

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОП: «Монтаж і обслуговування

холодильно-компресорних

машин та установок»

Група: МХ-55

Дипломний проект

здобувача освіти денного відділення

МХ 55. 0010. 000 ДП

Карапетяна Артема
Олександровича

м. Одеса - 2023 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність 142
«Енергетичне машинобудування»
ОП: «Монтаж і обслуговування
холодильно-компресорних машин та
установок»
Група МХ-55

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
МХ 55. 0010. 000 ДП

До дипломного проекту на тему:
Проект камери охолодження м'яса в напівтушах продуктивністю 13т. на
добу для фермерського господарства, Вінницька область.

Проектний матеріал складається з пояснювальної записки
на _____ сторінках та графічного матеріалу на _____ аркушах.

Дипломник _____ (Карапетян А.О.)

Керівник проекту _____ (Бригадир Л.Г.)

Консультанти:

з економічної частини _____ (Шимко О.В.)

з будівельної частини _____ (Волянська С.В.)

з охорони праці _____ (Чорновол Н.І.)

по дотриманню
вимог ЄСКД _____ (Волянська С.В.)

До захисту допущено
Голова предметної комісії _____ (Беркань Ір. В.)

Завідуючий відділенням _____ (Бригадир Л.Г.)

Захист “ _____ ” _____ 2023 р. Протокол ЕК № _____
Оцінка ЕК _____

Секретар ЕК _____

Міністерство освіти і науки України
ВСП «Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ»

Дата видачі завдання
«20» лютого 2023 р.
Дата закінчення проекту
«01» липня 2023 р.

Затверджую
Заступник директора з НВР
_____ Беркань Іг.В.
“ 20 ” лютого 2023 р.

ЗАВДАННЯ

до дипломного проектування

Прізвище, ім'я та по батькові: Карапетяна Артема Олександровича
Галузь знань № 14 «Електрична інженерія»
Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»
Освітня програма «Монтаж і обслуговування холодильно-компресорних машин та установок»

Тема дипломного проекту: Проект камери охолодження м'яса в напівтушах продуктивністю 13т. на добу для фермерського господарства, Вінницька область.

Стверджена наказом по коледжу від « 17 » 10 2022 р. № 235–А2- ОД

Вихідні дані для проекту: температура літня 32 °С
відносна вологість повітря літня 60 %

Зміст та послідовність виконання дипломного проекту

Пояснювальна записка

1. Загальна частина

- 1.1 Вихідні дані
- 1.2 Техніко-економічне обґрунтування проекту

2. Технологічна частина

- 2.1 Характеристика швидкокопсуваних продуктів
- 2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму зберігання

3. Розрахунково- конструкторська частина

- 3.1 Розрахункові дані
- 3.2 Розрахунок будівельних площ
- 3.3 Вимоги до планування холодильника
- 3.4 Планування холодильника.
- 3.5 Розрахунок ізоляційного шару огорожень
- 3.6 Тепловий розрахунок
- 3.7 Визначення навантаження на компресор та обладнання камер
- 3.8 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки
- 3.9 Побудова циклу холодильної машини, визначення параметрів вузлових точок
- 3.10 Тепловий розрахунок та вибір компресора
- 3.11 Тепловий розрахунок та вибір конденсатора
- 3.12 Розрахунок та вибір обладнання камер
- 3.13 Розрахунок та вибір допоміжного устаткування
- 3.14 Розрахунок та відбір градирні

4. Організаційна частина

4.1 Організація монтажу, експлуатація, ремонту та холодильного обладнання

4.2 Автоматизація холодильної установки

5 Економічна частина

6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

7. Перелік використаних джерел

Графічна частина

Аркуш 1 План та перетин будівлі холодильника, або (Технічне креслення обладнання)

Аркуш 2 Розводка трубопроводів

Аркуш 3 Схема автоматизації холодильної установки

Графік виконання проекту

Зміст	Термін виконання
1 Загальна частина	22 ÷ 23.05.2023
2 Технологічна частина	24 ÷ 25.05.2023
3 Розрахунково-конструкторська частина	26 ÷ 05.06.2023
4 Організаційна частина	06.06.2023
5 Аркуш 1,2	07 ÷ 09.06.2023
6 Економічна частина	10 ÷ 12.06.2023
7 Аркуш 3	13.06.2023
8 Охорона праці	14.06.2023
Попередній захист	15.06.2023
Захист дипломного проекту	22 ÷ 30.06.2023

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні циклової комісії
спецдисциплін холодильного циклу

Протокол № 2 від “ 13” вересня 2022

Голова комісії _____ (Беркань Ір.В.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проекту _____ (Бригадир Л.Г.)

[illegible]

ЗМІСТ

ВСТУП.....	
1.ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	
1.1 Призначення і технічна характеристика об'єкта.....	
1.2 Вихідні данні.....	
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	
2.1 Характеристика швидкокопсувних продуктів.....	
2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму зберігання	
3 РОЗРОХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	
3.1 Розрахункові дані	
3.2 Розрахунок будівельних площ.....	
3.3 Вимоги до планування.....	
3.4 Планування холодильника	
3.5 Розрахунок ізоляції огорожень	
3.6 Тепловий розрахунок.....	
3.7 Визначення навантаження на компресор і камерне устаткування	
3.8 Вибір температурних режимів роботи холодильної машини	
3.9. Побудова циклів холодильної машини зняття параметрів вузлових точок...	
3.10 Тепловий розрахунок і добір компресорів.....	
3.11 Тепловий розрахунок і добір конденсаторів.....	
3.12 Розрахунок і добір камерного устаткування.....	
3.13 Розрахунок та вибір допоміжного устаткування.....	
3.14 Визначення діаметру трубопроводів холодильної установки.....	
4.ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА.....	
4.1 Організація монтажу, експлуатація, ремонту та холодильного обладнання	
4.2 Автоматизація холодильної установки.....	
5 . ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	
6. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	
7. СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	

					<i>МХ 55.0010.000.00 ДП.ПЗ</i>			
Зм	А	№ докум.	Підп	Дат				
Розроб		Карапетян А.			Проект камери охолодження м'яса в напівтушах продуктивністю 13т. на добу для фермерського господарства, Вінницька область.	Літ.	Арку	Аркушів
Переві		Бригадир Л.Г						
Н.конт		Волянська С				ВСП «ОТФК ОНТУ» МХ-55		
Затв.		Беркань Ір.В						

ВСТУП

Використання штучного холоду – важлива умова зберігання якості і зниження витрат харчових продуктів при їх заготівлі, транспортуванні, зберіганні, переробці та реалізації. Основні ланки цього ланцюга повинні бути повністю забезпечені холодом як у кількісному, так і в якісному відношенні.

Техніка низьких температур пройшла стадії становлення й бурхливого розвитку, у результаті чого в другій половині століття вона проникнула в усі сфери діяльності людей. Це пов'язане з тим, що холодильна техніка наполегливо затребувана як необхідний засіб захисту сфер перебування людей, заощадження й раціонального використання природних ресурсів в умовах росту чисельності населення Землі. Приріст населення створив глобальні економічні й екологічні проблеми, необхідність рішення яких зажадала залучення нових високих технологій, до яких ставиться холодильна й криогенна техніка.

Завданнями холодильного підприємства є термічна обробка і зберігання великих мас швидкопсувних продуктів, організація безперервного холодильного ланцюга й виробництво продукції з використанням штучного холоду, створення спеціального технологічного режиму на всіх стадіях її промислової переробки, систематичне підвищення ефективності виробництва шляхом найбільш повного використання виробничих ресурсів робочого часу.

Сьогодні широкого застосування набули малі холодильні машини для децентралізованого охолодження об'єктів термообробки та зберігання харчових продуктів.

Найважливішим технологічним чинником при камерному охолодженні є термін циклу охолодження. Він включає як безпосередньо термін охолодження продукту, так і час, необхідний для додаткових операцій при експлуатації камери, а саме завантаження, вивантаження продукції та відтайку камерних приборів охолодження від снігової шуби.

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Призначення та технічна характеристика об'єкта проектування

Проектуєма камера охолодження м'яса в напівтушах, ємністю 13 тон/добу в Вінницькій області, є першою стадією для заморожування аналогічної кількості м'яса при фермерському господарстві.

Для охолодження, з $t_{нов} = -4^{\circ}\text{C}$ прийнята безпосередня система кипіння хладона R404A, в випарювальній системі постаментного повітроохолоджувача марки AlfaBlask, для інтенсивного теплообміну і створення повітряного потоку через прямокутні щілини в хибній стелі навколо м'ясної напівтуші на підвісних шляхах.

Сітка колон 6x12, будівельні матеріали сучасного виробництва, місцевого заводського виробництва.

Будівля холодильника виконується по каркасній конструктивній схемі з самонесучими стінами, при якій навантаження від покриття і підвісного обладнання передається на каркас із збірних елементів (колон, балок і ферм).

Самонесучі стіни каркасних будівель опираються на фундаментні блоки, а ті на фундаменти під колони.

Глибину закладання фундаментів приймаємо в залежності від навантаження, несучої можливості ґрунтів, глибини промерзання, але не менше 0,8 м від поверхні плану участка забудови.

Гідро і пароізоляцію конструкцій підлоги виконуємо із матеріалів підвищеної вологостійкості (ізол, поліетилен) укладених нижче бетонної підготовки.

Двері холодильних камер відкотні з теплоізоляцією в 150 мм пінопласту.

В якості теплоізоляційного матеріалу приймаємо пінополістирол ПСБ-С, показники якого складають :

- Об'ємна вага $25 \div 50 \text{ кг/м}^3$
- Коефіцієнт теплопровідності, $\lambda = 0,035 \div 0,045 \text{ Вт/м}$.
- Межа міцності при згинанні $130 \div 250 \text{ кПа}$.

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Товщина теплової ізоляції залежить від рівня теплоприливів в камеру холодильника, через її огороження.

Оптимальна теплоізоляційна конструкція повинна забезпечити найбільш вигідне співвідношення перерахованих витрат і затрат.

На основі розрахунків визнаються нормативні значення коефіцієнтів теплопередачі для різних огорож.

В якості повітророзподілу прийнята хибна стеля з прямокутними щілинами над підвісними шляхами з підвішеними на них м'ясних напівтушах, розташованих по квадрату 0.9 на 0.9 м.

Для створення інтенсивного потоку повітря, яке подається в простір хибної стелі прийнятий повітроохолоджувач Alfa Laval (6-х вентиляторний).

Холодильний агент R404A з температурою кипіння -16 °C.

Температурний режим забезпечується холодильними агрегатами марки Bitzer, виробництва Германія з повітряними конденсаторами.

До складу агрегату входить 4-х циліндровий компресор (поршневий, без сальниковий), повітряний двохвентиляторний конденсатор, лінійний ресивер.

Для збільшення холодопродуктивності виварювальної системи прийнятий рекуперативний теплообмінник, в якому завдяки противотоку холодного пару з випарювача та теплого рідкого холодильного агенту після конденсатору протікає самотеплообмін між цими потоками. Завдяки цьому процесу пари холодильного агенту перегріваються, забезпечуючи «сухий хід» компресору, а рідкий – переохолоджується, що збільшує холодопродуктивність виварювальної системи.

Регулює заповнення виварювальної системи рідким холодильним агентом ТРВ, в залежності від величини перегріву парів на виході із неї.

Безаварійну роботу холодильної установки забезпечує система автоматичного контролю, захисту і регулювання параметрів її роботи.

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Вихідні данні

Камера охолодження проектується при фермерському господарстві, Вінницької області.

В районі забудови параметри температурно-вологісного клімату складають:

- середньорічна 8,7 °С

Дана система розробляється в одній із камер холодильника для охолодження м'яса в напівтушах, як перша стадія для подальшого заморожування.

Охолодження при $t = -4^{\circ}\text{C}$.

Економічні розрахунки підтверджують економічну ефективність холодильної установки для камери охолодження м'яса 13 т. на добу, при фермерському господарстві, в Вінницькій області, такими показниками як собівартість 1000кДж холоду - 1,43 грн., коефіцієнт ефективності капіталовкладень - 0,92. Ці показники вказують на конкурентоспроможність такого підприємства на ринку виробництва холоду.

Високі економічні показники ефективності є результатом науково-обгрунтованого проектування з підбором високопродуктивного та економічного обладнання.

Отже, проект камери охолодження м'яса 13 т. на добу, при фермерському господарстві, в Вінницькій області можна вважати доцільним та вигідним.

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ШВИДКОПСУВНИХ ПРОДУКТІВ

Охолодження м'яса ґрунтується на відведенні від нього тепла зі зниженням температури до рівня, близького до криоскопічної точки.

Охолодження підвищує стійкість м'яса при зберіганні:

- Уповільнення росту мікрофлори: розмноження всіх мікроорганізмів, які виробляють харчові токсини (сальмонели, ботулінові палички, тощо) пригнічується або суттєво уповільнюється при температурі нижче 5°C. При температурі нижче -12°C припиняється розмноження всіх мікроорганізмів. Ферменти, які утворилися до цієї межі мікробіологічного росту, продовжують діяти, тому м'ясо до холодильної обробки повинно мати бездоганний санітарно-гігієнічний стан.

- Зниження активності ферментів (нативних і мікробіологічних): внаслідок цього уповільнюється автоліз та псування м'яса, але також і його дозрівання.

- Уповільнення реакцій окислення: вони викликають прогірклість жиру та потемніння м'яса.

- Випаровування вологи: м'ясо з підсушеною поверхнею не так швидко покривається слизом, як з вологою.

Зміна якості м'яса при охолодженні та подальшому зберіганні залежить від виду сировини (розміру і маси туші товщини жирового покриву), ступеню розвитку автолізу, величина рН (при рН м'яса більше 6,2 терміни зберігання різко зменшуються), початкового мікробіологічного обсіменіння, режимів та умов холодильної обробки, може супроводжуватись зміною зовнішнього виду, кольору і консистенції м'яса, зменшенням маси (усушки), формуванням специфічного смаку і запаху, ростом бактерій і плісняви та іншими явищами.

Основною причиною псування м'яса може бути розмноження психрофільної аеробної мікрофлори, яка різко погіршує органолептичні показники і має токсичність. Розвиток її відбувається в основному в кровоносних судинах поблизу кісток та суглобів. Пліснява розвивається в місцях, де погана циркуляція повітря.

					МХ 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ознаками псування є поява слизу та наявність липкої поверхні м'яса. На ступінь пригнічення життєдіяльності мікробів впливає температура, швидкість теплопроводу, величина рН м'яса, вологий стан поверхні туш. Випаровування вологи з поверхні, супроводжується утворенням шкірочки підсихання, призводить до зниження величини a_w , як правило, інгібує життєдіяльність мікроорганізмів.

Характер зміни якості м'яса супроводжується розвитком автолітичних процесів. Не дивлячись на зменшення температури в період післязабійного зберігання в м'ясі розвиваються ферментативні процеси і пов'язані з ними фізико-хімічні і мікроструктурні перетворення тканин, сукупність яких призводить до зміни консистенції, соковитості, смаку, аромату та вологозв'язуючої здатності м'яса.

Перед завантаженням камери охолодження приводять у належний санітарний стан і охолоджують повітря на $3...5^{\circ}\text{C}$ нижче температури охолодження (паспортної). Туші розміщують у камері одна від одної на відстані не менше 5 см, щоб не допустити «загару» внаслідок повільної віддачі тепла. У камеру охолодження рекомендується розміщувати м'ясо одного виду з однаковою категорією вгодованості і, по можливості, однаковою масою. Середнє завантаження складає $250...380 \text{ кг/м}^3$.

Існують способи охолодження, які наведені на мал. 2.1.



Рис. 2.1 Способи охолодження.

