

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 - 54

Дипломний проект

студента денного відділення

МХ 54. 028. 000 ДП

Червоного Артема
Олеговича

м. Одеса
2022 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 4 МХ-54

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
МХ 54 028 000 ДП

До дипломного проекту на тему:
Проект розподільчого холодильника ємністю 420 тон, м.
Харків.

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

Дипломник _____ (Червоний А. О.)

Керівник проекту _____ (Козачинський С. В.)

Консультанти:

з економічної частини _____ (Коробкіна 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 “_____” _____ 2022 р. Протокол ЕК № _____
Оцінка ЕК _____

Секретар ЕК _____ А.П. Селіванов

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

Дата видачі завдання
«30» грудня 2021 р.
Дата закінчення проекту
«01» липня 2022 р.

Затверджую
Заступник директора ОТК з НВР
_____ Беркань Іг.В.
“ 30 ” грудня 2021 р.

ЗАВДАННЯ

до дипломного проектування

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

Тема дипломного проекту: **Проект розподільчого холодильника ємністю 420 тон, м. Харків.**

Стверджена наказом по коледжу від « 30 » 12 2021 р. № 306 –А2- ОД

Вихідні дані для проекту: температура літня 32 °С
відносна вологість повітря літня 47 %

Зміст та послідовність виконання дипломного проекту

Пояснювальна записка

Вступ

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

- 1.1 Призначення та технологічна характеристика об'єкта завдання
- 1.2 Вихідні данні
- 1.3 Технічна характеристика, техніко-економічне обґрунтування проекту

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

- 2.1 Характеристика швидкокопсувних продуктів
- 2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму

3. РОЗРАХУНКОВО-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 компресора
- 3.11 Тепловий розрахунок і добір конденсаторів
- 3.12 Розрахунок і добір камерного устаткування
- 3.13 Розрахунок та вибір допоміжного устаткування
- 3.14 Розрахунок і підбір систем зворотного водопостачання
- 3.15 Визначення діаметру трубопроводів холодильної установки

4 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

- 4.1 Організація ремонту та монтажу, експлуатації холодильної установки
- 4.2 Автоматизація холодильної установки

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

- 5.1 Вихідні дані
- 5.2 Розрахунок капітальних вкладень
- 5.3 Розрахунок цехових витрат
- 5.4 Розрахунок собівартості одиниці холоду
- 5.5 Основні техніко-економічні показники

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

7 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Графічна частина

- Аркуш 1 Розводка трубопроводів
- Аркуш 2 Схема автоматизації холодильної установки

Графік виконання проекту

Зміст	Термін виконання
1 Загальна частина	16 - 17.05.2022
2 Розрахунково-конструкторська частина	18 - 25.05.2022
3 Організаційна частина	26 – 27.05.2022
4 Аркуш 1	28 – 31.05.2022
5 Економічна частина	01 – 06.06.2022
6 Аркуш 2	07 – 09.06.2022
7 Охорона праці	11 - 12.06.2022
Попередній захист	15.06.2022
Захист дипломного проекту	22 - 30.06.2022

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні циклової комісії спецдисциплін холодильного циклу

Протокол № 5 від “ 14” грудня 2021 р.

Голова комісії _____ (Беркань Ір.В.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проекту _____ (Козачинський С.В.)

ВСТУП

Холодильна споруда, що проектується призначена для охолодження, заморожування і тривалого зберігання харчових продуктів. даний холодильник відноситься до розподільних.

Такі холодильники призначені для рівномірного постачання населенню продуктів харчування протягом усього року. Холодильник планується розмістити в місті Харкові. У сезон заготовок на розподільному холодильнику створюють резервні запаси продуктів. На розподільні холодильники продукти надходять з виробничих і заготівельних холодильників в охолодженому і замороженому видах. Тому на розподільних холодильниках в основному тільки зберігають охолоджені та заморожені вантажі. Продукти зберігаються протягом тривалого часу (до 3 - 6 міс. і більше). При порушенні теплового режиму перевезення для вантажів, передбачають невеликі камери доморожування. Розподільні холодильники бувають універсальні та спеціалізовані (для м'яса, риби, фруктів і т.п.). До складу розподільних холодильників часто входять цехи з виробництва морозива, водяного та сухого льоду, цехи для фасування і заморожування фруктів і овочів, а також для фасування масла, м'яса та інших продуктів. Такі підприємства називають холодокомбінатами.

