохолодника або камерній батареї, $^\circ\text{C}$.

Розрахунковий перепад температур між повітрям камери і холодоагентом або холодоносієм прийнято $\Theta=7^\circ\text{C}$.

У практичних розрахунках для більшості повітроохолодників, виконаних з ребристих труб і працюючих в умовах холодильників за температур холодительного агента -37°C , -25°C та -7°C величина коефіцієнта, віднесена до зовнішньої ребристої поверхні теплопередачі, за швидкості повітря в живому перерізі охолодної батареї 3 - 5 м/с, з врахуванням термічного опору шару снігової шуби, прийнята рівною 9,5, 10 та 14 відповідно $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Необхідне число повітроохолодників прийнято з умови створення рівномірного температурного і швидкісного полів повітря в холодильній камері. Розрахунок та вибір повітроохолодників таблиця 14.

					<i>00.БКР.142.004.007ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Бондаренко І.О.</i>			<i>Проект розподільчого холодильника місткістю 3000 т у м. Київ</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бондар В.І.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						
						<i>НУХТ, ХМ-4-12ск</i>		

Таблиця 14. Розрахунок та вибір повітроохолодників.

Назва камери	Q_0 , Вт	k , $Вт/(м^2 \cdot К)$	Θ , °С	F, м ²	Прийнято повітрооход	Площа теплообміну
Камера №1 яловичина	26364	10	7	376,6	НВО-2-200	404
Камера №2 яловичина	24667	10	7	352,4	НВО-2-200	404
Камера №3 яловичина	27142	10	7	387,7	НВО-2-200	404
Камера №4 масло	19880	10	7	284,0	НВО-2-200	404
Камера №5 масло	22995	10	7	328,5	НВО-2-200	404
Камера №6 ковбаса	59414	14	7	606,3	НВО-2-200	606
Камера №7 сир	22468	14	7	229,3	НВО-2-200	404
Камера №8 пресерви	56093	14	7	572,4	НВО-2-200	606
Камера №9	62947	14	7	642,3	НВО-2-270	810
Камера №10	12168	10	7	173,8	НВО-2-200	202
Камера №11 заморожування	54924	9,5	7	795,9	НВО-2-270	810

Повітроохолоджувачі мають кліматичне виконання «У», категорію розміщення 3 згідно ГОСТ 15150-69. Технічні дані: оребрення пластинчасте,

					00.БКР.142.004.007.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

захисне покриття – гаряче цинкування 80-100 мкм, розрахунковий тиск 2,0 МПа, вентилятори вісьові.

Марка	Площа теплообміну, м ²	Витрата повітря, м ³ /год	Внутрішній об'єм, м ³	Потужність двигунів, кВт	Розміри, мм
НВО-2-200	202	18000	0,085	2x1,35	1460x720x752
НВО-3-280	270	36000	0,115	3x1,35	1190x720x744

					00.БКР.142.004.007.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Розрахунок та вибір допоміжного обладнання

Проміжна посудина

Перевірочний розрахунок змійовика проміжної посудини:

$$F_{зм} = M \cdot \Delta h / (k \cdot \Delta t), \text{ Вт};$$

- де k – коефіцієнт теплообміну в змійовику, $k=700 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; Δt – середньологарифмічна різниця температур аміаку, що охолоджується; M – масова витрата аміаку, що охолоджується, $\text{кг}/\text{с}$; Δh – різниця ентальпій аміаку, що охолоджується, $\text{кДж}/\text{кг}$.

Для $t_0 = -37^\circ\text{C}$: $M_2 = 0,175 \text{ кг}/\text{с}$, $\Delta h = h_5 - h_7 = 149 \text{ кДж}/\text{кг}$,

$$\Delta t = \frac{t_1 - t_2}{2,3 \cdot \lg \frac{t_n - t_1}{t_n - t_2}} = \frac{31 - (-1)}{2,3 \cdot \lg \frac{-6 - 31}{-6 - (-1)}} = 19,2^\circ\text{C}.$$

$$F_{зм} = 0,175 \cdot 149 \cdot 10^3 / (700 \cdot 19,2) = 1,94 \text{ м}^2.$$

Обираю дві проміжні посудини 60ПС₃, що задовольняє розрахунок.

Технічні характеристики проміжної посудини:

60ПС₃ - розміри $D \times S$ (600x8), H (2800), B (1200), діаметр умовного проходу патрубків $d=150\text{мм}$, $d_1=32\text{мм}$, $d_2=32\text{мм}$, $d_3=125\text{мм}$, вага 570кг, площа теплообмінника 4,3 м².

					<i>00.БКР.142.004.007ПЗ</i>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Бондаренко І.О.				Проект розподільчого холодильника місткістю 3000 т у м. Київ	Лист.	Лист	Листів
Перевір.	Бондар В.І.							
Реценз.								
Н. Контр.						<i>НУХТ, ХМ-4-12ск</i>		
Затверд.	Василенко С.М.							

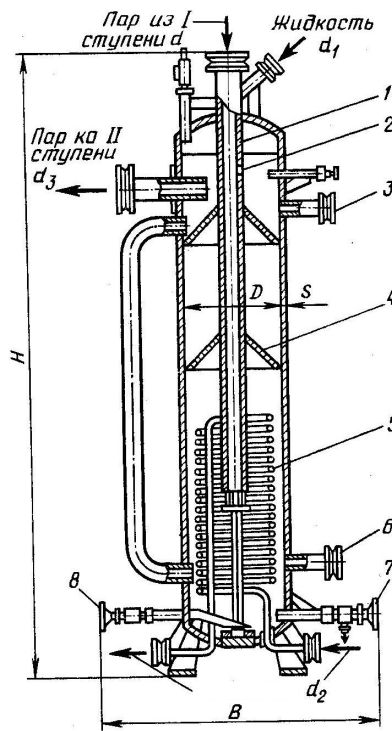


Рис. 6. Проміжна посудина 60ПСз.