					МХ 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При **повільному (одностадійному) охолодженні** м'ясо доводять до 4 °С у товщі м'язів стегна безпосередньо у камері охолодження. При цьому у камері підтримується температура -1...-3 °С та відносна вологість 90...92% і швидкість циркуляції повітря 0,5...1 м/с. При повільному зниженні температури туша має занадто виражену шкірочку підсихання, що збільшує втрати маси, погіршує функціонально-технологічні властивості сировини. Недостатня інтенсивність охолодження всередині м'язів стегового суглобу великої рогатої худоби та свиней при несприятливих санітарних умовах первинної переробки може призвести до росту гнилісних бактерій у товщі м'яса та утворення явища «загару» з появою неприємного сильного запаху та нехарактерного кольору.

При **ступінчастому охолодженні** м'ясо у забійному цеху доводять до температури навколишнього повітря, при цьому відбувається вологовіддача у вигляді випаровування. Наступним кроком є охолодження м'яса з обсушеною поверхнею у камері попереднього охолодження протягом 24 год при температурі 6...10°С, відносна вологість 80%. Далі відбувається доохолодження до температури у товщі м'язів 4 °С у камері основного охолодження з температурою повітря 0...4°С.

Недоліками такого способу є:

- Дуже повільне зниження температури м'яса;
- небезпека утворення «загару» у товстих, жирних чвертях;
- Відносно інтенсивний ріст мікрофлори;
- Значна активність ферментів;
- Суттєве зменшення стійкості при зберіганні;

Високі втрати маси:

- Через 24 год – близько 2%;
- Потім по 0,5% щоденно.

Перевагою є те, що посмертне задубіння настає до холодового скорочення.

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ЗБЕРІГАННЯ ПРОДУКТІВ

У практиці використовують прискорений або швидкий (двостадійний) метод охолодження. Прискорене охолодження проводять при температурах, близьких до криоскопічних. Підвищення інтенсивності процесу досягають за рахунок збільшення швидкості руху повітря від 0,1 до 2 м/с і зниження його температури з 2 до -3°C. Режимы охолодження м'яса від 3,5 до 4°C у товщі стегна за різними варіантами наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 Режимы охолодження м'яса

Метод охолодження	Параметри повітря для охолодження		Тривалість процесу, год.
	Температура, °C	Швидкість, м/с, не менше	
Повільний (усі види м'яса)	2	0,5...1	25...28
Прискорений (усі види м'яса)	0	0,1...2	24
Швидкий яловичина свинина баранина	-3...-5	2...4	16
	-3...-5	2...4	13
	-3...-5	2...4	7

Прискорення швидкості охолодження дещо знижує втрати м'яса в процесі охолодження (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 Норми втрати маси парного м'яса при охолодженні

Вид і категорія м'яса	Втрати маси м'яса, у % при охолодженні	
	швидкому	прискореному
Яловичина		
<u>першої категорії</u>	1,40	1,60
другої категорії	1,57	1,75
виснажена	1,89	2,10
Свинина (в шкурі)		
<u>першої категорії</u>	1,30	1,47
другої категорії	1,30	1,47

При швидкому (двостадійному) методі охолодження на першому етапі охолоджують повітрям (при $-3...-5^{\circ}\text{C}$) з інтенсивною циркуляцією повітря ($2...4$ м/с) протягом $12...16$ год, після чого проводять його до охолодження при $-1...-1,5^{\circ}\text{C}$ та швидкості руху повітря $0,1...0,2$ м/с.

Використання швидкого способу охолодження забезпечує відмінний товарний вигляд, зменшує втрати маси (на $20...30\%$) і високу стабільність сировини при зберіганні (обсіменінність м'яса швидкого охолодження менша, ніж отриманого при повільному охолодженні)

При шоківому охолодженні дотримуються наступних технологічних параметрів:

- Температура повітря від -5 до -8°C ;
- Відносна вологість – 90% ;
- Швидкість руху повітря – $2...4$ м/с;
- Тривалість – 2 год.

Через 2 год температура у товщі м'язів свинини досягає 2°C , поверхня напівтуш дещо підморожується. Це практично не відображається на якості свиних напівтуш.

Підморожування псує зовнішній вигляд та якість яловичини. Тому стадія інтенсивного охолодження для яловичини через 2 год припиняється, доохолодження відбувається за наступних умов:

- Температура повітря – 0°C ;
- Швидкість руху повітря $0,1$ м/с.

При використанні шоківого охолодження спостерігається:

- Більш тривалі терміни зберігання;
- Незначні втрати маси;
- Небезпека холодового скорочення та жорстке м'ясо.

Небезпека холодового скорочення особливо велика для тонких відрубів телятини та баранини, а також для парної розібраної яловичини.

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Швидкі методи охолодження підходять для наступних видів сировини:

- Свинина;
- Компактні відруби яловичини.

Такі методи охолодження не можна застосовувати для шматкових напівфабрикатів: м'яса швидкого обсмажування, для приготування на грилі, для тушення та для таких відбірних відрубів, як вирізка та ростбіф.

При швидкому та шоківому охолодженні може відбутися зміна напрямку автолітичних процесів, які супроводжуються розвитком холодної контракції (холодовий шок, холодне скорочення), яка призводить до збільшення жорсткості м'яса і зниження вологозв'язуючої здатності особливо в периферійних шарах туші і в червоних м'язових волокнах. Дане явище спостерігається в яловичині, баранині та птиці; і не виражене при зберіганні свинини; так як наявність жиру, очевидно, зменшує швидкість охолодження.

Найчастіше холодне скорочення виникає в яловичині якщо температура зменшилась нижче 11°C перш, ніж величина рН досягла значення нижче 6,2.

Розвиток холодної контракції, не дивлячись на зовнішню схожість, відрізняється від процесу утворення актоміозинового комплексу в процесі посмертного задубіння (Rigor mortis) тим, що в останньому випадку і міозином утворюються іонні зв'язки, а м'язові волокна послаблюються мірою розпаду АТФ в процесі дозрівання.

Для запобігання появи холодної контракції (мал. 26):

- слід витримувати м'ясо після забою при 10...15°C протягом 10...12 годин для розпаду основної частини АТФ;
- необхідно здійснювати охолодження туш у підвішеному стані, так як механічний розтяг волокон зменшує ймовірність холодної контракції;
- рекомендується застосовувати електростимуляцію, яка дає змогу прискорити ферментативні процеси.

Охолоджене м'ясо зберігають у камерах з відносною вологістю повітря 85...90% і швидкістю його руху 0,2...0,3 м/с та температурою для яловичини – -1°C, свинини – -1°C, баранини – -1°C.

					МХ 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 РОЗРАХУНКОВІ ДАННІ

Проект камери охолодження м'яса в напівтушах ємністю 13 тон/добу в
Вінницькій області

Зовнішнє середовище даного міста, має слідуючі параметри:

1.Температура:

- літня 30 °С

- зимова - 21 °С

2.Відносна вологість:

- Літня 55 %

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 РОЗРАХУНОК БУДІВЕЛЬНИХ ПЛОЩ

Будівельну площу камер схову $F_{\text{буд}}$, м², визначаємо за формулою

$$F_{\text{буд}} = \frac{M \cdot \tau}{q_f \cdot 24} \quad (3.1)$$

де: q_v - норма навантаження на 1 м³ вантажного обсягу камери, кг/м²

$h_{\text{гр}}$ - вантажна висота штабеля, м

β - коефіцієнт використання площі камер, що враховує площу камери, зайняту колонами, проходами

Число будівельних прямокутників n , шт, визначаємо за формулою

$$n = \frac{F_{\text{буд}}}{f_{\text{буд}}} \quad (3.2)$$

де: f - будівельна площа одного прямокутника, залежить від вибраної сітки колон (6х6; 6х12; або самонесучі стіни)

Дійсна місткість камери $B_{\text{к}}^{\text{д}}$, т, визначаємо за формулою

$$B_{\text{к}}^{\text{д}} = B_{\text{к}}^{\text{р}} \frac{n_{\text{д}}}{n} \quad (3.3)$$

Площа службових приміщень $F_{\text{сл.пр}}$, м², визначаємо за формулою:

$$F_{\text{сл.пр}} = (0,2 \div 0,4) \cdot F_{\text{ох.}} \quad (3.4)$$

Площа машинного відділення $F_{\text{м.в}}$, м² визначаємо за формулою:

$$F_{\text{м.о}} = (0,05 \div 0,3) \cdot F_{\text{ох.}} \quad (3.5)$$

Таблиця 3.1 Розрахунок будівельних площ

Найменування камери	$B_{\text{к}}^{\text{р}}$, т (М т/д)	q_v т/м ³	$h_{\text{гр}}$, м	β	$F_{\text{буд}}$, м ²	f , м ²	n	$n_{\text{д}}$	$B_{\text{к}}^{\text{д}}$, т
Охолодження	13	0,18	-	-	72,2	72	1,0	1,5	13
Машин.відділ.						36		1,5	60
службові приміщення						36		1,5	60

					MX 55.010.001 ДП ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

3.4 ПЛАНУВАННЯ ХОЛОДИЛЬНИКА

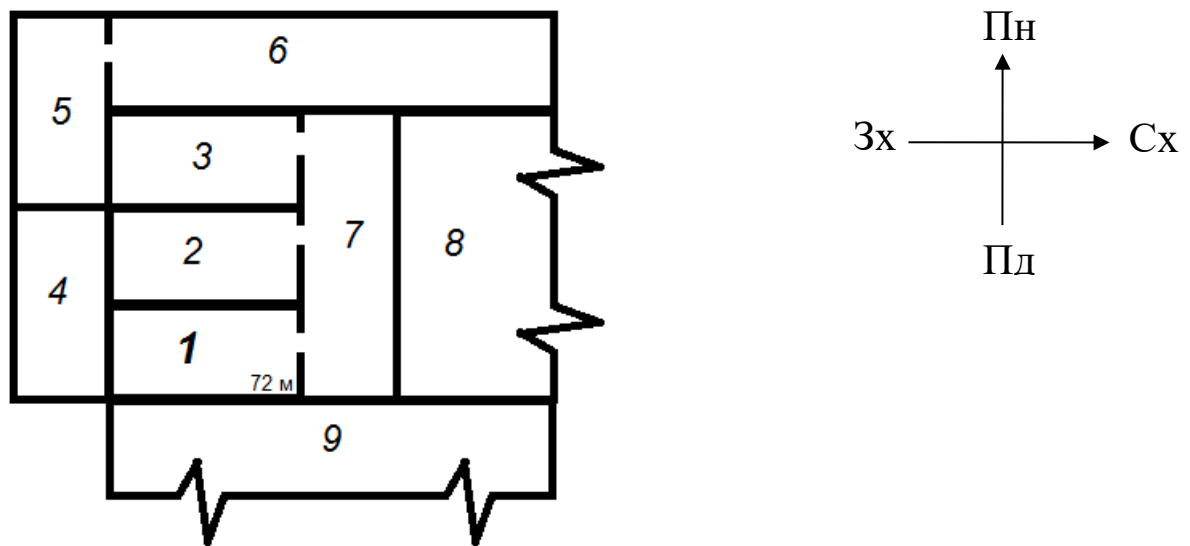


Рис.3.2 План холодильника.

Камери:

- 1 – охолодження м'яса в напівтушах на підвісних шляхах; розміром 6х12 т=-4
- 2 – двох стадійного заморожування м'яса; $t = -25^{\circ}\text{C}$
- 3 – універсальна, зберігання м'яса $t = 0/-20^{\circ}\text{C}$

Приміщення:

- 4 – машинне відділення;
- 5 – службові приміщення;
- 6 – автопідїзд
- 7 – вантажний коридор;
- 8 – технологічний цех;
- 9 – цех забою;

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5 РОЗРАХУНОК ІЗОЛЯЦІЇ ОГОРОДЖЕНЬ

Товщину ізоляційного шару $\delta_{\text{тр}}$ мм, огородження визначаємо за формулою:

$$\delta_i^{\text{тр}} = \lambda_{\text{із}} \left[\frac{1}{k_0^{\text{тр}}} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} \right) \right] \quad (3.6)$$

де: $\lambda_{\text{із}}$, λ_i - коефіцієнти теплопровідності ізоляційного шару і будівельних матеріалів що складають конструкцію огородження, Вт/(м·К)

$k_0^{\text{тр}}$ - оптимальний коефіцієнт теплопередачі огородження, прийнятий у залежності від характеру огородження і температур по обох боку від нього , Вт/(м² К)

α_3 - коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої або більш теплового боку огородження, Вт/(м²К)

$\alpha_{\text{в}}$ - коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої або більш холодного боку огородження, Вт/(м²К)

Після вибору дійсної товщини ізоляції визначаємо дійсний коефіцієнт теплопередачі $k_0^{\text{д}}$, Вт/(м² К), за формулою:

$$k_0^{\text{д}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} \right) + \frac{\delta_i}{\lambda_i}} \quad (3.7)$$

Таблиця 3.2 Розрахунок теплоізоляційного шару огородження

Огородження	$t_{\text{кам}}, ^\circ\text{C}$	$\alpha_{\text{в}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$	$\alpha_3, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$	$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$	$\delta_{\text{із}}^{\text{тр}}, \text{мм}$	$\delta_{\text{із}}^{\text{д}}, \text{мм}$	$k_0^{\text{тр}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$	$K_0^{\text{д}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$
Ст. Вн. Пн.	-25/-4	11	8	0,076	83	100	0,305	0,26
Ст. Вн. Сх.	кор/-4	11	8	0,543	84	100	0,41	0,362
Ст. Вн. Пд	ц/-4	11	8	0,108	106	125	0,41	0,354
Ст. Вн. Зх	м.в/-4	11	8	0,543	84	100	0,41	0,362
Покриття	30/-4	11	23	0,079	182	200	0,22	0,21
Підлога	1/-4	11	-	2,43	46	50	0,21	0,20

					МХ 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.6 ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК

Теплоприпливи через огородження Q_1 , кВт, розраховуємо за формулою:

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1C} \quad (3.8)$$

де: Q_{1C} теплоприплив від сонячного впливу:

$$Q_{1C} = K_d F \Delta t_c \cdot 10^{-3} \quad (3.9)$$

де: K_d - дійсний коефіцієнт теплопередачі огородження, Вт/м²·К

F- площа огородження, м²

Δt_c - надлишкова різниця температур, що характеризує дію
сонячної радіації в літню пору, °С

$$Q_{1T} = K_d F \Delta t_c \cdot 10^{-3} \quad (3.10)$$

де: Δt – температурний напір між внутрішнім і зовнішнім середовищем, С.