У камерах зберігання підтримується темпра від $+4^{\circ}$ до -20° , в морозилках до -35° при відносній вологості повітря від 80 до 95%. Розподіл холодильної ємності по температурного режиму змінюється в залежності від кількості та асортименту продуктів, зрушень у сезонності їх виробництва; для розподільних холодильників у перспективі приймається: для охолоджених продуктів - 55%, морожених - 30%, універсального режиму зберігання (0° :- 18°) - 15%.

В останні роки застосовуються конструктивні і планувальні прийоми, що зменшують природну усушку, що поліпшують умови прийому та видачі вантажів: теплозахисні «сорочки» покриття і зовнішніх стін, дозволяють значно знизити втрати продуктів, охолоджувані приймальні та експедиційні приміщення замість відкритих платформ, охолодження в літній даху час водою та ін.

У ряді країн побудовані багатоповерхові холодильники, в яких ліфти замінені пандусами (ухил 3-6%), забезпечують можливість доставки вантажів самохідним транспортом (електрокари, тягачі тощо) на будь-який поверх до місця складування. Це особливо зручно при транспортуванні вантажних пакетів на піддонах методом наскрізної пакетизації від підприємств-виробників до одержувачів.

Для розподільних холодильниках широко застосовуються автоматизовані холодильні установки до складу яких входе сучасне компресорне і теплообмінне

					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

холодильне обладнання. Всі холодильні установки працюють за зворотними циклами. Найширше розповсюдження отримали парові холодильні установки, які мають велику надійність в роботі і ефективність.

					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Призначення і технічна характеристика об'єкта завдання

Холодильник розподільний ємністю 420 тон в місті Харкові - це підприємство складського типу призначене для зберігання запасів морожених і охолоджених продуктів і забезпечення ними системи торгівлі та громадського харчування.

При проектуванні нового розподільчого холодильника слід керуватися діючими Державними будівельними нормами та іншими нормативними документами.

Категорію приміщень по вибуховій, вибухопожежній та пожежній небезпеці слід визначати за Переліком категорій виробництв щодо вибухопожежної, вибуховою і пожежною небезпекою підприємств для галузі "торгівля і громадське харчування".

Проектування розподільних холодильників слід здійснювати з урахуванням діючих схем розвитку і розміщення холодильного господарства оптової торгівлі, які включають дані про загальної потреби в розподільних холодильниках, їх ємностях та пунктах розміщення, на основі техніко-економічних обґрунтувань, що підтверджують економічну доцільність і господарську необхідність.

Доставка і відправка продукції споживачам здійснюється автомобільним транспортом, для чого призначається автомобільна платформа. Для переміщення вантажів існує вантажний коридор шириною 6 метрів. Планування холодильника забезпечує механізацію вантажно-розвантажувальних робіт.

Будівля холодильника виконана по каркасній схемі з стандартних залізобетонних конструкцій. Теплоізоляція виконується з плит пінопласту полістирольного ПСБ-С стандартної товщиною, кратною 25 мм. Сітка колон 6 * 12 метрів.

Підсобні приміщення : машинне відділення, майстерні, електрощитові, службові приміщення прибудовані до східної сторони холодильника.

На холодильнику передбачено зворотне водопостачання, основним елементом якого являється вентиляторна градирня, з якої охолоджена вода поступає в кожухотрубні конденсатори і на охолоджувальні сорочки компресорів.