Лінійний ресивер

Потрібна місткість лінійного ресивера з умов заповнення на 80%:

$$V_{\text{лр}} = 0,4 \cdot V_{\text{по}}, \text{ м}^3;$$

$V_{\text{по}}$ - об'єм повітроохолоджувачів:

$$V_{\text{по}} = 0,085 \cdot 13 + 0,115 \cdot 12 = 2,97 \text{ м}^3.$$

$$V_{\text{лр}} = 0,4 \cdot 2,97 = 1,2 \text{ м}^3.$$

Прийнято дренажний ресивер 1,5РД, що має $V_{\text{лр}} = 1,5 \text{ м}^3$.

Технічні характеристики ресивера 1,5РД:

розміри $D \times S (800 \times 8)$, $L (3000)$, умовний діаметр проходу патрубков $d_1 = 32$ мм, $d_2 = 25$ мм, $D_y = 1/2''$, ємність $0,75 \text{ м}^3$, вага 670 кг .

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.БКР.142.004.007.ПЗ

Арк.

де K – коефіцієнт типу ресивера, для вертикального типу $K=2$; V_{HT} - об'єм нагнітального трубопроводу насоса, (умовно) $V_{HT}=0,1 \text{ м}^3$; V_{BT} - об'єм всмоктувального трубопроводу насоса, (умовно) $V_{BT}=0,1 \text{ м}^3$; $V_{по}$ - об'єм повітроохолоджувачів, м^3 .

Для $t_o=-7^\circ\text{C}$: $V_{цр} = K \cdot (V_{HT} + 0,5 \cdot V_{по} + V_{BT}) = 2 \cdot (0,1 + 0,5 \cdot (11 \cdot 0,085) + 0,1) = 1,33 \text{ м}^3$, прийнято посудина 1,5РДВ^а, що має $V_{цр}=1,4 \text{ м}^3$.

Для $t_o=-27^\circ\text{C}$: $V_{цр} = K \cdot (V_{HT} + 0,5 \cdot V_{по} + V_{BT}) = 2 \cdot (0,1 + 0,5 \cdot (11 \cdot 0,115) + 0,1) = 1,35 \text{ м}^3$, прийнято посудина 1,5РДВ^а, що має $V_{цр}=1,4 \text{ м}^3$.

Для $t_o=-37^\circ\text{C}$: $V_{цр} = K \cdot (V_{HT} + 0,5 \cdot V_{по} + V_{BT}) = 2 \cdot (0,1 + 0,5 \cdot (3 \cdot 0,115) + 0,1) = 0,55 \text{ м}^3$, прийнято посудина 1,5РДВ^а, що має $V_{цр}=1,4 \text{ м}^3$.

Технічні характеристики ресивера 1,5РДВ^а:

розміри $D \times S$ (800x10), H (3300), умовний діаметр проходу патрубків $d_1=150\text{мм}$, $d_2=80\text{мм}$, $d_3=40\text{мм}$, $d_4=25\text{мм}$, ємність $1,4 \text{ м}^3$, вага 1247 кг.

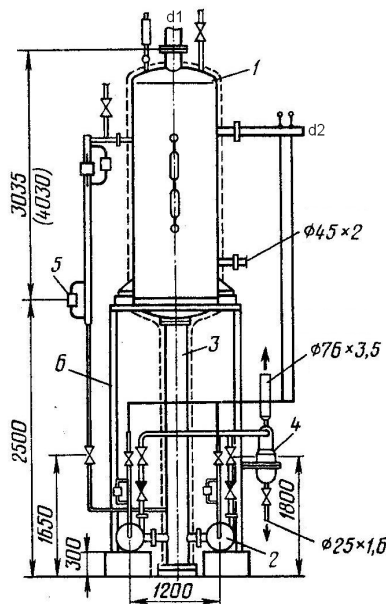


Рис. 8. Ресивер типу РДВ^а.

Маслозбірники

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.007.ПЗ				

У якості маслозбірника приймаю посудину 60МЗС, що має місткість
0,06 м³.

					00.БКР.142.004.007.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. Визначення гідравлічного опору аміачної системи камери заморожування

Гідравлічний опір, що долає насос, складається з втрат на тертя, місцеві втрати та втрати на подолання напору гідравлічного стовпа. Для визначення цих втрат необхідно визначити швидкість руху аміаку, його густину та в'язкість і діаметр труб.

Визначаю розрахункову продуктивність насосів для забезпечення роботи камери заморожування.

$$V=M \cdot v, \text{ м}^3/\text{с};$$

де M – масова витрата аміаку, кг/с; v - питомий об'єм аміаку, м³/кг.

Оскільки насос працюють на дві камери, то продуктивність розраховуємо на дві камери, також враховую вимоги по циркуляції холодильного агенту, що складають 25 разів:

$$V=25 \cdot 0,074 \cdot 1,46 \cdot 10^{-3}=2,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}.$$

Потрібний діаметр трубопроводів:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot \omega}}, \text{ м};$$

де ω - рекомендована швидкість аміаку, для подачі рідини $\omega=0,4$ м/с, для зворотної 1,2 м/с.

Діаметр трубопроводу напірної лінії, що подає аміак на камеру:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,7 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 0,4}} = 0,092 \text{ м}.$$

Приймаю трубу з сортаменту сталевих безшовних труб з внутрішнім діаметром 100 мм, товщиною стінки 4 мм.

Діаметр трубопроводу напірної лінії, що подає аміак на кожен повітроохолодник:

					<i>00.БКР.142.004.007ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Бондаренко І.О.</i>			<i>Проект розподільчого холодильника місткістю 3000 т у м. Київ</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бондар В.І.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						
						<i>НУХТ, ХМ-4-12ск</i>		

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 2.7 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 0.4 \cdot 3}} = 0,053 \text{ м.}$$

Приймаю трубу з сортаменту сталевих безшовних труб з внутрішнім діаметром 50 мм, товщиною стінки 2,5 мм.