Теплоприплив через підлогу розраховуємо за формулою,

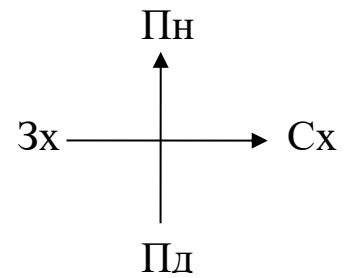
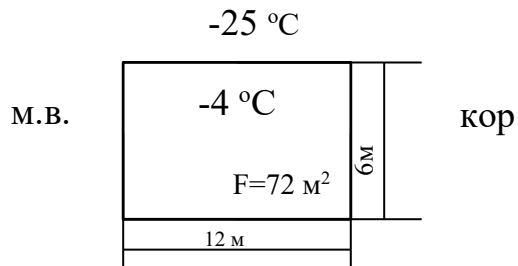
$$Q_{1T} = K_d \cdot F (t_n - t_k) \cdot 10^{-3} \quad (3.11)$$

де: K_d - дійсний коефіцієнт теплопередачі підлоги з підігрівом, Вт/м²·К

F- площа підлоги, м²

					МХ 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Усі розрахунки зводимо до таблиць:



Таблиця 3.4 Розрахунок тепло припливів в камеру №1

Огородження	$k_d, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$	F, м ²	$t_z, ^{\circ}\text{C}$	$t_b, ^{\circ}\text{C}$	$\Delta t, ^{\circ}\text{C}$	$\Delta t_c, ^{\circ}\text{C}$	$Q_{1T}, \text{кВт}$	$Q_{1c}, \text{кВт}$	$Q_l, \text{кВт}$
Покриття	0,21	72,0	30	-4	34	14,9	0,614	0,254	0,868
Ст.Вн.Пн	0,306	57,6	-25	-4	-21	-	-0,126	-	-0,126
Ст.Вн.Сх	0,362	28,8	Кор	-4	25,2	-	0,263	-	0,263
Ст.Вн.Пд	0,364	57,6	Цех	-4	21,6	-	0,404	-	0,404
Ст.Вн.Зх	0,362	28,8	М.в	-4	25,2	-	0,263	-	0,263
Підлога	0,20	72,0	1	-4	5	-	0,108	-	0,108
Разом									2,824

Теплоприпливи від вантажів при холодильній обробці Q_2 , кВт, розраховуємо по формулі:

$$Q_2 = Q_{2\text{пр}} + Q_{2\text{тар}} \quad (3.12)$$

Теплоприплив від термічної обробки продуктів $Q_{2\text{пр}}$, кВт, визначаємо за формулою:

$$Q_{2\text{пр}} = M_{\text{пр}} \Delta i \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} \quad (3.13)$$

де: $M_{\text{пр}}$ - добове надходження продукту в камеру, т/добу.

Δi - ентальпія початкової і кінцевої температури продукту, Дж/кг, або прийняти теплоємність продукту, Дж/кг·К, $C_{\text{пр}} = i_{\text{пр}} \cdot t$, Дж/кг·К

24 - тривалість холодильної обробки продукту, ч

1000 – коефіцієнт переводу із тон у кг

3600 – коефіцієнт переводу із годин у секунди

Теплоприплив від тари $Q_{2\text{тар}}$, кВт, визначаємо за формулою:

$$Q_{2\text{тар}} = M_{\text{тар}} \cdot C_{\text{тар}} (t_1 - t_2) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} \quad (3.14)$$

де: $M_{\text{тар}}$ - добове надходження тари, т/добу

$C_{\text{тар}}$ - питома теплоємність тари, кДж / (кг·К)

t_1, t_2 - температура тари до надходження в камеру і після термообробки, °С

Всі розрахунки зводимо в таблицю 3.6

Таблиця 3.6 Теплоприпливи від термообробки продукції.

№ кам.	Вк, т	$M_{\text{пр}}, T_{0,25}$	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$\Delta i,$ кДж/кг	$Q_{2.\text{пр}},$ кВт	$M_{\text{тар}},$ т/доб	$C_{\text{тар}},$ кДж/кгК	$\Delta t,$ °С	$Q_{2\text{T}},$ кВт	$Q_2,$ кВт
1	13	13	32	4	106	28,7	-	-	-	-	28,7

Експлуатаційні теплоприпливи Q_4 , кВт, визначаємо за формулою:

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 \quad (3.17)$$

Теплоприплив від освітлення q_1 , кВт, визначаємо за формулою:

$$q_1 = A \cdot F \cdot 10^{-3} \quad (3.18)$$

де: A - кількість тепла, що виділяється освітленням в одиницю часу на m^2 площі підлоги, Вт / m^2

F - площа підлоги, m^2

Теплоприплив від перебування людей q_2 , кВт, визначаємо за формулою:

$$q_2 = 0,35 \cdot n \quad (3.19)$$

де: 0,35 - тепловиділення однієї людини при важкій фізичній роботі, кВт

n - число людей, працюючих в одному помешканні

Теплоприплив від працюючих електродвигунів q_3 , кВт, визначаємо за формулою:

$$q_3 = N_{\Sigma} \quad (3.20)$$

де: N_{Σ} - потужність електродвигунів, кВт

Теплоприпливи при відкритті дверей q_4 , кВт, визначаємо за формулою:

$$q_4 = K \cdot F \cdot 10^{-3} \quad (3.21)$$

де: K - питомий приплив тепла при відкритті дверей, Вт/ m^2

Для підприємства громадського харчування всі експлуатаційні теплоприпливи можна визначити за формулою:

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_4 = q \cdot F \cdot 10^{-3} \quad (3.22)$$

де: q – теплове навантаження при експлуатації камери, Вт/м²

F – площа камери, м²

Таблиця 3.8 Експлуатаційні теплоприпливи

№ кам	F, м ²	A, Вт/м ²	q ₁ , кВт	n	q ₂ , кВт	Ne, кВт	q ₃ , кВт	K, Вт/м ²	q ₄ , кВт	ΣQ ₄ , кВт
1	72	4,7	0,34	2	0,70	4,0	4,0	12	0,86	5,9

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.7 ВИЗНАЧЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ НА КОМПРЕСОР І КАМЕРНЕ

УСТАТКУВАННЯ

Таблиця 3. 10 Зведені теплоприпливи

Камера №	Q ₁		Q ₂		Q ₄		ΣQ	
	Кам. обл.	КМ	Кам. обл.	КМ	Кам. обл.	КМ	Кам. обл.	КМ
1	2,824	2,54	28,7	28,7	5,9	4,3	37,5	35,5

Холодопродуктивність компресорів Q₀, кВт, розраховуємо за формулою

$$Q_0 = \frac{k \cdot Q_k}{b} \quad (3.24)$$

де: k - коефіцієнт, що враховує втрати в трубопроводах, апаратах холодильної установки, k=f(t₀)

Q_k - сумарне навантаження на компресори для даної температури кипіння, прийнята по зведеній таблиці теплоприпливів, кВт

b- Коефіцієнт робочого часу, b=0,7 ÷ 0,8

$$Q_0^{-16} = \frac{1,03 \cdot 35,5}{0,8} = 45,7 \text{ кВт}$$

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.8 ВИБІР ТЕМПЕРАТУРНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ

Температура кипіння:

для фреону - $t_0 = t_b - (8 \div 15) ^\circ C$ (3.25)

$$t_{01} = -4 - 12 = -16 ^\circ C$$

Для хладонових ХМ $t_k ^\circ C$, визначається за формулою:

$$t_k = t_{\text{зов}} + (10 \div 12) ^\circ C$$
 (3.26)

$$t_k = 32 + 10 = 42 ^\circ C$$

Температура усмоктування холодильної машини визначається за формулою:

$$t_{\text{вс}} = t_o + (5 \div 8) + (5 \div 7) ^\circ C$$
 (3.27)

без РТО $t_{\text{вс}}^{-16} = -16 + 10 = -6 ^\circ C$

з РТО $t_{\text{вс}}^{-16} = -16 + 5 + 15 + 5 = 9 ^\circ C$

					МХ 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.9 ПОБУДОВА ЦИКЛІВ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ, ЗНЯТТЯ ПАРАМЕТРІВ ВУЗЛОВИХ ТОЧОК

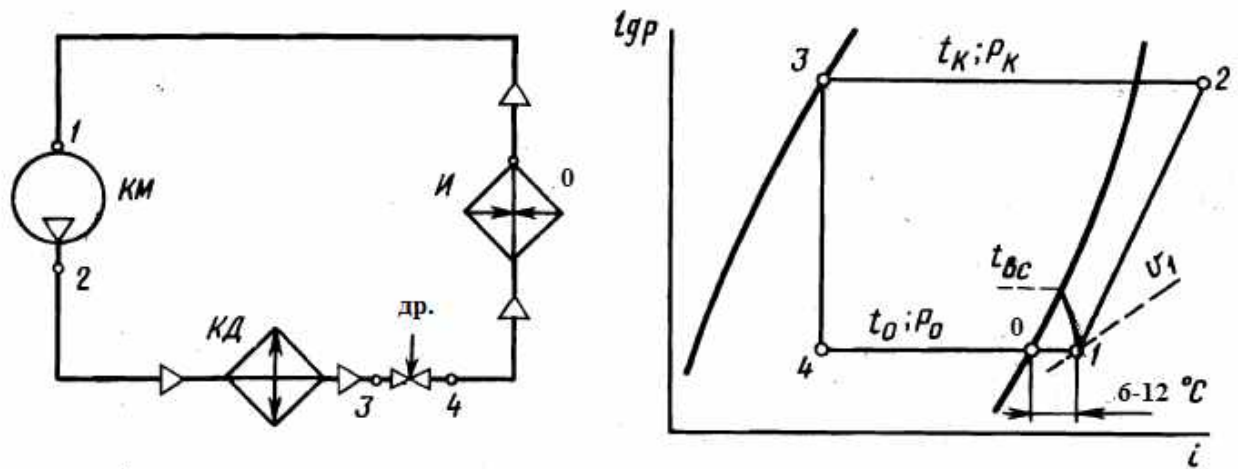


Рис. 3.3 Схема хладонової машини без РТО

Таблиця 3.11 Параметри вузлових точок циклу.

Номер точки	Параметри				
	t, °C	P, МПа	h(i), кДж/кг	V, м³/кг	x
з РТО					
0	-16	0,38	355	-	-
1	-6	0,38	362	0,052	-
2	65	2,0	392	-	-
3	42	2,0	258	-	-
4	-16	0,38	258	-	0,47
без РТО					
0	-16	0,38	355	-	-
1'	9	0,38	374	0,054	-
2	70	2,0	400	-	-
3'	32	2,0	245	-	-
4	-16	0,38	245	-	0,38

3.10 ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК І ДОБІР КОМПРЕСОРА

Розрахунок одноступінчатого компресору:

Питома масова холодопродуктивність холодильного агента q_0 (кДж/кг) визначається за формулою:

$$q_0 = i_0 - i_4 \quad (3.28)$$

Масова витрата пару M_d кг/с, визначається за формулою:

$$M_T = \frac{Q_0}{q_0} \quad (3.29)$$

де: Q_0 - навантаження на компресор з обліком витрат, кВт

Дійсна об'ємна подача, м³/с

$$V_d = M_d V_1' \quad (3.30)$$

де: V_1 - питомий обсяг усмоктуваного пару, м³/кг

Коефіцієнт подачі компресору λ визначається за формулою:

$$\lambda = \lambda_i \lambda_\omega \quad (3.31)$$

$$\lambda_i = \frac{p_0 - \Delta p_{bc}}{p_0} - c \left(\frac{p_k + \Delta p_n}{p_0} - \frac{p_0 - \Delta p_{bc}}{p_0} \right) \quad (3.32)$$

$$\lambda_\omega = \frac{T_0}{T_k} \quad (3.33)$$

Теоретична об'ємна подача, м³/с

$$V_T = \frac{V_d}{\lambda} \quad (3.34)$$

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підбираю компресор по теоретичній об'ємній подачі.

Питома об'ємна холодопродуктивність q_v , кВт, в робочих умовах визначається за формулою:

$$q_v = \frac{q_1}{v_1} \quad (3.35)$$

Адіабатна потужність N_a , кВт визначається за формулою:

$$N_a = M_d(i_2 - i_1') \quad (3.36)$$

Індикаторний коефіцієнт корисної дії η_i , кВт визначається за формулою:

$$\eta_i = \lambda_w + b t_0 \quad (3.37)$$

Індикаторна потужність N_i , кВт визначається за формулою:

$$N_i = N_a / \eta_i \quad (3.38)$$

Потужність тертя $N_{тр}$, кВт визначається за формулою:

$$N_{тр} = V_t P_{тр} \quad (3.39)$$

Ефективна потужність N_e , кВт визначається за формулою:

$$N_e = N_i / \eta_m \quad (3.40)$$

Потужність на валу двигуна $N_{дв}$, кВт, визначається за формулою:

$$N_{дв} = (1,1 - 1,12) N_e / \eta_{п} \quad (3.41)$$

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ефективна питома холодопродуктивність, чи холодильний коефіцієнт ϵ_e , визначається за формулою:

$$\epsilon_e = Q_0 / N_e \quad (3.42)$$

Тепловий потік в конденсаторі в теоретичному циклі Q_k кДж/кг визначається за формулою:

$$\text{-теоретичний} \quad Q_k = M_d(i_2 - i_3) \quad (3.43)$$

$$\text{-дійсний} \quad Q_{k_{y.d}} = Q_0 + N_i \quad (3.44)$$

По V_t по каталогу підбираємо марку і кількість компресорів

Таблиця 3.12 Розрахунок компресора

t_0 , С	Q_0 , кВт	q_0 , кДж/ кг	M , кг/с	V_g , м ³ /с	λi ,	λw ,	λ ,	V_m , м ³ /с	Тип ком- ру	Кіль- кість, шт	ΣV_k , м ³ /с
-16	45,7	110	0,41	0,022	0,84	0,83	0,68	0,032	4HE-18Y	2	0,04
-16	45,7	98	0,46	0,024	-	-	0,68	0,036	4HE-18Y	2	0.04

Продовження таблиці 3.12

N_a , кВт	η_i ,	N_i , кВт	$P_{тр}$, кПа	N_e , кВт	$N_{дв}$, кВт	ϵ_0 ,	$Q_{кд}^T$, кВт	$Q_{кд}$, кВт
12,3	0,81	-	-	-	-	-	-	-
12,0	0,81	15	0,9	15,9	18,5	3,05	60,2	60,7

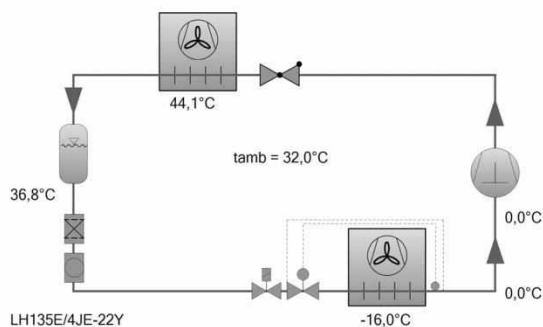
По теоретичній об'ємній подачі підбираю компресорно-конденсаторні агрегати фірми BITZER з компресором:

4HE-18Y - температура кипіння -16 °С

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

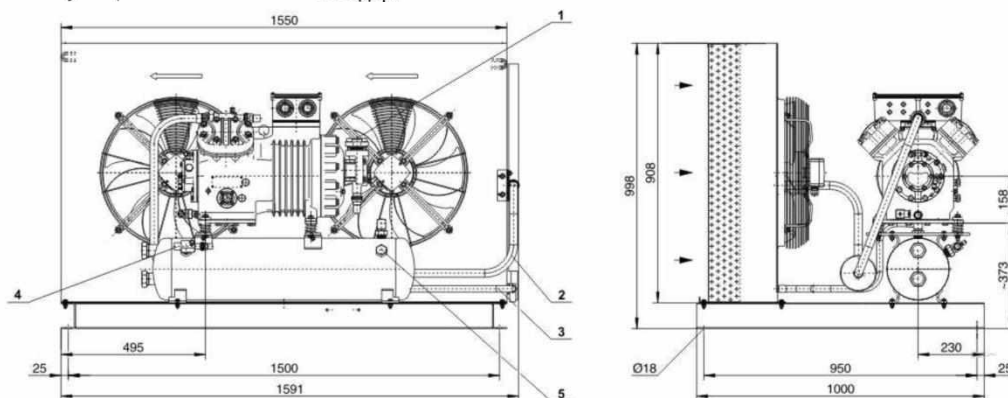
Исходные данные

Холодопроизвод-сть	23,0 kW
Серии	Стандарт
Хладагент	R407A
Темп., используемая в расчете	Темп. "точки росы"
Тиспарения SST	-16,00 °C
темп. окружающей среды	32,0 °C
Темп. всасываемых паров	0 °C
Полезный перегрев	100%
Режим эксплуатации	Авто
Энергоснабжение	400V-3-50Hz
Регулятор производ-сти	100%