					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Вихідні дані

Місце будівництва	Харків
Місткість камер зберігання	420 тон
Середньорічна температура	+6,9 °С
Розрахункова літня температура	+32 °С
Розрахункова зимня температура	-23 °С
Відносна літня вологість повітря	47%
Географічна широта	46,5
Температура за зволженим термометром	+26,43 °С
Вантаж для зберігання	яловичина, сир

					4МХ 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1.3 Техніко-економічне обґрунтування проекту

Вибір одноповерхового холодильника виправдовує себе за багатьма показниками. Такі холодильники мають великий фронт вантажних робіт та можливість раціонального використання комплексної механізації вантажно-розвантажувальних робіт. А це означає – швидкість вантажних робіт та порівняне зменшення їх вартості. Головна ж перевага одноповерхових холодильників – їх проста конструкція, так як питома вага вантажів, припадає безпосередньо на ґрунт. Колони будівлі сприймають невелику вагу, створювану покриттям. Це дозволяє збільшити завантаження на 1 м^2 , отож і висоту камер. Недоліком є більша площа земельного наділу, який займає холодильник та велика поверхня зовнішніх огорожень (особливо перекриття), що призводить до збільшення тепло припливів. Приймаю окремо стоячі фундаменти, на які опираються стіни і колони. Двері холодильних камер відкатні, вони зручні тому що при відкриванні не перешкоджають руху вантажно- розвантажних і транспортних засобів. Розмір дверей 2х3 метра.

Теплоізоляційним матеріалом вибраний пінополістирол ПСБ-С, що має низку переваг порівняно з іншими відповідними матеріалами : вологостійкість , вогнестійкість, не гниє , не знищується бактеріями та шкідниками , відносно дешевий. Пінополістирол має дуже низький коефіцієнт теплопровідності ($\lambda=0,05\text{ Вт/(м*К)}$) та не сприяє корозії металів.

Повторне використання централізованої зворотної води забезпечує питому вагу в загальних витратах. Високоєфективною буде вентиляторна градирня. Енергопостачання централізоване.

					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика швидкопсувних продуктів

М'ясо і м'ясні продукти — важливі продукти харчування, оскільки містять усі необхідні для організму людини речовини: білки — 16-21 %, жири — 0,5-37, вуглеводи — 0,4-0,8, екстрактивні речовини — 2,5-3 %, мінеральні речовини — 0,7-1,3, ферменти, вітаміни (А, D, E), групи В (В1 , В2, В6).

Сировиною для виробництва м'яса і м'ясних продуктів є велика рогата худоба, свині, вівці, кози, дикі тварини, кролі, коні.

М'ясо — це оброблені цілі туші або частини туш забійних тварин, до складу яких входять різні тканини організму тварин (м'язова, сполучна, кісткова, жирова) і залишкова кількість крові.

Хімічний склад й анатомічна будова різних тварин неоднакова, тому властивості і харчова цінність м'яса залежать від їх кількісного співвідношення в туші, що, в свою чергу, залежить від типу і породи тварин, їх статі, віку і вгодованості. Середній вміст в туші тканин, %: м'язової — 50-60, жирової — 5-30, сполучної — 10-16, кісткової — 9-32.

Яловичина. За вгодованістю яловиче м'ясо ділять на дві категорії. Ступінь вгодованості яловичих туш характеризується такими основними показниками. Яловиче м'ясо I та II категорій може випускатися в реалізацію (торгівлю) без обмежень. Не дозволяється випускати в реалізацію худе та виснажене м'ясо, м'ясо некастрованих биків (бугаїв), м'ясо з зачистками і зривами підшкірного жиру, що перевищують 15 % поверхні пів туш або четвертин, а також з неправильним поділом хребта (з залишеними тілами хребців); м'ясо, заморожене більше одного разу; м'ясо свіже, але зі змінами кольору в області шиї (потемніле). Таке м'ясо використовується для промислової переробки на харчові цілі або на підприємствах громадського харчування.

Яловичину і телятину, призначену для роздрібної торгівлі і громадського харчування, по термічному стану підрозділяють на ту, що остигнула, піддану після оброблення туш охолодженню до температури не вище 12°C; охолоджену, піддану охолодженню до температури від 0 до 4°C; що підморожувала до температури в стегні на глибині 1 см від -3 до -5°C, а в товщі м'язів стегна на глибині 6 см від 0 до 2°C; заморожену до температури не вище -8°C. Телятину використовують для приготування блюд тільки в охолоджену вигляді.