Об'ємна витрата аміаку, що повертається до циркуляційного ресиверу з камери, при врахуванні кратності циркуляції:

$$V = M \cdot (v_{\text{парі}}/25 + v_{\text{рід}} \cdot 24/25), \text{ м}^3/\text{с};$$

де $v_{\text{парі}}$ – питомий об'єм пари, $v_{\text{парі}} = 1,34 \text{ м}^3/\text{кг}$, $v_{\text{рід}}$ – питомий об'єм рідини, $v_{\text{рід}} = 1,46 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{кг}$.

$$V = 25 \cdot 0,074 \cdot (1,34/25 + 1,46 \cdot 10^{-3} \cdot 24/25) = 0,029 \text{ м}^3/\text{с};$$

Діаметр трубопроводу зворотної лінії, що повертає аміак з камери:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.029}{\pi \cdot 1.2}} = 0,145 \text{ м.}$$

Приймаю трубу з сортаменту сталевих безшовних труб з внутрішнім діаметром 150 мм, товщиною стінки 4,5 мм.

Діаметр трубопроводу зворотної лінії, що повертає аміак з кожного повітроохолодника:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.029}{\pi \cdot 1.2 \cdot 3}} = 0,101 \text{ м.}$$

Приймаю трубу з сортаменту сталевих безшовних труб з внутрішнім діаметром 100 мм, товщиною стінки 4 мм.

Гідравлічний опір від тертя у трубопроводах:

$$\Delta p_{\text{об}} = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{\omega^2}{v \cdot 2} \cdot l, \text{ Па};$$

де λ - коефіцієнт тертя, значення якого залежить від режиму руху та шорсткості труби:

$$\lambda = 0.11 \cdot \left(\frac{k}{d} + \frac{64 \cdot \mu \cdot v}{\omega \cdot d} \right)^{0.25};$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.007.ПЗ				

де k - шорсткість труби, для сталеві труби $k=0,06$ мм; μ - динамічна в'язкість рідини: для подаючої лінії $\mu=2,8 \cdot 10^{-4}$ Па·с, для зворотної лінії $\mu=2,7 \cdot 10^{-4}$ Па·с;

l – довжина ділянки труби, м.

Розрахунки місцевих гідравлічних втрат зведено до таблиці 15.

Сума буде складати 1219,9 Па.

Місцеві гідравлічні втрати:

$$\Delta P = \sum \xi \frac{\omega^2}{v \cdot 2}, \text{ Па};$$

де $\sum \xi$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів.

Розрахунки місцевих гідравлічних втрат зведено до таблиці 16.

Сума буде складати 19123 Па.

Втрати на подолання напору гідравлічного стовпа:

$$\Delta P = \frac{g \cdot \Delta h}{v}, \text{ Па};$$

де Δh - різниця рівня самої високої точки та самої низької, м.

$$\Delta P = \frac{9.8 \cdot 3.35}{1.46 \cdot 10^{-3}} = 21684 \text{ Па.}$$

Сума гідравлічних опорів буде складати:

$$\Delta P = 1219,9 + 19123 + 21684 = 42027 \text{ Па.}$$

Приймаю насос циркуляційний герметичний аміачний марки

1,5ХГ-6х3-2,8-2, що має $V=12$ м³/год $= 3,33 \cdot 10^{-3} \leq 2,7 \cdot 10^{-3}$ м³/с та напір

55 м. в. ст. = 55000 Па \leq 42027 Па. І задовольняє умовам.

Розрахунок гідравлічних втрат від тертя зводжу до таблиці 15.

Назва ділянки	Довжина, м	Діаметр труб, м	Перерахована швидкість, м/с	В'язкість динамічна,	Питомий об'єм, кг/м ³	Коефіцієнт тертя	Гідравлічні втрати

				Па*с			
Насос - розгалудження	44	0,1	0,41	0,00028	0,00146	0,021	520,2
Розгалудження - повітроохлодник	7	0,05	0,83	0,00028	0,00146	0,023	748,1
Повітроохлодник - розгалудження	7,5	0,1	0,07	0,00028	0,00146	0,028	3,5
Розгалудження - ресивер	44,5	0,15	0,46	0,00027	0,055	0,038	21,1

Розрахунок гідравлічних втрат від тертя зводжу до таблиці 16.

Назва ділянки	Назва місцевих опорів визначених ділянок	Коефіцієнт місцевого опору	Перерахована швидкість, м/с	Питоми об'єм, кг/м ³	Гідравлічні втрати, Па
Насос - розгалудження	4 вентиля зворотній клапан фільтр вихід з ресиверу 4 повороти	40 5 8 0,5 4	0,41	0,00146	7240,8
Розгалудження	колектор	2	0,42	0,00146	3383,0

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.007.ПЗ				

- повітроохолодник	вентиль 2 повороти	10 2			
Повітроохолодник - розгалудження	2 повороти 1 трійник вентиль теплообмінник	2 3 10 10	0,43	0,00146	6332,2
Розгалудження - ресивер	2 повороти 1 трійник вентиль	20 3 10	1,63	0,055	3188,3

					00.БКР.142.004.007.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

14. Вибір насосів та вентиляторів

Аміачні насоси

Насоси прийняти по необхідним значенням подачі та напору. Критерій вибору по напору виконується з умов збільшення циркуляції аміаку 25-30 раз, що необхідно для оптимального теплообміну у змішувачу повітроохолоджувачів. Об'ємна подача насосів:

$$V=M \cdot v, \text{ м}^3/\text{с};$$

де M – масова витрата аміаку, кг/с; v - питомий об'єм аміаку, м³/кг.

Розрахунок та вибір аміачних насосів таблиця 15.