Результат

Тип агрегата	LH135E/4HE-18Y-40P
Ступени регулирования производительности	100%
Холодопроизвод-сть	25,2 kW
Произв-сть испарителя	25,2 kW
Потребл. мощность	13,30 kW
Ток (400V)	22,1 A
Напряжения питания	380-420V
Массов. расход	634 kg/h
Тконденсации SCT	46,1 °C
Переохлаждение жидк.	3,00 K
Режим эксплуатации	Стандарт



Технические данные

Технические параметры

Вес	352 kg
Общая ширина	1591 mm
Общая глубина	1000 mm
Общая высота	998 mm
Присоединение линии всасывания	42 mm - 1 5/8"
Присоединение жидкостной линии	22 mm - 7/8"
Вентиляторы: количество	2xEC
Напряжение (50 Гц, больше по запросу)	230V-1-50Hz (Standard)
Ток / Потребляемая мощность каждого вентилятора (50 Гц)	1,6 A / 315 W
Объемный расход возд. конденс. 50 Гц	10400 m³/h
Напряжение (60 Гц, больше по запросу)	230V-1-60Hz (Standard)
Ток / Потребляемая мощность каждого вентилятора (60 Гц)	2,0 A / 340 W
Объемный расход возд. конденс. 60 Гц	10400 m³/h
Объем конденсатора	4,9 dm³
Тип ресивера (стандартный)	F302H
Макс. наполн. хладагентом 90% при 20 C / 68 F	
R22	32,7 kg
R134a	33,1 kg
R407C	31,3 kg
R404A/R507A	28,8 kg
R407A	31,6 kg

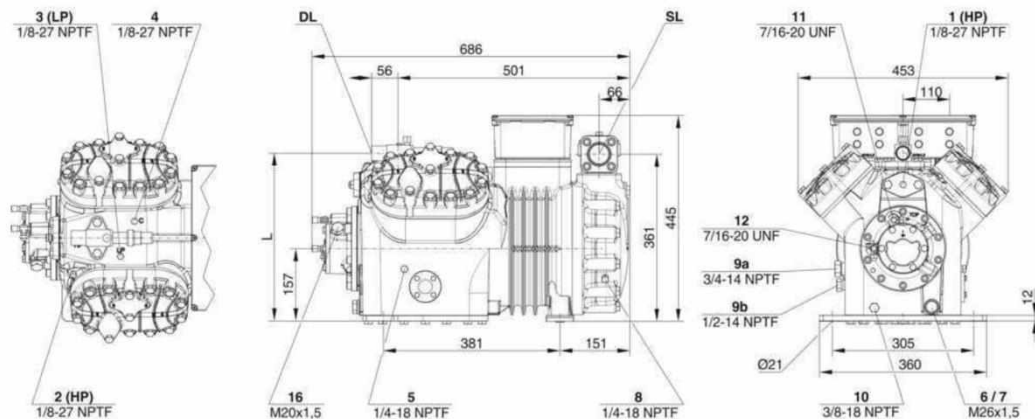
MX 55.010.001 ДП ПЗ

Арк.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Технические данные: 4HE-18Y

Размеры и соединения



Технические данные

Технические параметры

Объемная произв-сть (1450 об/мин 50Гц)	73,7 m³/h
Объемная произв-сть (1750 об/мин 60Гц)	88,83 m³/h
Число цилиндров x Диаметр x Ход поршня	4 x 70 mm x 55 mm
Вес	183 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	19 / 32 bar
Присоединение линии всасывания	42 mm - 1 5/8"
Присоединение линии нагнетания	28 mm - 1 1/8"
Тип масла для R134a/R404A/R507A/R407C/R407F	BSE32(Standard) R134a tc>70°C: BSE55 (Option)
Тип масла для R22 (R12/R502)	B5.2(Option)
Oil type R1234yf	BSE32 (Standard) R1234ze tc>70°C & to>0°C: BSE55 (Option) R1234ze to>15°C: BSE85K (Option)
Oil type R1234ze	BSE55 (Standard) to>15°C: BSE85K (Option)
Тип масла для R454C/R455A	BSE32 (Standard)

Параметры мотора

Версия мотора	2
Напряжение мотора (др. по запросу)	380-420V PW-3-50Hz
Максимальный рабочий ток	36.7 A
Соотношение обмоток	50/50
Пусковой ток (ротор заблокирован)	97.0 A Y / 158.0 A YY
Мах. энергопотребление	22,0 kW

Комплект поставки

Защита мотора	SE-B2, CM-RC-01(Option)
Класс защиты	IP54 (Standard), IP66 (Option)
Антивибрационные демпферы	Standard
Заправка масла	4,00 dm³
Запорный вентиль на нагнетании	Standard
Запорный вентиль на всасывании	Standard

Доступные опции

Датчик температуры нагнетания	Option
Стартовая разгрузка	Option
Регулирование производительности	100-50% (Option)
Плавное регулирование производ-сти	100-10% (Option)
Дополнительный вентилятор	Option
Refrigerant Injection (RI)	Option
Сервисный масляный клапан	Option
Подогреватель масла в картере	140 W (Option)
Контроль давления масла	MP54 (Option), Delta-PII

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MX 55.010.001 ДП ПЗ

Арк.

3.11 ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК І ДОБІР КОНДЕНСАТОРІВ

Площа поверхні конденсатора $F, \text{м}^2$, визначається за формулою: м^2

$$F = \frac{Q_k}{k \cdot \theta_m} \quad (3.45)$$

де: Q_k - сумарний тепловий потік у КД від усіх груп компресорів, кВт

k - коефіцієнт теплопередачі конденсатора, Вт/м² К

θ_m - середня логарифмічна різниця температур між конденсуючимся хладоном і охолоджуючим середовищем, °С

$$F = \frac{60,7 \cdot 10^3}{30 \cdot 10} = 210 \text{ м}^2$$

Дану площу теплопередачі забезпечує поверхня теплообміну конденсаторів, що входять до складу агрегатів:

Витрати охолоджуючого повітря, що надходить на КД з повітряним охолодженням $V_{\text{в}}, \text{кг/с}$, визначається за формулою:

$$V_{\text{в}} = \frac{Q_k}{C_{\text{л}} \cdot \rho_{\text{п}} \cdot (t_{\text{л2}} - t_{\text{л1}})} \quad (3.46)$$

де: Q_k - сумарний тепловий потік у КД від усіх груп компресорів, кВт

$C_{\text{в}}$ - питома теплоємність повітря, $C_{\text{в}} = 1,005 \text{ кДж/кг К}$

$\rho_{\text{в}}$ - густина повітря, $\rho_{\text{в}} = 1,29 \text{ кг/м}^3$

$t_{\text{в2}} - t_{\text{в1}}$ - підігрів повітря в КД, °С

$$V_{\text{в}} = \frac{60,7}{1,005 \cdot 1,29 \cdot 6} = 6,9 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 24800 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

					МХ 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідну площу теплопередачі процесу конденсації забезпечують конденсатори, що входять до складу вибраних холодильних агрегатів.

Витрати повітря, що знімає тепло конденсації забезпечують вентилятори конденсаторів

Таблиця 3.14 Технічна характеристика конденсаторів

Параметри	L H 1 3 5
Поверхня теплообміну, м ²	107, 25
Кількість рядів труб	5x2
Внутрішній об'єм, дм ³	4,9
Кількість вентиляторів	2
Продуктивність вентилятора, м ³ /год	11400
Швидкість повітряного потоку, м/с	2,82
Вага агрегату, кг	352

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.12 РОЗРАХУНОК І ДОБІР КАМЕРНОГО УСТАТКУВАННЯ

Тривалість циклу охолодження напівтуш: м'яса в камері при вимушеному русі повітря можна визначити за формулою

$$\tau = 0,0962 \frac{c_0 \delta p}{a_{np}} \quad (3.47)$$

Де: c_0 - питома теплоємність м'яса, Дж / (кг К);

Δ - товщина стегової частини напівтуші, м.

P - щільність м'яса, кг / м³;

A_{np} - наведений коефіцієнт тепловіддачі від поверхні охолоджуваного м'яса, Вт / (м² К);

T_1, T_2 - температура в центрі стегової частини відповідно початкова ($t_1 = 39^\circ \text{C}$) і кінцева ($t_2 = -4^\circ \text{C}$);

T_c - температура повітря в камері (температура середовища), $^\circ \text{C}$.

Приведений коефіцієнт тепловіддачі α_{np} Вт/(м²·К); для камер охолодження з міжрядними радіаційними батареями (радіаційна і повітряно-радіаційна системи охолодження) визначають за рівнянням

$$\alpha_{np} = \alpha_k + \alpha_u + \alpha_s, \quad (3.48)$$

де: $\alpha_k, \alpha_u, \alpha_s$ - коефіцієнт тепловіддачі відповідно конвективний, при випаровуванні вологи з поверхні охолоджуваної напівтуші і радіаційний, Вт/(м²·К);

Конвективний коефіцієнт тепловіддачі α_k можна знайти з рівняння вида;

$$Nu = \frac{\alpha_k \delta}{\lambda_b} \quad (3.49)$$

де: Nu - число Нусельта; '

δ - товщина стегової частини напівтуші, м;

λ_b - теплопровідність повітря, Вт / (м К).

При $t_c = -4^\circ \text{C}$ теплопровідність повітря дорівнює $\lambda_b = 2,40 \cdot 10^{-2}$ Вт/(мК).

Число Нусельта визначаємо з рівняння подоби види:

$$Nu = 0,33 \cdot Re^{0,58}, \quad (3.50)$$

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де: Nu - число Нусельта;

Re - число Рейнольдса;

Число Рейнольдса знаходимо по формулі

$$Re = \frac{\omega_{\text{хт}} \cdot \delta}{\nu_b} \quad (3.51)$$

$\omega_{\text{хт}} \cdot \delta$ - швидкість руху повітря в зоні розташування стегової частини напівтуші. М / с;

δ - товщина стегової частини напівтуші, м;

ν_b - кінематична в'язкість повітря, м² / с.

При $t_c = -4^\circ\text{C}$ кінематична в'язкість повітря складає, $\nu_b = 12,94 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}$.

Радіаційний коефіцієнт тепловіддачі для камер охолодження з межрядними радіаційними батареями можна визначити із залежності:

$$\alpha_s = 3,78 \cdot \theta \quad (3.52)$$

де: θ - коефіцієнт, що залежить від температурного режиму роботи камери охолодження, приймаємо $\theta = 0,83 \approx 0,87$

В камерах охолодження м'яса з повітряно-радіаційної системою величина коефіцієнта тепловіддачі випаровуванням орієнтовно становить

$$\alpha_u = 1,4 \div 1,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Після обчислення тривалості охолодження необхідно перевести секунди в години, округливши значення.

Якщо прийняти, що камера охолодження працює з періодичною завантаженням та розвантаженням м'яса, то в цьому випадку тривалість робочого циклу охолодження становить:

$$\tau_u = \tau + \tau_{3,в} \quad (3.53)$$

Де $\tau_{3,в}$ - тривалість завантаження і вивантаження камери м'ясом, ч. Тривалість завантаження і вивантаження камер становить 2 / 4 год.

Ємність камери охолодження визначаємо за формулою:

$$G = \frac{g \tau_u}{24} \quad (3.54)$$

G-продуктивність камери охолодження, т/добу;

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Будівельна площа поверхні підлоги камери

G_f - норма навантаження, віднесена до 1 м^2 будівельної площі камери, $225 \div 250 \text{ кг/м}^2$

Довжину підвісних шляхів, на яких знаходиться м'ясо в процесі його, охолодження в камері, визначаємо за формулою:

$$L_n = \frac{G}{g_1} \quad (3.55)$$

де: g_1 - норма навантаження, віднесена до 1 м підвісного шляху, кг/м ($g_1 = 280 \text{ кг/м}$).

Довжину підвісних шляхів округляємо до цілого числа метрів. Приймаємо, що камера охолодження виконується з типових будівельних конструкцій з сіткою колон $6 \times 12 \text{ м.}$, причому максимальна будівельна довжина камери 12 метрів. Тоді довжина кожної нитки підвісного шляху може бути не більше 9 м.

Кількість ниток підвісного шляху визначаємо за формулою:

$$N = \frac{l_n}{9} \quad (3.56)$$

Відстань між нитками підвісного шляху в плані з урахуванням розміщення міжрядних радіаційних батарей приймаємо 900 мм. Частина будівельної площі камери займатиме постаментний повітроохолоджувач. Відстань між нитками підвісного шляху і стіною повинна бути не менше 450мм. Орієнтовний розмір постаментного повітроохолоджувач $5,5 \times 3 \text{ м.}$ На кожний будівельний прямокутник камери приймаємо один повітроохолоджувач.

Приймаємо, що системою розподілення повітря в камері охолодження є хибна стеля. В камеру повітря потрапляє через щілинні щілини, що утворені підшивкою хибної стелі. Щілини розташовуються уздовж ниток підвісного шляху. Ширину щілини приймаємо рівною 40 мм, довжину щілини - 600мм, а проміжок між щілинами - 300мм.

В камері щілини розміщені так, що найбільш товста частина напівтуші знаходиться на відстані 1100мм від них.

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Початкову швидкість руху повітря, що виходить з щілини, яка необхідна для створення швидкості руху в зоні розташування стегової частини $\omega_{\text{хт}} = 1.5 \text{ м / с}$, можна знайти з формули;

$$\omega_0 = \frac{\sqrt{\frac{a_{\text{мх}}}{b_0} + 0,41}}{0,82} \quad (3.57)$$

В камері передбачається розмістити $n = n + 1$ рядів щілин.

У кожному ряду щілини розташовані на ділянці довжиною 9м. При розмірі щілин 600мм і проміжку між ними 300мм в одному ряду розміститься 10 шт. Загальна кількість сопел в камері $N \times 10$. Визначивши площу перетину однієї щілини, а потім площу перетину всіх щілин камери $f_{\text{щ}}$, м^2 , кількість повітря, що подається в камеру визначаємо за формулою:

$$V_0 = \omega_0 f_{\text{щ}} \quad (3.58)$$

Розрахунок і добір міжрядних батарей і повітроохолоджувачів визначається за формулою:

$$F = \frac{Q_{\text{об}}}{k \Delta t} \quad (3.59)$$

де: $Q_{\text{об}}$. - сумарне навантаження на камерне устаткування визначена тепловим розрахунком, кВт

k - коефіцієнт теплопередачі приладу охолодження $\text{Вт/ м}^2\text{К}$

Δt - Різниця температур між киплячим ХА і повітрям у камері, $^{\circ}\text{C}$

Таблиця 3.15 Розрахунок камерного обладнання

Камера №	$Q_{\text{о}}$, кВт	Δt , $^{\circ}\text{C}$	K , $\text{Вт/м}^2\text{К}$	$F_{\text{пр}}$, м^2	повітро охолоджувач	Кіль-кість	$F_{\text{д}}$, м^2	$N_{\text{ед}}$ кВт	$V_{\text{пр}}$, дм^3
1	37,5	12	18	173,6	АВЕ 503 В12	1	207,7	6х0,5	63,5

					МХ 55.010.001 ДП ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Таблиця 3.16 Характеристика повітроохолоджувачів марки AlfaBlast

Показники	ABE 503 B12
Площа тепло передаючої поверхні , м ²	207,7
Холодопродуктивність, кВт	38,3
Місткість , дм ³	63,5
Шаг ребер , мм	12
Потужність електродвигуна, кВт	6x0,5
Маса, кг	560

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.13 РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ДОПОМІЖНОГО УСТАТКУВАННЯ

Лінійний ресивер

Ресивер призначений для зберігання запасу фреону необхідного для підвищення ефективності роботи хол.установки при термічних навантаженнях. Кількість хол.агенту повинно бути менше об'єму ресиверу і конденсатора (якщо між ними немає запорного вентеля).