Яловичину дорослої худоби (корови, воли, телиці старші за три роки, бики) залежно від угодованої підрозділяють на категорії. Яловичина I категорії (від корів, волів, телиць старше за три роки) має наступні показники: м'язи

					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

розвинені задовільно, остисті відростки спинних і поперекових хребців, сідничні горби, маклаки виділяються не різко; підшкірний жир покриває тушу від 8-го ребра до сідничних горбів; допускаються значні просвіти або відкладення жиру у вигляді невеликих ділянок.

Яловичина II категорії (від корів, волів, телиць старше за три роки) має м'язи, розвинені менш задовільно, виступаючі остисті відростки хребців, сідничні горби і маклаки; жир є у вигляді невеликих ділянок в області поясниці і останніх ребер.

Яловичина I категорії (від биків) має добре розвинені м'язи, опуклі тазостегнові і шийні для лопатки частини, остисті хребці не виступають.

Яловичина II категорії (від биків) має задовільно розвинені м'язи, недостатньо виконані лопаточно-шийну і тазостегнову частини, виступають лопатки і маклаки.

Яловичину від корів-першотілок залежно від маси туш підрозділяють на дві категорії. Яловичина I категорії при масі туші від 165 кг і більше повинна мати добре розвинені м'язи, лопатки без западин, стегна не підтягнуті; остисті відростки хребців, сідничні горби і маклаки можуть злегка виступати. Жирові відкладення є у підставі хвоста і на верхній внутрішній стороні стегон.

Яловичина II категорії масою туші від 165 кг і більш повинна мати задовільно розвинені м'язи, а стегна — западини; остисті відростки хребців, сідничні горби і маклаки виступають виразно, жирові відкладення можуть бути відсутніми. Категорію яловичини від корів-першотілок масою менше 165 кг визначають але характеристики уговою туші від дорослої худоби.

Яловичину від молодняка (бичків, бичків-кастратів, телиць) залежно від маси і уговою підрозділяють на категорій, при цьому молодняка I категорії додатково підрозділяють на класи. Яловичина I категорії — від добірного молодняка, маса туші понад 230 кг; від молодняка 1 -го класу, маса туші від 195 до 230 кг включно; від молодняка 2-го класу: маса туші понад 168 до 195 кг включно; від молодняка 3-го класу: маса туші 168 кг і менш — повинна мати добре розвинені м'язи, лопатки без западин, стегна не підтягнуті, остисті відростки хребців, сідничні горби і маслаки не виступають.

Телятину виробляють тушами або у вигляді подовжніх напівтуш, залишаючи при туше вирізки (внутрішні пояснично-подвздошні м'язи), нирки, при нирковий і тазовий жир і зобну залозу. Телятина I категорії (від телят-молочників) повинна мати задовільно розвинені м'язи рожево-молочного кольору, відкладення жиру в області нирок, тазової порожнини, на ребрах і стегнах. Остисті відростки спинних і поперекових хребців не виступають. Телятина II категорії (від телят, що отримали підгодівлю) має м'язи, розвинені менш

					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

задовільно, рожевого кольору, відкладення жиру незначні, остисті відростки спинних і поперекових хребців злегка виступають.

Клеймування яловичини і телятини. На кожну тушу або напівтушу ставлять клейма, що свідчать про віднесення м'яса до однієї з категорій. Клейма засвідчують угодована і доброякісність. На клеймі зображені: скорочене найменування республіки, номер підприємства і слово «Ветогляд». М'ясо яловиче I категорії клеймлять круглим клеймом, II — квадратним, м'ясо худе і нестандартне — клеймом НС. Колір клейма синій. Додаткові клейма позначають: буквами П — корови-першотілки; Т — телята; Б — бики, бугаї; молодняка клеймлять — Про — добірний, 1, 2, 3-го класів угодованої; ПП — для промпереробки.