Таблиця 17. Розрахунок та вибір аміачних насосів.

$t_0, ^\circ\text{C}$	$M, \text{ кг/с}$	$v, \text{ м}^3/\text{кг}$	$V, \text{ м}^3/\text{с}$	Прийнято	Кількість	Об'ємна подача, м ³ /с
-37	0,089	0,0014	0,0027	1,5ХГ-6х3-2,8-2	1	0,00333
-25	0,133	0,0015	0,005	2ХГ-5-4,5-2	1	0,00778
-7	0,065	0,0027	0,0028	1,5ХГ-6х3-2,8-2	1	0,00333

Окрім того приймаю один резервний насос.

Технічні характеристики аміачних насосів:

1,5ХГ-6х3-2,8-2 подача 5,5-12 м³/год., напір рідкого аміаку 45-55 м, кількість ступенів 2, частота обертання 49,5 с⁻¹, потужність 2,8 кВт.

					00.БКР.142.004.007ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Бондаренко І.О.			Проект розподільчого холодильника місткістю 3000 т у м. Київ	<i>Лист.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		Бондар В.І.						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		Василенко С.М.						
						НУХТ, ХМ-4-12ск		

2ХГ-5-4,5-2 подача 12-28 м³/год., напір рідкого аміаку 41-48 м,
кількість ступенів 1, частота обертання 49,5 с⁻¹, потужність 5,5 кВт.

					00.БКР.142.004.007.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

15. Розрахунок техніко-економічних показників

Планова калькуляція собівартості одиниці виробленого холоду

15.1. Замовна специфікація на обладнання

Таблиця . Замовна специфікація на обладнання холодильної установки.

№ по схемі	Назва обладнання	Виробник	Ціна, тис. грн.	Вартість упаковки та транспортування, тис. грн.	Кількість, шт	Вартість, тис. грн.
1	Холодильний агрегат RC 66W	GEA Grasso	1050	20	2	2140
2	Холодильний агрегат С-53	GEA Grasso	1750	20	2	3540
3	Компресорний агрегат на базі компресорів RCA 3110 W	GEA Grasso	875	20	2	1790
4	ИК-150	ВАТ «Коростенский завод химического машиностроения»	15	1,5	2	16,5

00.БКР.142.004.007ПЗ

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Бондаренко І.О.			Проект розподільчого холодильника місткістю 3000 т у м. Київ	Лист.	Лист	Листів
Перевір.		Бондар В.І.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Василенко С.М.						
						НУХТ, ХМ-4-12ск		

5	Повітроохолоджувачі НВО-2-200	ВАТ «Орелхолодмаш»	8	0,1	13	105,3
6	Повітроохолоджувачі НВО-2-270	ВАТ «Орелхолодмаш»	9,5	0,1	12	115,2
7	Проміжна посудина 60ПСз	ВАТ «Коростенский завод химического машиностроения»	5	0,3	1	5,4
8	Ресивер 0,75РД	ВАТ «Коростенский завод химического машиностроения»	3	0,3	3	9,9
9	Ресивера 1,5РДВ ^а	ВАТ «Коростенский завод химического машиностроения»	3,3	0,3	3	10,8
10	Мастилозбірник 60МЗС	ВАТ «Коростенский завод химического машиностроения»	0,8	0,1	1	0,9

					00.БКР.142.004.007ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Бондаренко І.О.				Проект розподільчого холодильника місткістю 3000 т у м. Київ НУХТ, ХМ-4-12ск		
Перевір.	Бондар В.І.						
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.	Василенко С.М.						
					Лист	Лист	Листів

11	Насос аміачний 1,5ХГ-6х3-2,8-2	Валадайський насосний завод	23,9	1	4	99,6
12	Насос аміачний 2ХГ-5-4,5-2	Валадайський насосний завод	23,9	1	2	49,8
13	Система трубопроводів, арматури та автоматизації	СП «Металл Холдинг»	30%	-	1	2365

Разом вартість обладнання буде складати 10248,4 тис. грн. з врахуванням НДС.

15.2. Визначення кількості виробленого холоду

Витрати на виробництво холоду при різноманітних температурах кипіння нерівноцінні, тому їх слід приводити до умовної величини – приведенного виробництва холоду, яка визначається як сума добутоків кількості виробленого холоду при робочих умовах на коефіцієнт переводу. Величина переводного коефіцієнту приймається в залежності від робочої температури.

Приведена холодопродуктивність, що забезпечує потреби морозильних апаратів:

$$Q_0 = Q_{0(-37)} \cdot k_{-37} = 90 \cdot 2,45 = 220,5 \text{ кВт.}$$

Приведена холодопродуктивність, що забезпечує потреби камер зберігання заморожених продуктів:

$$Q_0 = Q_{0(-27)} \cdot k_{-27} = 146,3 \cdot 1,46 = 213,6 \text{ кВт.}$$

					00.БКР.142.004.007ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Бондаренко І.О.</i>			<i>Проект розподільчого холодильника місткістю 3000 т у м. Київ</i>	<i>Лист.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бондар В.І.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						
						НУХТ, ХМ-4-12ск		

Приведена холодопродуктивність, що забезпечує потреби камер зберігання охолоджених продуктів:

$$Q_0 = Q_{0(-7)} \cdot k_{-7} = 218,5 \cdot 0,67 = 146,4 \text{ кВт.}$$

Загальна приведеного холодопродуктивність:

$$Q_0 = 220,5 + 213,6 + 146,4 = 580,5 \text{ кВт.}$$

Час роботи обладнання при максимальному навантаженні 5400 годин на рік. Кількість виробленого приведеного холоду за рік буде складати:

$$Q_0 = 580,5 \cdot 5400 = 3134673 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

15.3. Статті витрат

15.3.1. Витрати на оплату електроенергії

По цій статті розраховують витрати на силову електроенергію для приводів компресорів, насосів та вентиляторів, що встановлені на основному холодильному обладнанні.