В хладонових установках об'єм ресиверу $V_{л.р}$ (в $м^3$) визначається за формулою:

$$V_{л.р} = 1,45 \cdot V_{вип} \quad (3.60)$$

$$V_{л.р} = 1.45 \cdot 63,5 = 92,0 \text{ дм}^3 = 92,0 \text{ л} = 0,092 \text{ м}^3$$

Дану ємність забезпечують ресивери що входять до складу агрегатів.

Таблиця 3.17 - Технічні дані лінійного ресиверу

Показники	F 302 Н
Корисний об'єм хладагенту, $дм^3$	51,6
Наповнення х/агентом R404A , кг	49
Мах. робоча температура, $^{\circ}C$	120
Мах. надлишковий тиск, bar	33
Габаритні розміри, мм довжина	824
ширина	276
висота	287
Вага, кг	43,6

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Регенеративний теплообмінник

Теплообмінники підбирають по площі теплообмінної поверхні змійовика $F_{т.о}$ m^2 визначається за формулою:

$$F_{т.о} = Q_{т.о} / k \cdot \Theta \quad (3.61)$$

де: k – коефіцієнт теплопередачі теплообмінника, $Вт/м^2К$

$Q_{т.о}$ -Теплове навантаження на теплообмінник, кВт, визначається за формулою:

$$Q_{то} = m \cdot (i_3 - i_3') = m \cdot (i_1' - i_1) \quad (3.62)$$

Θ – середній температурний напір в теплообміннику, $^{\circ}C$

$$Q_{то} = 0,41 \cdot (370 - 355) = 6,1 \text{ кВт}$$

$$\Theta = t_{ср.ж} - t_{ср.п.} \quad (3.63)$$

$$\Theta = \frac{42+32}{2} - \frac{-6+9}{2} = 36,5 \text{ }^{\circ}C$$

$$F_{т.о} = 6,1 / 0,29 \cdot 36,5 = 0,58 \text{ м}^2$$

На кожний агрегат підбираємо регенеративний теплообмінник марки SLHE 1- 2 шт. з площею теплообмінної поверхні $0,03 \text{ м}^2$ кожний, і $Q_H = 0,37 \text{ кВт}$

Таблиця 3.18. Технічні характеристики РТО

Показники	SLHE 3
Номінальна продуктивність, кВт	6,3
Діаметр патрубків (дюйм):	
рідини	3/8
газу	5/8
Діаметр трубок внутрішній (дюйм):	11/8
Об'єм рідини, л	0,04
Максимальний робочий тиск, МПа	3,47
Вага, кг	7,2

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.14 ВИЗНАЧЕННЯ ДІАМЕТРУ ТРУБОПРОВОДІВ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

Діаметр трубопроводів $d_{\text{вн}}$, мм, визначаємо за формулою:

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{4G}{\pi \cdot \rho \cdot \omega}} \quad (3.64)$$

де: V – об'ємна витрата рідини або газу, м³/с (з розрахунків)

G – масова витрата рідини або газу, кг/с (з розрахунків)

ω – швидкість руху рідини або газу, м/с

ρ – щільність рідини або газу, кг/м³

Таблиця 3.19 Розрахунок діаметру трубопроводів

Найменування трубопроводу.	V , м ³ /с	M , кг/с	ω , м/с	ρ , кг/м ³	$d_{\text{вн.тр}}$, м	$d_{\text{зв.дій}}$, м
всмокт.	0,035	-	12	-	0,416	0,42
нагніт.	0,035	-	22	-	0,238	0,28
рідини		0,46	1,25	980	0,18	0,20

Таблиця 3.20 Характеристика труб

Умовний прохід труби, мм	Зовнішній діаметр, мм	Внутрішній діаметр труби, мм	Площа поперечного перетину	Вага 1 м кг
20	23	20	0,0785	0,307
28	31	28	0,346	0,943
42	45	42	0,491	1,111

4.ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

4.1 Організація ремонту і монтажу холодильного обладнання

Монтаж холодильного обладнання - це комплекс робіт по його пристрою налагодження та тиску в експлуатації.

Розрізняють три різні способи проведення механічних робіт: господарський, підрядний та змішаний. При господарському способі праці виконується силами підприємства - власника обладнання на його виробничо-технічній базі. Підрядний вид заснований на виконанні робіт спеціалізованою підрядною спеціалізацією приймаючий заклади від підприємств, експлуатаційних обладнань. Змішаний спосіб проведення робіт передбачає виконання робіт організації, а роботу по монтажу холодильного обладнання проводиться підрядною організацією. Часткову зміну обладнання, реконструкцію та реорганізацію х/у проводять господарським засобом. Для цього організується бригада з числа робітників, обслуговуючих цю установку. Вона забезпечується інструментом та проходить інструктаж по техніці безпеки. Перед виконанням робіт необхідно ознайомитись з особливостями конструкції та правилами монтажу нового обладнання. Транспортування обладнання до міста установки повинна здійснюватися у відповідності з вказівками по страховці, приведеним в інструкції заводу виробника. До зварювальних робіт допускаються тільки зварники які пройшли спеціальну підготовку. Перед проведенням робіт начальник цеху повинен визначити зону у котрій дозволить зварку. При наявності у апарата горючих елементів, зварка у районі монтажу апарата заборонена. У приміщенні не повинно бути розлитого масла, чи інших горючих речовин. Усі засоби пожежегасіння повинні бути перевірені та підготовлені. При невідповідності існуючих фундаментів на валу обладнання необхідна повна їх заміна. Монтаж обладнання не утворюючого значних вібрацій може бути вироблений на зварних рамах, встановлених на існуючому фундаменті. Виготовлення фундаментів компресорів та апаратів. Фундамент машин та апаратів не повинен бути зв'язаний з фундаментом стін та колон будівлі машинного відділення. При монтажі КМ найкращим є таке їх розміщування, коли вини

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

встановленні в один чи два ряди, а передня частина КМ виходить у сторону центрального проходу, маючого мінімальну величину 1,5 м. Прохід між виступаючими частинами КМ повинен бути не менше 1,0 м. Для визначення місця розташування фундаментів робиться розмітка по всьому цеху чи провішуються струни на висоті 2-2,2 м імітуючи головні осі обладнання. Сходи для повішення струн зі сталюї проволочи діаметром 0,5-0,6 мм вбиваючи у стіну з співвідношенням з проектом. Глибина закладання всіх фундаментів залежить від глибини промерзання ґрунту, рівня ґрунтових вод та властивостей ґрунту. Глибина закладання фундаменту, котрі виготовляються в не приміщення, повинна бути не менш глибини промерзання ґрунту, а на сипучих ґрунтах перевищує її на 200-300 мм. У обігріваних приміщеннях мінімальну глибину приміщення приймають рівною 50% від глибини промерзання ґрунту, а у необігріваних приміщеннях - 70%. Спосіб виготовлення фундаменту, заключається у тім, що його масиві залишають гнізда для фундаментних болтів шляхом встановлення виробів із фанери чи балок. Після застигання бетону виріб забирають. В роботі встановленні КМ в ті гнізда опускають болти та заливають бетоном. При розташуванні обладнання на перекритті наявності останнього масла фундамент встановлюється на розвантажувальній балці, що спирається на поверхню перекриття, стіни чи колон.

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Експлуатація холодильної установки містить у собі такі операції: пуск у роботу і вимикання, регулювання режиму роботи, технічне обслуговування і ремонт. У ході експлуатації необхідний аналіз роботи установки з метою своєчасного визначення й усунення неполадок.

Перед пуском компресора перевіряють причину його припинення по змінному часопису, наявність масла в картері не менше 2/3 висоти оглядового скла, наявність манометрів, клейма перевірки на них, справності термометрів, наявність пломб на захисних клапанах і вентилях нагнітальної магістралі, опломбованих у відкритому положенні, можливість повороту компресора вручну, надійність кріплення огорожень частин, що рухаються, наявність заземлення. Насоси охолодної води і холодоносія запускають із закритою засувкою на нагнітанні. Засувку повільно відчиняють при досягненні повного тиску насоса. У системі холодильного агента відкривають усі вентиля, за винятком регулюючих. На компресорі при наявності байпаса останній відкритий, всмоктуючий і нагнітаючий вентиля закриті. Пуск компресора провадиться у напівавтоматичному режимі. Перевіряють наявність різниці тисків мастила по манометрах на сальнику і картері. При наявності у компресора байпаса відкривають нагнітальний ventиль перевіривши різницю тисків масла, закривають байпасний ventиль і, спостерігаючи за манометром усмоктування, відкривають усмоктувальний ventиль компресора.

Перед зупинкою компресора закривають РВ і відсмоктують ХА із випарника, не допускаючи підвищення температури нагнітання більш 160 С. Це роблять із метою зниження рівня ХА у випарнику для полегшення наступного пуску. Потім закривають усмоктувальний ventиль компресора. Відсмоктують пар із картера компресора до тиску 0 МПа.

Зупиняють компресор, закривають нагнітальний ventиль і відкривають байпас. Після цього зупиняють насоси холодоагенту, води і холодоносія.

Оптимальним називається режим роботи, при якому вартість експлуатації мінімальна, забезпечена довговічність машин і апаратів і безпека роботи всієї холодильної установки.

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільше економічний режим роботи установки, коли температура кипіння максимально висока, а температура конденсації - низька.

У теплообмінних апаратах і що прохолоджуються помешканнях для забезпечення нормального теплообміну між середовищами зберігається певна різниця температур або температурний напір. Температура кипіння визначається по мановакуумметру, установленому на випарнику. Підвищення температури кипіння на один градус призводить до збільшення холодопродуктивності установки на 4-5% і зменшенню відносної витрати електроенергії на 2-3,5%. Температура конденсації визначається по температурній шкалі манометра, установленого на конденсаторі. Зниження температури конденсації на один градус призводить до збільшення холодопродуктивності на 1-2% і зменшенню відносної витрати електроенергії на 2-3%. Температури усмоктування і нагнітання визначаються по скляних термометрах, установленим на відстані 200-300 мм від запірних вентилів компресора. Основні відхилення від оптимального режиму: знижена температура кипіння; підвищена температура конденсації, нагнітання, і вологий хід компресора.

Визначення впливів ХА із системи. При негерметичності системи виникає вплив ХА в повітря помешкання компресорного цеху або що прохолоджуються камер, а також воду або холодоносій. Визначення й усунення впливів входить в обов'язок чергової зміни.

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Автоматизація холодильної машини

Автоматизація виробничих процесів є найважливішою умовою технічного прогресу будь-якої галузі промисловості.

Мета автоматизації холодильних установок - заміна ручної праці, точну підтримку заданих параметрів, запобігання аварій, збільшення терміну служби обладнання, скорочення витрат, підвищення виробництва.

Експлуатація автоматизованих холодильних установок виходить дешевше, так як відпадає необхідність в частині обслуговуючого персоналу, зайнятого ручними операціями по пуску, регулюванню та зупинці холодильного обладнання, візуальному спостереженню за роботою машин і апаратів.

Прилади автоматизації можуть виконувати як окремі операції: контроль, сигналізація, включення та вимикання виконавчих механізмів, так і сукупність цих операцій: автоматичний захист і регулювання.

Будь-яка операція, що здійснюється машиністом сучасних холодильних установок, піддається автоматизації. Однак не всі операції доцільно автоматизувати.

Автоматизація процесів регулювання та захисту необхідна в тих випадках, коли ці процеси вимагають затрат ручної праці і коли машиніст не може забезпечити точне регулювання і надійний захист. Дуже важливо також автоматизувати роботи у шкідливих і вибухонебезпечних приміщеннях.

Абсорбційні і пароежекторні холодильні машини через відсутність рухомих механізмів (крім насосів) легше піддаються повної автоматизації, ніж великі компресійні, які вимагають безперервного спостереження і кваліфікованого обслуговування.

Великі і середні холодильні установки постачають часткової автоматизацією, при якій автоматично регулюється лише частина процесів. Найчастіше такі холодильні установки працюють на напівавтоматичному режимі, при якому зупинка машини відбувається автоматично, а пуск вручну.

Основними частинами будь-якої автоматичної системи є: вимірювальний (чутливий) елемент, або датчик, що сприймає зміна регульованої величини;

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

регулюючий орган, що змінює по сигналу вимірювального елемента подачу речовини або енергії в регульований об'єкт, і передавальний пристрій, що з'єднує датчик з виконавчим механізмом. Вимірювальний елемент забезпечений зазвичай пристосуванням для настройки на задане значення регульованої величини.

Прилади автоматичного управління повинні включати або вимикати компресори і насоси при змінах навантаження. Компресорами керують за допомогою реле температури, що зупиняють компресори при зниженні температури розсолу або тиску в випарниках нижче заданої межі і включають їх при підвищенні температури в випарнику. Іноді холодильні машини включають за допомогою реле часу, якому задають час включення компресора.

Прилади автоматичного регулювання призначені для підтримки заданих параметрів роботи холодильної установки: температури, тиску, рівня. Завдяки плавному регулюванню холодопродуктивності можна підтримувати задану температуру холодоносія при зниженні теплового навантаження. Досягається воно наступними шляхами:

- установкою регуляторів тиску «до себе», що підтримують постійний тиск у випарнику і перед компресором;
- установкою регуляторів тиску «після себе», яка спрямовується частина парів з нагнітальної лінії у всмоктувальну. За рахунок цього частина парів, яка могла б надійти в компресор з випарника, відсікається і холодопродуктивність установки падає;
- підключенням додаткового шкідливого простору в поршневого компресорі, що зменшує відсмоктування парів холодоагенту з випарника.

Регулювання подачі холодоагенту у випарник переслідує дві мети: забезпечення безпечної роботи компресора, шляхом захисту його від гідравлічного удару і зменшення або збільшення холодопродуктивності установки.

Автоматична сигналізація оповіщає про зміни режиму, які можуть спричинити за собою спрацювання елементів автоматичного захисту, і сповіщає про включенні і виключенні машин, магнітних клапанів, засувки і приладів. Прикладом сигнального приладу служить дистанційний показник рівня ДУ, що сполучається з

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виконавчими механізмами - соленоїдними вентилями або звуковими сигнальними пристроями - ревунами.

Автоматичний захист дозволяє уникати небезпечних для холодильної машини наслідків надмірного підвищення тиску нагнітання, зниження тиску і температури випаровування, порушень режиму роботи мастильних пристроїв і т.д.

Для захисту установок від аварійного режиму в схемах автоматизації передбачають прилади, що вимикають холодильні агрегати при різких порушеннях режиму роботи.

Винос вторинних показань приладів контролю і вимірювання (термометрів, манометрів, витратомірів, показчиків рівня) на центральний щит, де розташована і регулююча станція, дозволяє управляти роботою холодильної установки централізовано. Частина вимірювань записують самописні прилади (термометри, манометри).

Комплексна автоматизація холодильної установки полягає в оснащенні її пристроями автоматичного управління, регулювання та захисту, а також засобами контролю і сигналізації, що забезпечують справну роботу цих пристроїв.

Захист навколишнього середовища може здійснюватися створенням замкнутих технологічних процесів без стоків і викидів або очищенням доступними методами викидів і стоків із наступним створенням навколо підприємств захисних зон.

Джерела забруднення атмосфери можуть бути природними і штучними. До природних джерел забруднення повітря відносяться постійне утримання в ньому деякої кількості пилу. Вона утворюється в результаті природних процесів.

Одним з основних джерел забруднення атмосферного повітря є промислові викиди, відходи від експлуатації різноманітних видів транспорту і сжигання енергоносіїв. Заходи, спрямовані на попередження забруднення

Навколишнього середовища і зниження шкідливих домішок можна привести в трьох групи:

- поліпшення існуючих і впровадження нових технологічних процесів, щовиключають виділення шкідливих речовин у самому джерелі їхній утворення,

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поліпшення состава палива, апаратів, зменшення або усунення влучення шкідливих викидів в атмосферу за допомогою очисних споруд.