Умови зберігання свинини, яловичини

Свинина при температурі – 20 ° С зберігається близько 8 місяців , баранина – приблизно 10 , яловичина – 12 місяців.

Товарознавча характеристика, сира

Сири відрізняються високим вмістом білків, молочного жиру, а також мінеральних солей і вітамінів. Під час дозрівання сиру білки частково розщеплюються на більш прості з'єднання - амінокислоти, необхідні для побудови тканин людського організму. На розщеплення їх в організмі людини витрачається менше енергії, ніж на розщеплення білків молока. Тому білки сиру добре засвоюються навіть дітьми та людьми з ослабленим травленням.

Молочний жир у сирі, як і в молоці, знаходиться головним чином у вигляді дрібних кульок (кілька мікронів у діаметрі), що сприяє також більш швидкому засвоєнню її організмом. Білків. в сирах від 18 до 25%, жиру від 19 до 30% і мінеральних солей (не рахуючи кухонної солі) від 1,5 до 3,5%.

З молока в сир майже повністю переходить вітамін А, приблизно 20% вітамінів В₁ і В₂ та ін Складові частини сиру засвоюються на 98-99%.

Смак сирів надзвичайно різноманітний. Так, смак вершкових сирків тонкий, ніжний; радянського і швейцарського - солодкуватий, пряний, чеддара - кислуватий: голландського - солонуватий (з гостротою); Дорогобузького - злегка аміачний; рокфору - гострий, слабо прогірклий; бринзи - різко солоний. За таких смакових варіантах можна задовольнити смак будь-якого споживача.

Сир - висококалорійний продукт. У залежності від вмісту жиру та білків калорійність його коливається в межах від 2500 до 3900 великих калорій. Найменш калорійні бринза і плавлені сири 40%-ної жирності. Найбільш калорійний (близько 3900 великих калорій) радянський і московський сири 50%-ної жирності. Жир зумовлює не тільки високу калорійність сиру, а й впливає на якість його. Чим більше в сирі жиру, тим він ніжніший і маслянисті.

					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Споживач повинен знати, який сир він купує, тому прийнято на самому сирі, за винятком м'яких і ропних 40%-ної жирності, вказувати жирність його спеціальним штампом, що накладається на кірку сиру, або при формуванні його в скоринку вкладати особливі казеїнові платівки з цифрами, характеризують жирність.

Залежно від жирності штампи (марки) мають різну форму: квадрат - для сирів жирністю не менше 50% і восьмикутник - для сирів жирністю не менше 45%. На штампі вказані жирність, номер заводу та район, де знаходиться завод. Штампи (марки) накладають на форми сиру в декількох місцях, що дозволяє бачити їх на відрізаних шматках сиру.

Сир - високоживильний білковий продукт, одержуваний з молока шляхом його згортання і обробки; він зберігає всі основні поживні речовини молока за винятком вуглеводів. При сироварінні видаляється значна частина води з молока. Сир є концентрованим харчовим продуктом. Він відрізняється високим вмістом легкозасвоюваного молочного білка (23-30%), високодиспергированного молочного жиру (32-33%), кальцієвих і фосфатних солей, жиро-і водорозчинних вітамінів, незамінних амінокислот. Білки сиру засвоюються на 98,5%, жиру - на 96, вуглеводи - на 97%.

Сири володіють високою калорійністю і фізіологічної повноцінністю.

Виробляється широкий асортимент сирів. Вони різняться між собою за особливостями технології, зовнішніми ознаками та органолептичними показниками.

Термін зберігання (в місяцях) зрілих сичужних сирів на холодильниках:

Назва сирів	Ві д 0 до 8 ° С	В ід -2 до -5 ° С
Швейцарський, Алтайський, Радянський, Карпатський	5-6	6-10
Голландський, Костромський, Степовий, Ярославський, Углицький, Естонський, Пошехонський	3-5	4-8
Російський	2-3	2-4
Латвійський	1-2	2-3
Смоленський, Дорогобужский, Рокфор	1-1,5	1-2
Закусочний	0,5	1-2
Розсільні сири	3-4	5-6

Оптимальні умови зберігання сирів: температура від 0 до 8 ° С, відносна вологість повітря 80-85%.