Річне споживання електроенергії визначається за формулою:

$$W = \sum N_e \cdot K_c \cdot n, \text{ кВт} \cdot \text{год};$$

N_e - номінальна потужність двигуна, кВт;

K_c - коефіцієнт використання;

n – час роботи обладнання при робочих умовах, год.

Перелік електроприводів, їх характеристика та розрахунок витрат електроенергії зведено до таблиці.

Таблиця . Перелік електроприводів, їх характеристика та розрахунок витрат електроенергії.

№ п/п	Назва обладнання	Номінальна потужність, кВт	Кількість, шт	Час роботи, год	Спожита електроенергія, кВт·год
1	Холодильний агрегат RC 66W	35	2	5400	378000

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.007.ПЗ					

2	Холодильний агрегат С-53	35	2	5400	378000
3	Компресорний агрегат на базі компресорів RCA 3110 W	25	2	5400	756000
5	Повітроохолодник НВО-2-200	2x1,35	9	3000	72900
6	Повітроохолодник НВО-2-270	2x1,35	8	3000	64800
7	Аміачний насос 1,5ХГ-6x3-2,8-2	2,8	2	5000	28000
8	Аміачний насос 2ХГ-5-4,5-2	2,8	1	5000	14000

Разом річна витрата електроенергії 1691700 кВт·год.

Тариф оплати за електроенергію складає 0,852 грн. за кВт·год. Тоді витрати на оплату електроенергії складатиме $1691700 \cdot 0,852 = 1441,3$ тис. грн.

15.3.2. Витрати на оплату води

Витрати води на охолодження конденсаторів, компресорів та мастилоохолоджувачів будуть враховуватися, оскільки вода береться з водопроводу. Але оскільки запроектована система рециркуляції води, витрати будуть складати лише на поповнення системи.

Прийняте обладнання: випарних конденсаторів в процесі роботи мають винос води 1,5% від об'ємної витрати циркулюючої води.

При річному часі роботи компресорів 5400 годин, річна витрата води на поповнення буде складати:

											Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.007.ПЗ						

$$V=(0,034 \cdot 0,015) \cdot 3600 \cdot 5400=9914,4 \text{ м}^3.$$

Вартість водопостачання складає 4,85 грн за 1 м³, тоді витрати на воду будуть складати: $9914,4 \cdot 4,85=48,1$ тис. грн.

15.3.3. Витрати на поповнення системи холодоагентом

Ці витрати знаходяться у прямій залежності від продуктивності компресорів. Норма витрати аміаку на поповнення системи за рік складає для компресорів, що працюють на безпосереднє охолодження 3,1 кг/(ст. кВт).

Холодопродуктивність компресорів в переводі на стандартну холодопродуктивність буде складати:

$$Q_0 = 220,5+213,6+146,4=580,5 \text{ кВт.}$$

Витрати на поповнення системи аміаком, за умов вартості аміаку 2,8 грн./кг будуть складати:

$$V_{\text{аміак}}=(580,5) \cdot 3,1 \cdot 2,8=5 \text{ тис. грн.}$$

15.3.4. Витрати на поповнення системи мастилом

Незважаючи на те, що після кожного компресору встановлено мастиловідділювач, мастило виноситься з компресору. Кількість мастила, що виноситься з компресору пропорційно залежить від часів роботи компресорів.

Річна потреба в мастилі визначається за формулою:

$$M = \sum (g \cdot z \cdot n) \cdot \frac{n}{n_1}, \text{ кг;}$$

де g – норма витрати мастила на 1 циліндр поршневого компресора або на ротор гвинтового, кг/год; z – кількість поршнів або роторів, шт; n – кількість годин роботи компресору, год; n_1 – нормативний час заміни мастила, год.

					<i>00.БКР.142.004.007.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для гвинтових компресорів $g=0,12$ кг/год, для поршневих $g=0,01$ кг/год, а нормативний час складає 2700 год.

$$M = \sum (0.01 \cdot 5400 \cdot (6 \cdot 2 + 4 \cdot 2) + 0.12 \cdot 1 \cdot 5400 \cdot 2) \cdot \frac{5400}{2700} = 2592 \text{ кг.}$$

Витрати на поповнення системи мастилом при ціні на мастило 40 грн/кг складатиме:

$$V_{\text{маст}} = 2592 \cdot 40 = 103,7 \text{ тис. грн.}$$

15.3.5. Витрати на заробітну плату

Заробітну платню виробничих робітників розраховують по кожному розряду з врахуванням премії та доплат за роботу у нічний час і святкові дні.

Чисельність робочого персоналу компресорного цеху приймається в залежності від ступеня автоматизації установки, кількості компресорів та їх загальної продуктивності.

На холодильниках більше 1000 т передбачається посада начальника цеха.

При комплексній автоматизації холодильної установки, кількості компресорів 6 шт. та загальній холодопродуктивності до 3,5 тис. кВт приймається 5 машиністів та помічників та 2 змінних машиніста, також приймаю 2 слюсаря.

Таблиця 18. Фонд по сплаті основної заробітної плати робітників.

Найменування професії та розряд	Тарифна ставка	Проект	КІЛЬКІСТЬ ГОДИН на місяць	Шкідливість,	Місячний фонд заробітної плати, грн.	Річний фонд заробітної плати, тис. грн.
Машиніст III розряду	9,76	1	240	234,2	2342,4	30,9
Машиніст IV розряду	11,43	3	240	823	8229,6	108,6

					00.БКР.142.004.007.ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Машиніст розряду V	13,4	2	240	643,2	6432	84,9
Машиніст розряду VI	15,7	1	240	376,8	3768	49,7
Слюсар ремонтник	10,9	2	240	523,2	5232	69,1
Разом						343,3

Фонд додаткової заробітної плати: $\text{ФДЗП} = \text{ФОЗП} \cdot 0,08$

$\text{ФДЗП} = 343,3 \cdot 0,08 = 27,5$ тис. грн.