- запобігання забруднення атмосфери шляхом створення зелених зон навколо підприємств із шкідливими виробництвами.

Холодильні установки споживають щорічно 1320 млн. м3 води і тільки 70% якої іде на оборотне водопостачання. Холодильні підприємства є енергоємним виробництвом при виробітку електроенергії необхідної для роботи холодильної установки порушується екологічна рівновага.

Необхідно знижувати енергоємність холодильних підприємств за рахунок використання сучасних апаратів і техніки.

Зменшення забруднення навколишнього середовища холодильними установками досягається підтримкою герметичності систем хладоносіїв, використанням оборотного водопостачання, застосуванням конденсаторів повітряного охолодження, скороченням витрат електроенергії на роботу холодильної установки.

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок капітальних вкладень

Капітальні витрати складаються з витрат на обладнання і будівлі холоди́льника:

$$KB_{хол} = B_{хол} + B_{об} \quad (5.1)$$

Вартість будівлі холоди́льника визначається по укрупненим показникам:

$$B_{хол} = V * Ц_{хол} \quad (5.2)$$

де V - об'єм будівлі холоди́льника, м³;

$Ц_{хол}$ - вартість будівлі холоди́льника, грн. (Додаток 6)

$$B_{хол} = 324 * 2800 = 907\,200 \text{ грн.}$$

Вартість обладнання визначаємо по прейскуранту і зводимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 Вартість обладнання

№ з/п	Найменування обладнання	Марка	Кількість	Вартість одиниці обладнання, грн.	Загальна вартість обладнання, грн.
1	Компресор	4HE-18Y	2	150 000	300000
2	Конденсатор	LH135	2	44 000	88000
3	Повітроохолоджувач	ABE503B12	1	45 000	45000
4	Рекуперативний теплообмінник	SLHE3	2	6000	12000
5	Лінійний ресивер	F302H	2	6000	12000
Сумарна вартість обладнання		457000			
Вартість іншого обладнання 10%		45700			
Розрахункова вартість обладнання		502700			
Витрати на транспортування 15%		75405			
Витрати на монтаж 20%		100540			
Разом вартість обладнання (Воб)		678645			

					MX 55.010.005 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді сума капітальних вкладень по проекту складає:

$$KB_{\text{хол}} = 907200 + 678645 = 1585845 \text{ грн.}$$

5.2 Розрахунок кількості виробленого холоду

Визначимо виробіток холоду в робочих умовах:

$$Q_{0\text{роб}} = \sum Q_0 \cdot k \cdot t \cdot n; \quad (5.3)$$

де Q_0 - холодопродуктивність компресорів в робочих умовах, кВт;

k – коефіцієнт, який враховує втрати в трубопроводах;

t - час роботи компресора за рік, секунд;

n - кількість компресорів даного типу, од.

$$Q_{0\text{роб}} = 45,7 \cdot 1,11 \cdot 19\,440\,000 = 0,99 \cdot 10^9 \text{ кДж}$$

Сумарний виробіток холоду за рік:

$$Q_{0\text{ст}} = Q_{0\text{роб}} \cdot k_n; \quad (5.4)$$

де k_n - коефіцієнт переведення роботи компресора з робочих умов в стандартні

$$Q_{0\text{ст}} = 0,99 \cdot 10^9 \cdot 1,02 = 1,01 \cdot 10^9 \text{ кДж}$$

5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат

До експлуатаційних (поточних) витрат відносяться витрати на:

- допоміжні матеріали;
- електроенергію;
- заробітну плату виробничих робочих;
- амортизацію холодильного обладнання і будівлі;
- поточний ремонт обладнання і будівлі;
- інші.

5.3.1 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

До допоміжних матеріалів відносяться:

- а) холодоагент;
- б) змащувальні матеріали.

Розрахунок вартості річної потреби холодоагенту:

					MX 55.010.005 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$B_{xa} = G_{xa} * C_{xa} \quad (5.5)$$

де G_{xa} - річне поповнення системи холодоагентом, т;

C_{xa} - ціна холодильного агента за 1т, грн.

Річна потреба холодильного агента при ремонті

$$G_{xa} = (g_{x.a.} * \sum Q_0 * k') / 1000 \quad (5.6)$$

де k' - коефіцієнт, який враховує втрати холодильного агента при ремонтних роботах;

$g_{x.a.}$ - норма витрат холодоагента, кг/1кВт

$$G_{xa} = (2 * 45,5 * 1,2) / 1000 = 109,68 \text{ кг}$$

$$B_{xa} = 109,68 * 450 = 49356 \text{ грн.}$$

Розрахунок вартості річної потреби змащувальних матеріалів:

$$B_m = G_m * C_m \quad (5.7)$$

де C_m - вартість 1т змащувальних матеріалів, грн./кг

G_m - річна потреба змащувальних матеріалів, кг

$$G_m = g_m * n * R * k' \quad (5.8)$$

де g_m - норма витрат мастила на 1 компресор, кг;

n - кількість компресорів;

R - кількість разів заміни масла на рік;

k' - коефіцієнт, який враховує втрати мастила при ремонтних роботах

$$G_m = 4,0 * 2 * 2 * 1,2 = 9,6 \text{ кг}$$

$$B_m = 9,6 * 350 = 3360 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на допоміжні матеріали зводимо в таблицю 5.2

Таблиця 5.2 Допоміжні матеріали

№ з/п	Стаття витрат	Витрати, грн.
1.	Вартість холодоагента	49 356
2.	Вартість змащувальних матеріалів	3 360
Разом		52 716
Витрати на інші допоміжні матеріали (5%)		2 636
Всього		55 352

					MX 55.010.005 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3.2 Розрахунок витрат на силову електроенергію

Розрахунок річного споживання електроенергії визначається за формулою (5.9):

$$N_{ел} = N_{ел.дв} * n_{дв} * T * K \quad (5.9)$$

де $N_{ел.дв}$ - номінальна потужність електродвигунів з технічних характеристик, кВт;

$n_{дв}$ – кількість електродвигунів;

T – тривалість роботи при максимальному навантаженні;

K – коефіцієнт використання обладнання

Таблиця 5.3 Розрахунок споживання силовій електроенергії

№	Назва обладнання	Кількість одиниць	Потужність, кВт	Тривалість роботи за рік, годин	Коефіцієнт використання обладнання	Загальна потреба в електроенергії, кВт-годину
1	Компресор	2	13,3	5400	0,7	100 548
2	Конденсатор	1	0,66	5400	0,7	2 495
3	Повітроохолоджувач	1	2,4	3000	0,7	5 040
	Разом					108 083

Витрати на силову електроенергію розраховуємо за формулою (5.10):

$$B_{ел} = N_{ел} * C_{ел} \quad (5.10)$$

$C_{ел}$ - тариф за 1 кВт-годину електроенергії, грн.;

$$B_{ел} = 108083 * 4,3 = 464756 \text{ грн.}$$

5.3.3 Визначення кількості виробничого персоналу

Для розрахунку кількості робітників треба визначити ефективний фонд робочого часу одного робітника за рік, який визначається з балансу робочого часу одного середньооблікового робітника в таблиці 5.4.

					MX 55.010.005 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.4 Розрахунок балансу робочого часу на рік одного середньооблікового робітника

№з/п	Показники	Число днів
1.	Кількість календарних днів на рік	365
2.	Кількість вихідних днів на рік	105
3.	Кількість святкових днів на рік	12
4.	Номінальний фонд робочого часу	248
5.	Тривалість відпустки	24
6.	Невиходи на роботу через хворобу	5
7.	Інші невиходи на роботу з дозволу адміністрації підприємства	1
8.	Число днів корисної роботи одного працівника	218
9.	Середня тривалість робочого дня, годин	7,96
10.	Ефективний фонд робочого часу, годин	1735

Коефіцієнт перерахування планової кількості робітників в облікову визначається за формулою (5.8):

$$K_{\text{п}} = \Phi_{\text{н}} / \Phi_{\text{еф}} \quad (5.11)$$

де $\Phi_{\text{н}}$ - номінальний фонд робочого часу, годин

$\Phi_{\text{еф}}$ - ефективний фонд робочого часу, годин

$$K_{\text{п}} = (248 * 8) / 1735 = 1,14$$

Кількість машиністів і слюсарів-ремонтників визначається за формулою (5.9):

$$K_{\text{р}} = \sum N_{\text{ч}} * \text{п} * K * K_{\text{п}} \quad (5.12)$$

де $N_{\text{ч}}$ - норматив чисельності на один компресор даної групи, осіб;

п - кількість компресорів одного типу в групі;

K - поправочний коефіцієнт зниження норм чисельності в залежності від кількості компресорів в групі;

$K_{\text{п}}$ - коефіцієнт перерахування планової чисельності в облікову;

					MX 55.010.005 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість машиністів холодильної установки:

$$K_m = 1,06 * 2 * 0,8 * 1,14 = 2 \text{ робітника}$$

Кількість слюсарів-ремонтників холодильної установки:

$$K_m = 0,138 * 2 * 0,8 * 1,14 = 0,25 = 1 \text{ робітник}$$

5.3.4 Розрахунок витрат на заробітну плату

Загальний фонд оплати праці визначається як сума основної та додаткової заробітної плати.

Основна заробітна плата визначається за формулою:

$$ЗП_{осн} = ГТС_i * Теф * Кр \quad (5.13)$$

де $Теф$ - ефективний фонд робочого часу одного робітника за рік, годин

$Кр$ - кількість робітників, обслуговуючих холодильне обладнання, осіб

$ГТС_i$ - годинна тарифна ставка відповідного розряду, грн.

$$ГТС_i = ГТС_{\min} * ТК_i \quad (5.14)$$

де $ГТС_{\min}$ - мінімальна годинна тарифна ставка, грн.;

$ТК_i$ - тарифний коефіцієнт відповідного розряду

Таблиця 5.5 Розрахунок заробітної плати робітників

Назва професії	Кількість робітників	Розряд	Годинна тарифна ставка, грн	Ефективний фонд робочого часу, годин	Основна зарплата, грн.
Машиніст	2	VI	68,78	1735	238666,60
Слюсар-ремонтник	1	VI	68,78	1735	119333,30
Разом	3	-	-	-	357999,90

Додаткова заробітна плата становить 50 % від основної заробітної плати.

Нарахування на фонд заробітної плати (єдиний соціальний внесок) 22% від загального річного фонду оплати праці.

					MX 55.010.005 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.6 Заробітна плата виробничих робочих з нарахуваннями

№ з/п	Стаття витрат	Сума, грн.
1.	Фонд основної заробітної плати	357999,90
2.	Фонд додаткової заробітної плати	178999,95
3.	Єдиний соціальний внесок	118 139,97
	Всього	655 139,82

5.3.5 Амортизація холодильного обладнання

Витрати на амортизацію розраховують виходячи з вартості обладнання і будівель, з урахуванням встановлених норм амортизації обладнання і будівлі:

$$Ba = Bo_b * Na / 100\%, \text{ грн.} \quad (5.15)$$

$$Ba = 907200 * 5/100 + 678645 * 20/100 = 181\,089 \text{ грн.}$$

Витрати на поточний ремонт обладнання (приймаються в розмірі 10% від суми витрат на амортизацію обладнання).

$$Bп.р = 181\,089 * 0,1 = 18\,109 \text{ грн.}$$

Інші поточні витрати приймаємо в розмірі 5 % від суми експлуатаційних витрат.

$$B_{ін} = (55\,352 + 464\,756 + 655\,140 + 181\,089 + 18\,109) * 0,05 = 68\,722 \text{ грн.}$$

Всі статті витрат зводимо в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 Експлуатаційні (поточні) витрати

№ з/п	Статті витрат	Сума, грн.
1	Допоміжні матеріали	55 352
2	Електроенергія силова	464 756
3	Зарплата виробничих робочих	655 140
4	Амортизація холодильного обладнання і будівель	181 089
5	Витрати на поточний ремонт	18 109
6	Інші поточні витрати	68 722
	Всього	1 443 168

					MX 55.010.005 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3.6 Розрахунок собівартості виробітку холоду

Собівартість 1000 кДж холоду розраховують за наступною залежністю:

$$C_{1000} = Bp * 1000 / Q_{0 \text{ ст}} \quad (5.16)$$

де Bp - річні витрати на виробництво холоду, грн.

$$C_{1000} = (1443168 * 1000) / (1,01 * 10^9) = 1,43 \text{ грн}$$

Результати економічних розрахунків зведені в таблицю 5.8.

Таблиця 5.8 - Техніко-економічні показники проекту

№ з/п	Показники	Умовні позначки	Одиниці виміру	Проектний варіант
1	Продуктивність камери	N	т/добу	13
2	Холодопродуктивність	Q	кВт	45,7
3	Кількість компресорів	n	шт	2
4	Кількість обслуговуючого персоналу	Kp	осіб	3
5	Капітальні вкладення	KB	грн.	1585845
6	Експлуатаційні витрати	Bp	грн.	1 443 168
7	Собівартість 1000кДж холоду	C_{1000}	грн.	1,43

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

У країнах світу, залежно від економічного розвитку та політичного стану, існують закони та нормативні документи, які повністю або частково захищають людину від небезпечних та шкідливих умов праці, забезпечують охорону її здоров'я.

У конституційній державі всі закони і підзаконні акти повинні базуватися і відповідати основному закону держави – Конституції. Конституція України прийнята Верховною Радою 26 червня 1996 року. В ній декларуються права і свобода всіх громадян України. Для сфери трудової діяльності ці права і свобода конкретизовані в законах України і нормативно-правових актах про охорону праці (НПАОП), Державних стандартах та постановах Кабінету Міністрів України, що стосуються охорони праці.

Соціально і законодавчо захищена людина зацікавлена в своїй праці, цінує свою роботу, яка дає їй змогу пристойно існувати, утримувати сім'ю, годувати і виховувати своїх дітей. Умови праці те економічні фактори безпосередньо впливають на продуктивність і якість праці. Отже, можна констатувати, що охорона праці є категорія економічна.

Загальними законами України, що визначають основні положення з охорони праці є Конституція України, Закон України «Про охорону праці», Кодекс Законів про Працю України, Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» тощо.

Людина, яка володіє професійними навичками та знаннями правил безпеки, передбачає цей ризик і застосовує заходи, які його зменшують або зовсім виключають.

Суспільно політичні та соціально-економічні реформи, що здійснюються в нашій країні, не можуть бути ефективними без докорінних змін у сфері праці.

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Безпечні умови виробництва стоять поруч з такими суспільними потребами, як харчування, житло, одяг, лікування, екологічно чисте середовище тощо.

Відповідальність за забезпечення безпечних умов праці, дотримання законодавства по охороні праці покладається на керівника підприємства (роботодавця). На робітників та службовців покладаються обов'язки по дотриманню всіх інструкцій з охорони праці, правил по обслуговуванню машин, правильному застосуванню засобів індивідуального захисту.

Особливими правилами регулюється охорона праці жінок і молоді. Усі працівники підлягають обов'язковому загальнодержавному соціальному страхуванню від нещасних випадків і професійних захворювань

Темою дипломного проекту являється проєкт камери охолодження м'яса в напівтушах продуктивністю 13тон/добу в Вінницькій області.

Одним із головних завдань є збільшення продуктивності праці, поліпшення якості виробів, досягнення високих економічних показників. Все це нерозривно пов'язане з умовами праці, розробкою та впровадженням заходів до попередження впливу шкідливих та небезпечних факторів на працівників.