2.2. Обґрунтування вибору температурного режиму

Технологічні умови зберігання продуктів. Причини змінення властивостей продуктів при зберіганні. Засоби збільшення терміну зберігання харчових продуктів при зберіганні їх високої споживчої якості. (температура, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря, санітарно-гігієнічне становище приміщень).

Температурний режим

Яловичина при температурі – 20 ° С зберігається близько 14 місяців

Сир при температурі 0 ° С зберігається близько 2-3 місяців

					4МХ 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Розрахункові дані

Холодильник планується розташувати у південній кліматичній зоні.

Розраховуючи теплоприпливи крізь перегородку, що відділяє камеру від неохолоджуємих приміщень, приймаємо:

Розрахункову різницю температур, у розмірі 70% від повного перепаду температур, якщо приміщення сполучається з зовнішнім повітрям (коридори, тамбури)

У розмірі 60% від повного перепаду температур, якщо приміщення не має прямого сполучення з зовнішнім повітрям (експедиції, приміщення товарної обробки продуктів тощо.)

Ємність камер зберігання - 420 тон з них:

зберігання яловичини в напівтушах - 50%
зберігання сиру твердого - 50%

3.2. Розрахунок будівельних площ.

Будівельну площу камер схову визначаємо по формулі:

$$F_{\text{буд}} = \frac{V_{\text{к}}}{q_{\text{v}} \cdot h_{\text{гр}} \cdot \beta}; \quad (3.1)$$

де, q_{v} - норма навантаження на 1 м^3 вантажного обсягу камери, $\left(\frac{\text{т}}{\text{м}^3}\right)$;

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

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

Число будівельних прямокутників:

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

де, f – будівельна площа одного прямокутника, залежить від вибраної сітки колон.

Сітку колон приймаємо 6×12 ;

$n_{\text{д}}$ приймаємо 3;

Дійсна місткість камери:

$$V_{\text{к.д}} = V_{\text{к.р}} \cdot \frac{n_{\text{д}}}{n}, \text{ т} \quad (3.3)$$

Усі розрахунки зводимо до табл.

					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

назва камери	Вк, т	qv, т/м3	h, м	β	f, м2	Fтр, м2	птр	нд	Fд, м2	Вкд, т
кам. зберігання яловичини	210	0,3	4	0,77	72	227,3	3,16	3	216	199,58
кам. зберігання сиру	210	0,3	4	0,77	72	227,3	3,16	3	216	199,58
всього камер зберігання	420					454,5			0	399,17
доп. Прим.					72	136,4	1,89	3	216	
охлаждаемий склад					72	590,9	8,21	7,5	540	
машинне відділення					72	177,3	2,46	1	72	
службне приміщення					72	177,3	2,46	2	144	

3.3 Вимоги до планування.

Під плануванням розуміють розміщення всіх камер зберігання та допоміжних приміщень холодильника з урахуванням їх призначення, кількості та розмірів. Для забезпечення найбільш раціонального планування слід дотримуватись наступних правил.

1. Планування відповідає схемі технологічного процесу виробництва та сприяти послідовності операцій холодильної обробки (передбачати найкоротші шляхи перевезень у холодильнику, не допускати зустрічних потоків вантажу).
2. Планування повинне сприяти зменшенню початкових витрат на будівлю холодильника.
3. При плануванні вибрав такі розміри та форму холодильника і так розташуйте в ньому камери, щоб теплоприпливи зовні та між камерами були мінімальними.
4. Планування відповідає прийнятій системі охолодження.
5. Планування холодильника відповідає вимогам правил техніки безпеки та протипожежної безпеки.
6. При плануванні врахував можливість розширення холодильника.