Повний фонд заробітної плати: $\text{ФЗП} = \text{ФОЗП} + \text{ФДЗП}$

$\text{ФЗП} = 343,3 + 27,5 = 370,8$ тис. грн.

Витрати на оплату праці робітників з нарахуваннями:

$\text{ВОПупр} = 370,8 \cdot 0,3708 + 370,8 = 508,2$ тис. грн.

Таблиця 19. Фонд по сплаті основної заробітної плати апарату управління.

Найменування професії та розряд	Посадови й оклад	Чисел ь- ність	Місячний фонд заробітної плати, грн.	Річний фонд заробітної плати, тис. грн.
Начальник цеху	7500	1	7500	90
Начальник зміни	5000	1	5000	60
Разом				150

Фонд додаткової заробітної плати: $\text{ФДЗП} = \text{ФОЗП} \cdot 0,25$

$\text{ФДЗП} = 150 \cdot 0,25 = 37,5$ тис. грн.

Повний фонд заробітної плати: $\text{ФЗП} = \text{ФОЗП} + \text{ФДЗП}$

$\text{ФЗП} = 150 + 37,5 = 187,5$ тис. грн.

Витрати на оплату праці апарату управління з нарахуваннями:

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.007.ПЗ				

$VO_{\text{упр}} = \PhiЗП \cdot 0,3708 + \PhiЗП = 187,5 \cdot 0,3708 + 187,5 = 257$ тис. грн.

Разом витрати по заробітній платі для холодильника становлять:

$VO_{\text{х}} = 508,2 + 257 = 765,2$ тис. грн.

15.3.6. Амортизація обладнання

Амортизаційні відрахування на обладнання становлять 21,925%:

$10248,4 \cdot 0,21925 = 2247$ тис. грн.

15.3.7. Витрати на поточні ремонти

Витрати на поточні ремонти складають 50% від амортизаційних витрат:

$V_{\text{поточні}} = 2247 \cdot 0,5 = 1123,5$ тис. грн.

15.3.8. Витрати на охорону праці

Фінансування заходів з охорони праці складає 0,2 % від фонду оплати праці. Ці кошти витрачають на реалізацію заходів для покращення умов праці, створення кращих побутових і соціальних умов на виробництві, підготовки підприємства до робіт, придбання засобів індивідуального захисту тощо.:

$VO_{\text{п}} = 765,2 \cdot 0,002 = 1,53$ тис. грн.

15.3.9. Утримання будівлі

Вартість будівлі визначається 2250 грн. за кожен м² будівельної площі. Таким чином вартість будівлі буде складати $2250 \cdot 5580 = 12555$ тис. грн.

Амортизаційні відрахування на будівлі становлять 7,763%:

$12555 \cdot 0,07763 = 974,6$ тис. грн.

15.3.10. Спрацювання швидкозносного інвентарю

Витрати на знос малоцінного та швидкозносного інвентарю складатиме 10%:

$V_{\text{інв}} = 2247 \cdot 0,1 = 224,7$ тис. грн.

					00.БКР.142.004.007.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

15.3.11. Інші витрати

Інші витрати складають 0,5% від загально цехових витрат.

15.4. Цехові витрати

Калькуляція цехових витрат зведена до таблиці .

Таблиця 20. Собівартість одиниці виробленого холоду.

Статті витрат	Значення показників, тис. грн.
Електроенергія	1441,3
Вода	48,1
Масило	103,7
Аміак	5
Оплата праці	765,2
Амортизація	2247
Поточні ремонти	1123,5
Охорона праці	1,53
Утримання будівлі	974,6
Спрацювання інвентарю	224,7
Інші витрати	112,4
Разом	7047

15.5. Визначення цехової собівартості одиниці виробленого холоду

Собівартість стандартної одиниці виробленого холоду:

$$C=7047 \cdot 10^3 / 3134673 = 2,25 \text{ грн./ст.кВт} \cdot \text{год.}$$

					00.БКР.142.004.007.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

16. Охорона праці

Навчання з питань охорони праці.

Принципи організації та види навчання з питань охорони праці

Навчання, системне та систематичне підвищення рівня знань не лише працівників, а всього населення України з питань охорони праці – один з основних принципів державної політики в галузі охорони праці, фундаментальна основа виробничої безпеки та санітарії, необхідна умова удосконалення управління охороною праці і забезпечення ефективної профілактичної роботи щодо запобігання нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві.

Зараз в Україні діє система безперервного навчання з питань охорони праці. Основним нормативним документом, що встановлює порядок та види навчання і перевірки знань з охорони праці є Типове положення про

порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затверджене наказом Держнаглядохоронпраці від 26.01.2005 р. № 15. Цей порядок спрямовано на реалізацію в Україні системи безперервного навчання з питань охорони праці.

Типове положення визначає порядок:

- вивчення основ охорони праці у навчальних закладах і під час професійного навчання працівників на підприємстві;
- організації навчання і перевірки знань з питань охорони праці на підприємстві;
- спеціального навчання і перевірки знань з питань охорони праці;
- навчання і перевірки знань з питань охорони праці посадових осіб;

					<i>00.БКР.142.004.007ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Бондаренко І.О.</i>			<i>Проект розподільчого холодильника місткістю 3000 т у м. Київ</i>	<i>Лист.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бондар В.І.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						
						<i>НУХТ, ХМ-4-12ск</i>		

- організації проведення інструктажів з питань охорони праці;
- стажування, дублювання і допуску працівників до роботи.