Тому у даному розділі дипломного проекту приведено аналіз необхідних умов для роботи виробничого персоналу підприємства, і фактори, що діють на нього в процесі роботи, а також рекомендації до усунення або зменшення небезпечних і шкідливих виробничих чинників та приведені рекомендації по зменшенню пожежонебезпеки виробничих приміщень.

Аналіз умов та знарядь праці на підприємстві.

На холодильних установках до основних функцій обслуговуючого персоналу відноситься управління технологічним процесом, нагляд і контроль за роботою машин та приборів автоматики. При експлуатації холодильних установок основна частина навантаження приходить на нервову систему робітника, при виконанні монтажних та ремонтних робіт збільшується навантаження на м'язову систему.

Фактори виробничого середовища в першу чергу впливають на функціонування органів дихання, слуху, системи кровообігу людини, а також це

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

метеорологічні умови виробничих приміщень, стан повітряного середовища, освітленість робочої зони, шум, вібрація тощо.

Основними шляхами забруднення повітряного середовища в приміщеннях холодильних установок є: витік газів і пару через нещільності, розлив рідини, дифузія парів або газів через стінки і ущільнення. Причиною забруднення повітря може бути і виробничий пил.

На підприємстві, що проектується, здійснюється суворий контроль за дотриманням режиму праці і відпочинку, раціональної організації робочого місця з врахуванням ергономічних вимог.

Виробнича санітарія і гігієна праці

Головним завданням будь-якої галузі промисловості є збільшення продуктивності праці. Разом з тим, людина що працює, проводить на виробництві значну частину свого життя. Тому для її нормальної життєдіяльності в умовах виробництва треба створити санітарні умови, які б дали змогу їй плідно працювати не перевтомлюючись та зберігати своє здоров'я.

Об'ємно-планувальні рішення будівель та приміщень для підприємства відповідають вимогам СНіП 2.09.02-85

«Производственные здания».

Територія двору повинна бути спланована, рівна, не мати ділянок з застійними атмосферними або стічними водами. Територія підприємства необхідно утримувати в чистоті, вона має бути озеленена. Проходи і проїзди повинні бути вільними для руху, рівними і достатньо освітлені в вечірній та нічний час. Резервуари, ємкості, колодязі повинні бути закриті кришками чи обгороджені з усіх боків.

При плануванні виробничих приміщень потрібно враховувати санітарну характеристику виробничих процесів, дотримуватися норм корисної площі та об'єму для працівників, а також норм площі ділянок для розташування обладнання та необхідної ширини проходів та прорізів, що забезпечують безпечну роботу та зручне обслуговування обладнання.

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Об'єм виробничого приміщення на кожного робітника повинен бути не менше 15 куб.м, а площа приміщення – 4,5 кв.м.

Компресори і апарати хладонових холодильних установок розміщують в машинних відділеннях висотою не менше 3,5 м, а при об'ємній подачі компресорів до 0,042 м³/с – в відділеннях висотою не менше 2,6 м.

Машинні відділення розміщують на будь-якому поверсі або в підвалах.

Кількість хладону в установках, які розміщені в машинних відділеннях, не обмежується. В деяких випадках створення спеціального машинного відділення не має сенсу.

Допускається розміщення хладонових холодильних установок в виробничих приміщеннях сумісно з іншим технологічним обладнанням при умові, що в цих приміщеннях знаходиться персонал, який пройшов інструктаж по техніці безпеки на хладонових холодильних установках, а кількість хладону в установках, що приходяться на 1 м³ об'єму приміщення, становить не більше 0,5 кг для R12 і 0,35 кг для R22 .

В одному приміщенні з хладоновими установками забороняється розміщувати апарати і прилади з відкритим вогнем або з нагрітими зовнішніми поверхнями, температура яких більше 350⁰С.

Двері машинних відділень повинні виходити назовні або в коридори, відділені дверима від інших приміщень, і відкриватися в сторону виходу.

Мінімальні розміри проходів для хладонових установок з об'ємною подачею компресорів більше 0,017 м³/с приймають такими ж, як і для аміачних установок (мінімальні розміри проходів в машинних і апаратних відділеннях повинні бути: основний прохід або відстань між регулюючою станцією і виступаючими частинами компресорів – 1,5 м, а між виступаючими частинами компресорів -1,0 м, між рівною стінкою і компресором (апаратом) – 0,8 м.).

Мінімальні розміри проходів для обслуговування установок з об'ємною подачею компресорів менше 0,017 м³/с повинні становити: головний прохід і прохід від електрощита до виступаючих частин машин – 1,2 м, між виступаючими частинами машин – 1 м.

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зменшення вказаних проходів перешкоджає обслуговуванню обладнання, приводить до травматизму при виконанні ремонтних робіт і евакуації обслуговуючого персоналу.

Трубопроводи, які проходять через приміщення і не обслуговуються холодильною установкою, прокладають в сталій трубі або газоне-проникливому кожусі, який сполучений з назовнім повітрям або з приміщенням, яке обслуговується установкою.

При прокладці трубопроводів в тунелі, де по умовам обслуговування необхідно періодичне знаходження персоналу, передбачають витяжну вентиляцію. Трубопроводи, які знаходяться в тунелі, не повинні мати роз'єднувальних сполучень. При монтажі холодильного устаткування і трубопроводів необхідно дотримуватись вимог ГОСТ 12.2.016-81 ССТБ «Оборудование компрессорное. Общие требования безопасности».

Для запобігання, поглинання і накопичення токсичних речовин і руйнування агресивними речовинами, внутрішні поверхні приміщень захищають глазурованими керамічними плитками, кислототривкими штукатурками, масляними фарбами і іншими покриттями, що легко піддаються очищенню.

Колірну обробку інтер'єрів приміщень передбачають відповідно до СН 181-70. Стіни і стелі фарбують фарбами світлих тонів, малої насиченості з високим коефіцієнтом віддзеркалення світла. Забарвлення приміщень повинне сприяти створенню необхідного рівня яскравості в полі зору, а також збільшити коефіцієнт використання потоку світильників.

Підлоги машинних і апаратних відділень повинні бути рівними, неслизькими, без щілин і баюр, зручними для санітарного прибирання, виконані із вогнестійкого жиростійкого матеріалу, який не підлягає швидкому зносу. Технологічні заглиблення в підлозі приміщення повинні бути зачинені кришками, закріпленими на рівні підлоги. При виході із машинного відділення назовні повинна бути площадка зі сходами.

Машини і апарати, які потребують огляду і постійного обслуговування на висоті більше 1,8м, обладнують спеціальними площадками і драбинами. Вони

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

огороджуються поручнями висотою не менше 1,0 м. При довжині площадки більше як 6м драбини розміщують на обох її кінцях.

На підприємстві передбачені побутові приміщення – гардеробні, туалети, умивальні, душові, приміщення для прийому їжі. Загальні санітарні вимоги до побутових приміщень визначаються « Санітарними нормами проектування виробничих приміщень». Гардеробні, умивальні, душеві, туалети слід відділяти від виробничої ділянки і встановити окремий вхід через тамбур або коридор.

Всі виробничі, а також допоміжні приміщення – коридори, східці, проходи – повинні утримуватися в чистоті і порядку в відповідності до санітарних правил.

Вхід сторонніх людей в машинне відділення не дозволяється. На вхідних дверях вивішується табличка «Компресорний цех. Стороннім вхід заборонено.». Для виклику машиніста встановлюється дзвінок. Поза приміщення біля входу в компресорний цех на стіні встановлюють кнопки аварійного відключення всього обладнання машинного відділення. Одночасно з зупинкою компресорів, насосів і вентиляторів включається аварійна вентиляція від окремого джерела живлення. В холодильних камерах з температурою нижче 0⁰С повинна бути організована система світлової і звукової сигналізації «Людина в камері». Вона встановлюється біля дверей камери на висоті не більше 50 см від полу і виводиться в компресорний цех на пульт управління або сигнальний щит.

Найбільш значним фактором продуктивності й безпеки праці є виробничий мікроклімат, що характеризується температурою й вологістю повітря, швидкістю його руху і повинен відповідати ДСН 3.3.6-042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». Мікроклімат виробничих приміщень впливає на тепловий стан організму людини, його теплообмін з навколишнім середовищем.

Оптимальні норми температури, відносної вологості й швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень наступні:

температура - 18- 22-24 С;

відносна вологість – 40-60 %;

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

швидкість руху повітря – 0,1-0,2 м/с;

Для підтримки необхідної температури й вологості робоче приміщення оснащено системами опалення й вентиляції, що забезпечують постійне й рівномірне нагрівання, циркуляцію, а також очищення повітря від пилу й шкідливих речовин. Вимоги до параметрів мікроклімату в цілому виконані.

Для підтримки в приміщеннях, відповідно до гігієнічних вимог, складу повітря, видалення з нього шкідливих газів, пару і пилу використовують вентиляцію. Дипломним проектом передбачено установлення в машинних відділеннях примусової припливної і витяжної механічної вентиляції з кратністю повітрообміну в годину, яка визначена розрахунком, але не менше 3 для притоку і 4 для витоку повітря. Витяжна вентиляція одночасно є аварійною. Аварійна вентиляція повинна забезпечити кратність повітрообміну не менше 8 об'ємів в годину. Втягуючі отвори повітроводів витяжної вентиляції розміщують в нижній зоні приміщення. Параметри повітря в машинному і апаратному відділеннях повинні відповідати СНіП 2.04.05-91 « Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинен перевищувати встановлених гранично-допустимих концентрацій

Одним з основних питань охорони праці є організація раціонального освітлення виробничих приміщень і робочих місць. Проектом передбачено використання в виробничих приміщеннях холодильників змішаного освітлення, тобто сполучення природного і штучного освітлення. Природне освітлення здійснюється через вікна в зовнішніх стінах будинку. Штучне передбачає три типа освітлення: робоче, місцеве (для огляду і ремонту) і аварійне. Освітленість машинних і апаратних відділень повинна відповідати СНіП II-4-79 «Естественное и искусственное освещение». При використанні ламп розжарювання мінімальна освітленість – 75 лк, при використанні люмінесцентних ламп – 150лк. Освітленість приборів при використанні любых ламп повинна становити не менше 300лк. Для місцевого освітлення при огляді, чистці або ремонті обладнання (усередині компресора, апарата) повинні використовуватися переносні

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

світильники у вибухобезпечному виконанні напругою не вище 12В, а також електричні кишенькові або акумуляторні ліхтарі.

Система опалення повинна забезпечити в приміщеннях машинних і апаратних відділеннях при непрацюючому обладнанні температуру повітря 16⁰С. При цьому температура поверхні нагрівальних пристроїв не повинна перевищувати 130⁰С. Допускається використання систем водяного і парового опалювання.

Для забезпечення вимог до норми рівня шуму та вібрації проектом передбачено виконання наступних заходів:

- правильна експлуатація обладнання та проведення своєчасних профілактичних ремонтів;

Припустимий рівень шуму – 80 Дцб, рівень вібрації – 92 Гц. Зони, де рівень шуму вищий 80 Дцб позначені знаками небезпеки.

Широке використання електроенергії у всіх галузях народного господарства визначає збільшення числа людей, які експлуатують електроустаткування. Тому проблема електробезпеки здобуває особливе значення. Електричні мережі і електрообладнання в холодильно-компресорних цехах і відділеннях повинні відповідати вимогам Правил улаштування електроустановок. При нормальному режимі роботи безпека в електроустановках забезпечується наступними засобами: використання малих напруг, ізоляції струмоведучих частин, виконанням електричних мереж, ізольованих від землі, недоступності струмоведучих частин. Відповідно до нормативних документів для захисту працюючих від ураження електричним струмом передбачені наступні заходи:

- недоступність струмоведучих частин;
- захисне відключення;
- розділювальний трансформатор, мала напруга, двійна ізоляція;
- вирівнювання потенціалів;
- захисне заземлення (занулення) корпусів електрообладнання;
- передбачені рубильники закритого типу;

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- блокіровка, надписи, плакати, засоби індивідуального захисту (калоші і боти діелектричні (ГОСТ 13385-78), рукавиці резинові діелектричні, коврики резинові діелектричні (ГОСТ 4997-75);

Безпечні умови праці на підприємстві досягаються за рахунок забезпечення безпеки виробничих процесів, які обґрунтовані і прийняті в технологічній частині дипломного проекту.

Робочі місця повинні бути організовані у відповідності з ГОСТ 12.2.003-91, ГОСТ 12.2.061-81 – «Оборудование производственное. Общие требования безопасности», і відповідати ергономічним характеристикам ГОСТ 12.2.032-78 і ГОСТ 12.2.033-78 – «Рабочее место при выполнении работ сидя» и «Рабочее место при выполнении работ стоя».

При експлуатації холодильних установок необхідно керуватися НАОП 2.2.00-1.10-88 «Правила будови і безпечної експлуатації фреонових холодильних установок».

Компресорні установки є небезпечними, тому що при стисненні повітря від атмосферного тиску до 1МПа, його температура може підвищуватися з 20⁰С до 300⁰С, мастила при цьому частково випаровуються, а при надмірному змащуванні розпилюються у вигляді туману, що може утворювати вибухонебезпечну суміш з повітрям. Дотримання вимог до мастил та режимів змащування у поєднанні з надійним охолодженням є основним заходом попередження вибухів парів мастил при його розкладі. У компресорах низького тиску і малої продуктивності достатньо повітряного охолодження, і в інших, необхідно застосовувати водяне охолодження.

Кожна компресорна установка повинна бути оснащена такими приладами та арматурою: манометрами, запобіжними клапанами на холодильниках і ресиверах, термометрами і термопарами на кожному ступені компресора, після проміжного та кінцевого холодильника, контактними пристроями, тепловими реле для сигналізації і автоматичного відмикання двигуна компресора при підвищенні тиску і температури стисненого повітря понад установлене значення, а також при припиненні подачі води на охолодження

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

компресора; манометрами і термометрами для вимірювання тиску і температури мастила при автоматичному (централізованому) змащуванні; зворотним клапаном та запірним органом на лінії нагнітання за умови роботи декількох компресорів, підімкнених до одної загальної магістралі.

Вибухи та аварії холодильних установок інколи трапляються внаслідок гідравлічного удару, відмови запобіжних пристроїв і розриву нагнітального трубопроводу чи балонів з холодильним агентом. Холодильні установки оглядаються і випробовуються 1 раз на 3 роки під тиском азоту або діоксиду вуглецю, оскільки потрапляння води в систему може призвести до її псування. Гідравлічне випробування трубопроводів на міцність і щільність швів та з'єднань проводиться пробним тиском, який дорівнює 1,25 робочого тиску.

Робочою речовиною даної холодильної установки є фреон. Це безбарвний газ зі слабким специфічним запахом, який відчувається при об'ємній частці його в повітрі більше 20%. Щільність газоподібного хладагенту при атмосферному тиску приблизно в 4,3 рази більше щільності повітря при 20°C. По своїм токсичним властивостям відноситься до найменш небезпечних хладагентів. Але при вдиханні високих концентрацій фреону через півгодини-годину з'являється головна біль, слабкість, підвищена частота пульсу і дихання, нерівна хода, нерозбірлива мова, може також бути блювота.

Слід відмітити, що при нагрівання фреони можуть розкладатися зі створенням ядовитих речовин, а інколи самі фреони можуть вміщувати ядовиті домішки.

При вдиханні продуктів розкладу фреонів відразу з'являється сухий кашель, біль за грудиною, подразнення в горлі, інколи підвищується температура. Багато які продукти розкладу фреонів не мають запаху і кольору.

Максимально припустимий вміст в повітрі фреона-12 повинно бути не більше 0,5 кг/м³, фреону-22 – не більше 0,35 кг/м³. Рідкі фреони визивають опіки шкіри і пошкодження очей.