У професійно-технічних навчальних закладах обов'язковим є вивчення предмета "Охорона праці", а у вищих навчальних закладах вивчаються навчальні дисципліни "Основи охорони праці" та "Охорона праці в галузі". Це навчання проводиться за типовими навчальними планами і програмами, які затверджуються Міністерством освіти за погодженням з Держгірпромнагляд. Окремі специфічні питання охорони праці вивчаються в курсах спеціальних та загальнотехнічних дисциплін. Під час професійної підготовки працівників на підприємстві теоретична частина предмета "Охорона праці" вивчається в обсязі не менше 10 годин, а під час перепідготовки та підвищення кваліфікації – не менше 8 годин.

Працівники, які залучаються до виконання робіт з підвищеною небезпекою, проходять підготовку лише в навчальних закладах, які мають ліцензію Міносвіти та дозвіл Держгірпромнагляду. При цьому теоретична частина предмета "Охорона праці" вивчається обсягом не менше 30 годин, а під час перепідготовки та підвищення кваліфікації – не менше 15 годин.

На підприємствах на основі Типового положення з урахуванням специфіки виробництва та вимог НПАОП, розроблюються і затверджуються відповідні положення підприємств про навчання з питань охорони праці, формуються плани-графіки проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці, з якими повинні бути ознайомлені працівники.

Працівники під час прийому на роботу і періодично в процесі роботи, а вихованці, учні і студенти під час навчально-виховного процесу проходять навчання і перевірку знань з охорони праці, надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків, правил поведінки у разі аварії, а також відповідні інструктажі. Особи, які суміщають професії, проходять навчання та інструктажі з охорони праці як з їх основних професій, так і з професій за сумісництвом. Допуск до роботи (виконання навчальних практичних

					00.БКР.142.004.007.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

завдань) без навчання і перевірки знань з питань охорони праці забороняється.

Відповідальність за організацію і здійснення навчання та перевірки знань працівників з питань охорони праці покладається на роботодавця.

Посадові особи та працівники, зайняті на роботах з підвищеною небезпекою та на роботах, де є потреба у професійному доборі проходять щорічне спеціальне навчання і перевірку знань відповідних НПАОП.

Особлива увага приділяється навчанню і перевірці знань з охорони праці таких посадових осіб як Перші заступники та заступники міністрів та керівників інших центральних органів виконавчої влади, обласних та міських державних адміністрацій, керівники підприємств, установ і організацій незалежно від форм власності та характеру виробничої діяльності, їх заступники та спеціалісти, виконання службових обов'язків яких пов'язано з організацією безпечного ведення робіт, керівники та викладачі кафедр охорони праці навчальних закладів, навчальних центрів з охорони праці, технічні та страхові експерти та інші категорії посадовців.

Ці посадові особи і спеціалісти проходять навчання і перевірку знань з питань охорони праці до початку роботи і періодично раз на три роки згідно з тематичним планом і програмою навчання, що наведені в Типовому положенні.

Усі працівники повинні проходити на підприємстві навчання у формі інструктажів з питань охорони праці, першої допомоги потерпілому, правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій.

Інструктаж з охорони праці – це усне пояснення положень відповідних нормативних документів, що закінчується вибірковою перевіркою шляхом опитування засвоєних знань і навиків в обсязі викладених питань. За характером і часом проведення інструктажі поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Вступний інструктаж проводиться:

					00.БКР.142.004.007.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- з усіма працівниками, які приймаються на постійну або тимчасову роботу, незалежно від їх освіти, стажу роботи та посади;

- з працівниками інших організацій, які прибули на підприємство і беруть безпосередню участь у виробничому процесі або виконують інші роботи для підприємства;

- з учнями та студентами, які прибули на підприємство для проходження трудового або професійного навчання;

- з екскурсантами у разі екскурсії на підприємство;

Вступний інструктаж проводиться інженером (спеціалістом) з охорони праці, або іншим фахівцем, на якого покладено ці обов'язки і який в установленому Типовим положенням порядку пройшов навчання і перевірку знань з питань охорони праці.

Вступний інструктаж проводиться в кабінеті охорони праці або в приміщенні, що спеціально для цього обладнано, з використанням сучасних технічних засобів навчання, навчальних та наочних посібників за програмою, розробленою службою охорони праці з урахуванням особливостей виробництва. Програма та тривалість інструктажу затверджується керівником підприємства.

Запис про проведення вступного інструктажу робиться в журналі реєстрації вступного інструктажу, який зберігається в службі охорони праці або в працівника, що відповідає за проведення вступного інструктажу, а також у наказі про прийняття працівника на роботу.

Первинний інструктаж проводиться до початку роботи безпосередньо на робочому місці з працівником:

- новоприйнятим (постійно чи тимчасово);

- який переводиться з одного структурного підрозділу до іншого;

- який буде виконувати нову для нього роботу;

- відрядженим працівником іншого підприємства, який бере безпосередню участь у виробничому процесі на підприємстві.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.007.ПЗ				

Первинний інструктаж проводиться також з учнями, курсантами, слухачами та студентами навчальних закладів:

- до початку трудового або професійного навчання;
- перед виконанням кожного навчального завдання, пов'язаного з використанням різних механізмів, інструментів, матеріалів тощо.

Первинний інструктаж проводиться індивідуально або з групою осіб одного фаху за діючими на підприємстві інструкціями з охорони праці відповідно до виконуваних робіт.

Повторний інструктаж проводиться індивідуально з окремим працівником або з групою працівників, які виконують однотипні роботи, за обсягом і змістом переліку питань первинного інструктажу.

Повторний інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці в терміни, визначені НПАОП, які діють в галузі, або роботодавцем, з урахуванням конкретних умов праці, але не рідше:

- на роботах з підвищеною небезпекою - 1 раз на 3 місяці;
- для решти робіт - 1 раз на 6 місяців.

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці:

- при введенні в дію нових або переглянутих НПАОП, а також при внесенні змін та доповнень до них;

- при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації устаткування, приладів та інструментів, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на стан охорони праці;

- при порушеннях працівниками вимог НПАОП, що можуть призвести або призвели до травм, аварій, пожеж тощо;

- при перерві в роботі виконавця робіт більш ніж на 30 календарних днів - для робіт з підвищеною небезпекою, а для решти робіт - понад 60 днів.

					00.БКР.142.004.007.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З учнями, студентами, курсантами та слухачами позаплановий інструктаж проводиться при порушеннях ними вимог НПАОП, що можуть призвести або призвели до травм, аварій, пожеж тощо.

Позаплановий інструктаж проводиться індивідуально з окремим працівником або з групою працівників одного фаху. Обсяг і зміст позапланового інструктажу визначаються в кожному окремому випадку залежно від причин і обставин, що спричинили потребу його проведення.

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками:

- при ліквідації аварії або стихійного лиха;
- при проведенні робіт, на які оформлюються наряд-допуск, наказ або розпорядження.

Цільовий інструктаж проводиться індивідуально з окремим працівником або з групою працівників. Обсяг і зміст цільового інструктажу визначаються в залежності від виду робіт, що ними виконуватимуться.

Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі проводить безпосередній керівник робіт (начальник виробництва, цеху, дільниці, майстер), завершуються вони перевіркою знань у вигляді усного опитування або за допомогою технічних засобів, а також перевіркою набутих навичок безпечних методів праці. Знання перевіряє особа, яка проводила інструктаж. У випадку незадовільних результатів перевірки знань, умінь і навичок щодо безпечного виконання робіт після первинного, повторного чи позапланового інструктажів для працівника протягом 10 днів додатково проводяться інструктаж і повторна перевірка знань.

У разі незадовільних результатах перевірки знань після цільового інструктажу допуск до виконання робіт не надається. Повторна перевірка знань при цьому не дозволяється.

Працівники, які суміщають професії (в тому числі працівники комплексних бригад), проходять інструктажі як з їх основних професій, так і з професій за сумісництвом.

					00.БКР.142.004.007.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Про проведення первинного, повторного, позапланового та цільового інструктажу та про допуск до роботи особою, якою проводився інструктаж, вноситься запис до журналу реєстрації інструктажів з питань охорони праці на робочому місці. При цьому обов'язкові підписи як того, кого інструктували, так і того, хто інструктував. Сторінки журналу реєстрації інструктажів повинні бути пронумеровані, журнали прошнуровані і скріплені печаткою.

У разі виконання робіт, що потребують оформлення наряду-допуску, цільовий інструктаж реєструється в цьому наряді-допуску, а в журналі реєстрації інструктажів - не обов'язково.

Перелік професій та посад працівників, які звільняються від первинного, повторного та позапланового інструктажів, затверджується роботодавцем. До цього переліку можуть бути зараховані працівники, участь у виробничому процесі яких не пов'язана з безпосереднім обслуговуванням обладнання, застосуванням приладів та інструментів, збереженням або переробкою сировини, матеріалів тощо.

Стажування (дублювання) та допуск працівників до роботи.

Новоприйняті на підприємство працівники після первинного інструктажу на робочому місці до початку самостійної роботи повинні під керівництвом досвідчених, кваліфікованих фахівців пройти стажування протягом 2 - 15 змін або дублювання протягом не менше шести змін.

Працівники, функціональні обов'язки яких пов'язані із забезпеченням безаварійної роботи важливих і складних господарчих потенційно небезпечних об'єктів або з виконанням окремих потенційно небезпечних робіт (теплові та атомні електричні станції, гірничодобувні підприємства, інші подібні об'єкти, порушення технологічних режимів яких являє загрозу для працівників та навколишнього середовища), до початку самостійної роботи повинні проходити дублювання з обов'язковим суміщенням з протиаварійними і протипожежними тренуваннями відповідно до плану ліквідації аварій.

					00.БКР.142.004.007.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Допуск до стажування (дублювання) оформлюється наказом (розпорядженням) по підприємству (структурному підрозділу), в якому визначаються тривалість стажування (дублювання) та прізвище відповідального працівника. Перелік посад і професій працівників, які повинні проходити стажування (дублювання), а також тривалість стажування (дублювання) визначаються керівником підприємства. Тривалість стажування (дублювання) залежить від стажу і характеру роботи, а також від кваліфікації працівника. Керівнику підприємства надається право своїм наказом (розпорядженням) звільняти від проходження стажування (дублювання) працівника, який має стаж роботи за відповідною професією не менше 3 років або переводиться з одного цеху до іншого, де характер його роботи та тип обладнання, на якому він працюватиме, не змінюються.

Стажування (дублювання) проводиться за програмами для конкретної професії, посади, робочого місця, які розробляються на підприємстві і затверджуються керівником підприємства (структурного підрозділу) на робочих місцях свого або іншого подібного за технологією підприємства. У процесі стажування працівники повинні виконувати роботи, які за складністю, характером, вимогами безпеки відповідають роботам, що передбачаються функціональними обов'язками цих працівників.

					00.БКР.142.004.007.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Пирог П. И. Теплоизоляция холодильников. - М.: Пищевая промышленность. - 1966, 272 стр.
2. Явнель Б. К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и установок кондиционирования воздуха.-М.:Агропромиздат.-1989, 224 стр.
3. Бараненко А. В. Практикум по холодильным установкам.-СПб.:Профессия.-2001, 272 стр.
4. Холодильні машини: Метод. вказівки до вивч. дисц. та викон. курс. роботи для студ. спец. 6.090500 “Холодильні машини і установки” заоч. форми навчання /Уклад.: А.В.Форсюк, С.М.Василенко, В.І.Гоштовт. – К.: УДУХТ, 2000. – 42с.

					<i>00.БКР.142.004.007ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Бондаренко І.О.</i>			<i>Проект розподільчого холодильника місткістю 3000 т у м. Київ</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бондар В.І.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>						<i>НУХТ, ХМ-4-12ск</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						