Нещільності в хладонових холодильних установках виявляють за допомогою розчину мильної емульсії, полімерних індикаторів, галоїдних ламп і

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

течешукачів. Перспективним способом є добавка до хладогену фарбуючи індикаторів, які створюють в містах нещільностей стійкі кольорові плями. При визначенні місць витоку хладона за допомогою галоїдних ламп і течешукачів приміщення машинного відділення попередньо вентиліюють, під час перевірки в приміщенні не повинно бути сильних потоків повітря.

До індивідуальних засобів захисту на хладонових холодильних установках відносять апарати стисненого повітря типу АСП або ізолюючі шлангові протигази типу ПШ. Рядом з установкою в заскленій шафі зберігають не менше двох пар гумових перчаток, захисні очки і рукавиці.

В компресорному цеху повинна бути аптечка з необхідним набором медикаментів і засоби для надання долікарської допомоги.

Перед входом в машинне відділення хладонової установки включають вентиляцію. При значному витоку хладона і роботі в загазованому приміщенні вентиляція повинна працювати постійно.

До самостійної роботи допускаються робітники не молодше 18 років, що пройшли медичний огляд і навчання, мають посвідчення на право виконання робіт. Експлуатація холодильних установок пов'язана з необхідністю цілодобового чергування обслуговуючого персоналу. Машиністи холодильних установок виконують свої обов'язки відповідно до посадових інструкцій, виходять на роботу по графіку. Прийом і здача зміни оформлюють записами в добовому журналі з підписами здаючого і приймаючого. В журналі записують зауваження по роботі обладнання і приборів автоматики. При відсутності на чергуванні одного із зміни машиністів, про це ставлять до відома адміністрацію і продовжують роботу. Категорично забороняється здача зміни машиністу, який прийшов на чергування хворим або в нетрезвому стані.

В машинних і апаратних відділеннях холодильних установок на видних місцях повинні бути вивішені: схеми трубопроводів хладагента, рассола і води з пронумерованими в них і відповідно до місця встановлення запірними вентилями і приборами автоматики, інструкції по улаштуванню і безпечної експлуатації установок, обслуговуванню кожного типу компресорів, насосів, вентиляторів,

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

апаратів, експлуатації охолоджуючих установок, обслуговуванню приборів автоматики і контрольно-вимірювальних приборів, надання першої долікарської допомоги при отруєнні хладагентом, графіки проведення планово-попереджувального ремонту, покажчики місць зберігання засобів індивідуальної допомоги, номери телефонів швидкої допомоги, пожежної команди, диспетчера електромережі, начальника компресорного цеху.

Пожежна безпека.

Під пожежною безпекою розуміють систему державних і суспільних заходів, спрямованих на охорону від вогню людей і матеріальних цінностей.

Протипожежний захист приміщення забезпечується застосуванням автоматичної установки пожежної сигналізації, наявністю засобів пожежогасіння, застосуванням основних будівельних конструкцій будинку з регламентованими межами вогнестійкості, організацією своєчасної евакуації людей.

На території холодильних виробництв використання відкритого вогню забороняється. Найбільше число пожеж на холодильному виробництві пов'язано з порушенням правил експлуатації електричних установок. В приміщеннях машинних і апаратних відділень холодильних установок забороняється використовувати нагрівальні прибори з відкритим вогнем, в тому числі електричні рефлектори.

До засобів гасіння пожежі відносяться внутрішні пожежні водопроводи (крани –ПК), вогнегасники, сухий пісок тощо.

В будівлях пожежні крани встановлюють в коридорах, на майданчиках сходових кліток. Кожний пожежний кран укомплектований пожежним рукавом і розміщений у відповідних ящиках, які знаходяться на висоті 1.35 м від полу. В приміщеннях холодильників водопровід проектується об'єднаним. В охолоджених приміщеннях прокладка водопроводу не допускається.

Для гасіння пожеж на початкових стадіях широко застосовуються вогнегасники. У виробничих приміщеннях це головним чином пінні та вуглекислотні вогнегасники, достоїнством яких є висока ефективність гасіння

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пожежі, збереження електричного устаткування. Розташовують вогнегасники на видних місцях, на висоті не більше як 1,5 м від полу.

Будівлі укомплектовані пожежними щитами з набором інструментів – лому, багра, сокири з дерев'яною ручкою, щільного полотна (азбест, войлок), біля щитів – бочки з водою, ящики з піском. Паління на підприємстві допускається тільки в спеціальних місцях, обладнаних надписом – «Місце для паління».

Виробничі приміщення мають запасні виходи. Двері повинні мати освітлений надпис « Запасний вихід». План евакуації вивішується на видному місці у основного виходу із приміщення.

Навчання і інструктажі працівників з питань охорони праці є складовою частиною системи управління охороною праці. Вони проводяться зі всіма працівниками в процесі їх трудової діяльності.

Допуск до роботи осіб, що не пройшли навчання та перевірку знань з охорони праці забороняється.

Всі працівники, яких приймають на роботу, проходять на підприємстві інструктажі, які за формою та часом проведення бувають вступним, первинним, повторним, позаплановим, цільовим. Їх проводять спеціалісти служби охорони праці, керівники робіт та структурних підрозділів.

Навчання персоналу дозволяє значно зменшити травматизм на роботі, а також дозволяє запобігти виникненню аварійної ситуації на виробництві.

Дотримуючись всіх правил техніки безпеки, вживаючи своєчасно заходи пожежної безпеки можна досягти зменшення частоти травматичних випадків і збільшення випуску продукції високої якості, що є головною метою підприємства.

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

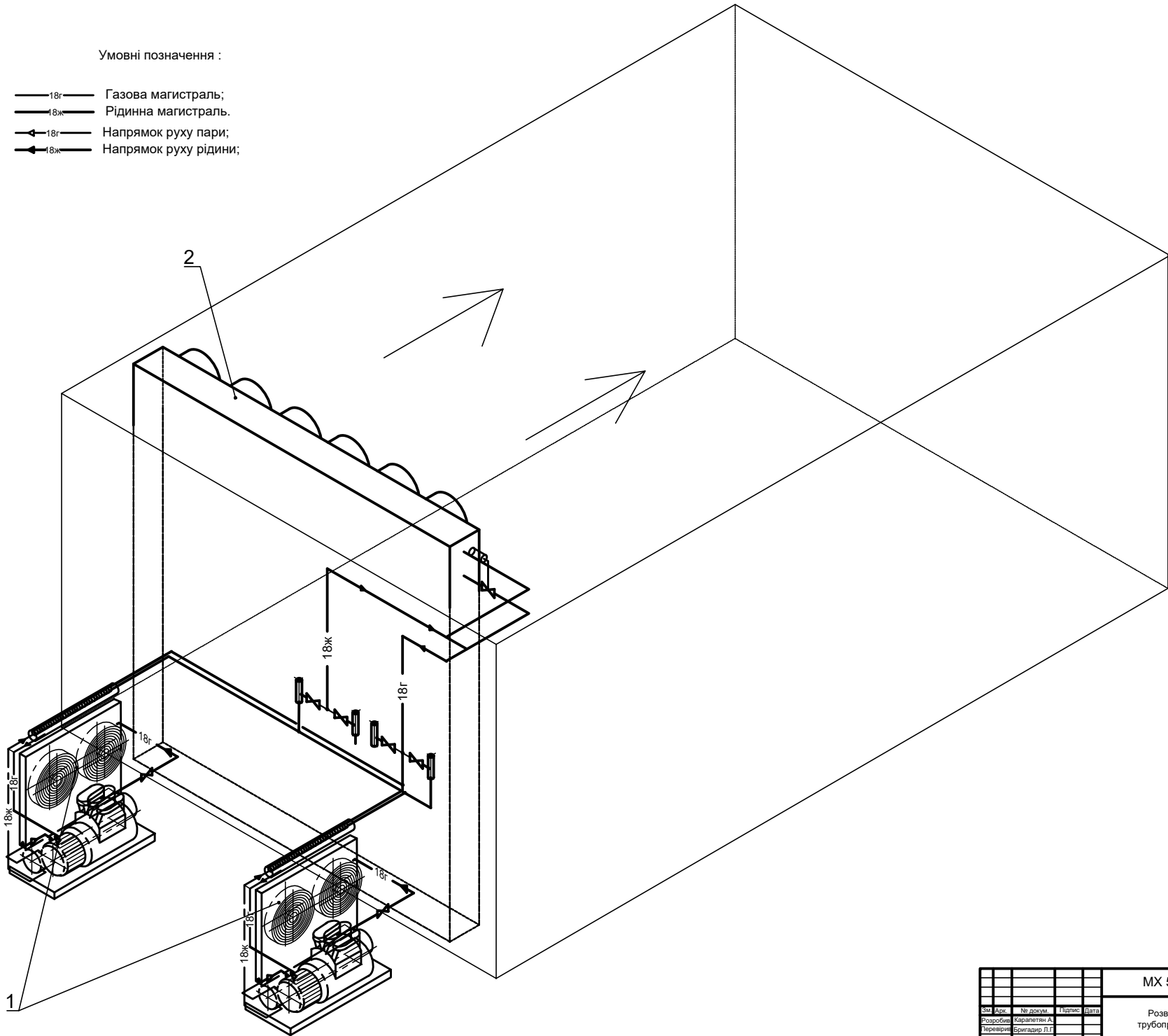
1. М.Г. Хмельнюк, О. С. Подмаско, І.О. Подмаско «Холодильні установки та сфери їх використання» підручник для вищих навчальних закладів, Херсон, Грінь, 484 с., 2014.
2. Холодильні установки, (І.Г. Чумак, В.П. Чепурненко, С.Ю. Ларьяновський та інш.), підручник для вищих навчальних закладів, в двох томах, Київ, «Либідь», 1995.
3. І.Г. Чумак, В.П. Чепурненко, С.Ю. Ларьяновський та інші. «Холодильні установки» Одеса, «Рефпринтінфо» 513 с., 2003.
4. Б.К. Явнелъ Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. — 3-е изд. перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1989 — 315 с.
5. І.О. Конвісер, Т.Б. Баригіна «Холодильна технологія харчових продуктів», Київ, 2001.
6. В.К. Якобсон Малые холодильные машины —Из-во «Пищевая промышленность», 1977
7. Закон України “Про охорону праці”.
8. Закон України “Про пожежну безпеку”.
9. “Основи охорони праці” Купчик М.П., Гандзюк М.П., К., 2000р.
10. Журнали «Холодильна техніка», «Холод»
11. Діаграми і таблиці стану хладонів.
12. Стислий конспект з предмету «Проектування холодильних споруд» ОТК ОНАХТ , 2005р.
13. Лабай В.Й., Тепломасообмін [Текст] / В.Й. Лабай // —Львів: Тріада плюс. 2004 – 260.
14. Спосіб охолодження повітря виробничих приміщень Патент на корисну модель №u 117837 /Когут В.О., Бутовський Є.Д., Бушманов В.О., Хмельнюк М.Г., Жихарева Н.В. Заявка №u201700793 Публікація 10.07.2017 р. бюл. №13

					MX 55.010.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

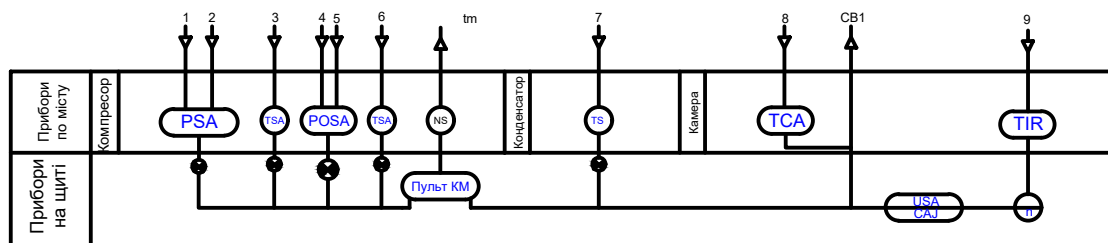
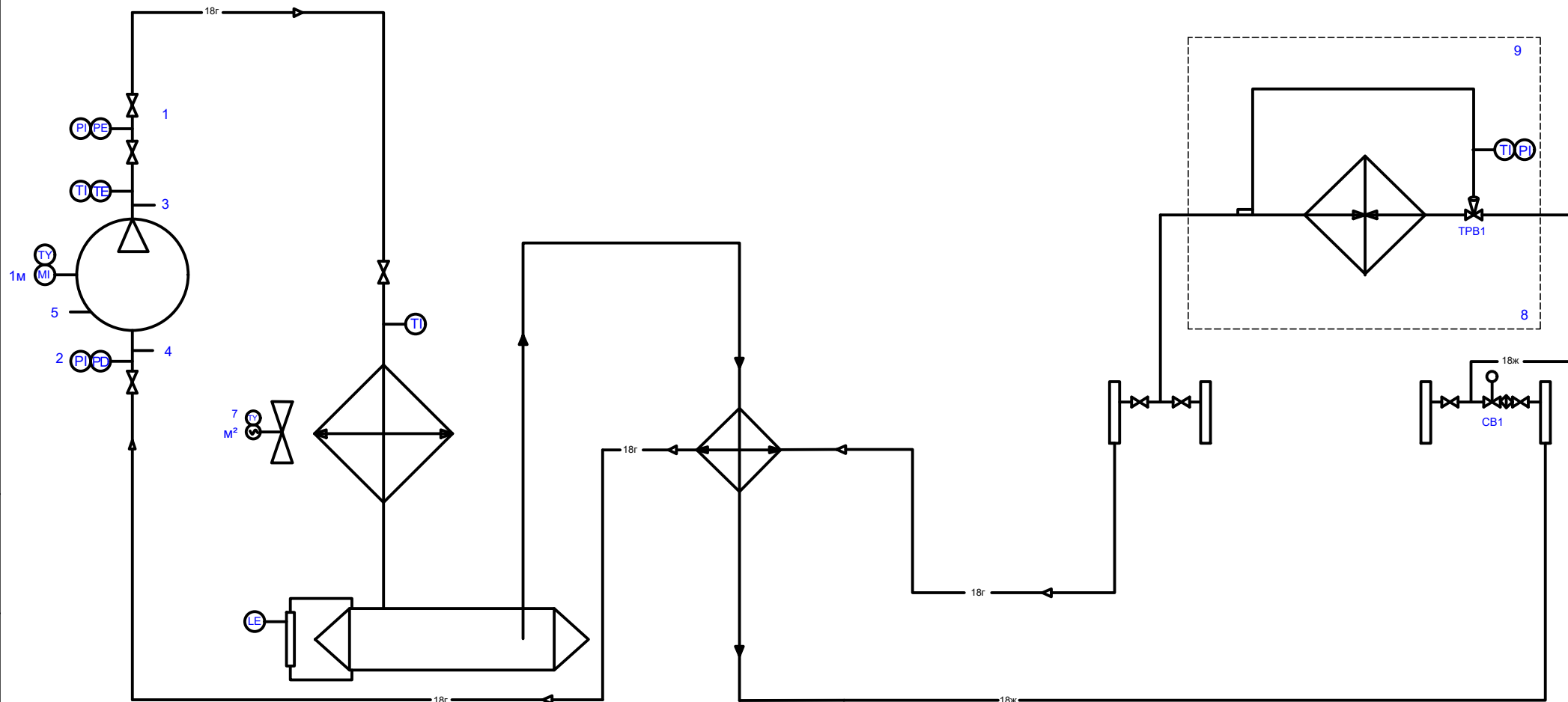
[illegible]

Умовні позначення :

- 18г Газова магістраль;
- 18ж Рідинна магістраль.
- 18г Напрямок руху пари;
- 18ж Напрямок руху рідини;



					MX 55.00 10 002.ДП С7				
					Розводка трубопроводів		Літ.	Маса	Масштаб
							у		—
							Арешт 2	Арешт 4	ВСП "ОТФК ОНТУ" 4MX-55

[illegible]