										Арк.
										16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ					

3.4. Планування холодильника



Мал.. 3.1. Планування холодильника

- 1- Камера зберігання сиру, $t=0$ С, $F= 144$ м.кв
- 2- Камера зберігання сиру, $t=0$ С, $F= 72$ м.кв
- 3- Камери зберігання замороженої яловичини, $t = -20$ С, $F= 144$ м.кв
- 4- Камери зберігання замороженої яловичини, $t = -20$ С, $F= 72$ м.кв
- 5- Коридор вантажний
- 6- Автомобільна платформа
- 7- Службні приміщення
- 8- Машинне відділення

3.5. Розрахунок ізоляції огорожень.

Товщину ізоляційного шару огорожі визначаємо за такою формулою:

$$\sigma_{із} = \lambda_{із} \cdot \left[\frac{1}{k_{тр}} - \left(\frac{1}{\alpha_з} + \sum \frac{\sigma_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_в} \right) \right]; \quad (3.4)$$

де $\alpha_в$ і $\alpha_з$ - коефіцієнти тепловіддачі із зовнішньої та внутрішньої сторони огорожі $\left(\frac{Вт}{м^2 \cdot K} \right)$; σ_i - товщина будівельних шарів конструкції, м; λ_i - коефіцієнт теплопровідності будівельних шарів конструкції $\left(\frac{Вт}{м^2 \cdot K} \right)$; $\sigma_{із}$ - товщина теплоізоляційного шару, м; $\lambda_{із}$ - коефіцієнт теплопровідності ізоляційного шару $\left(\frac{Вт}{м^2 \cdot K} \right)$.

Після вибору дійсної товщини ізоляції визначаємо дійсний коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$k_0^д = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_з} + \sum \frac{\sigma_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_в} \right) + \frac{\sigma_{із,д}}{\lambda_{із}}} ; \quad (3.5)$$

де $\lambda_{із}$ - коефіцієнт теплопровідності ізоляційного шару $\left(\frac{Вт}{м^2 \cdot K} \right)$. $\lambda_{із,д}$ - прийнята товщина теплоізоляційного шару, м

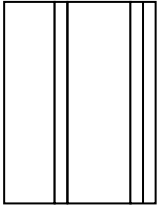
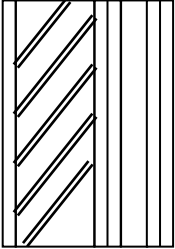
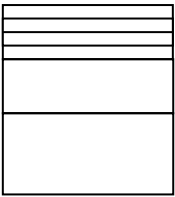
Усі розрахунки товщини теплоізоляційного шару зводимо в табл.

Таблиця 3.2

Огородження	λ	t в	а н	а в	R н	R в	$\sum R_i \frac{м^2 \cdot K}{Вт}$	δ из. треб.	δ из. действ	К тр.	К д.
	Вт/мК	С	Вт/м ² К	Вт/м ² К	м ² К/Вт	м ² К/Вт	м ² К/Вт	м	м	Вт/м ² К	Вт/м ² К
наружная	0,05	0	23	9	0,043	0,111	0,108	0,112	0,12	0,4	0,38
внутренняя	0,05	0	8	9	0,125	0,111	0,543	0,070	0,07	0,46	0,46
покрытие	0,05	0	23	7	0,043	0,143	0,079	0,122	0,12	0,37	0,38
наружная	0,05	-20	23	9	0,043	0,111	0,108	0,225	0,23	0,21	0,21
внутренняя	0,05	-20	8	9	0,125	0,111	0,543	0,140	0,14	0,28	0,28
покрытие	0,05	-20	23	7	0,043	0,143	0,079	0,214	0,22	0,22	0,214
полы	0,05	-20	-	6	-	0,167	2,43	0,108	0,11	0,21	0,21

Таблиця № - «Конструкції огорожень»

Таблиця 3.3

Найменування і конструкція огорожень	Найменування і матеріал шару	На шару $t_{m,i}$, м	Коеф. теплопровідності λ_i , Вт/мК	Тепловий опір R_i м ² К/Вт
Зовнішня стінова панель 	1. Штукатурка складним розчином по метал. сітці	0,02	0,98	0,020
	2. Теплоізоляція ПСБ-С	треба. визнач	0,05	Треба визначити
	3. Пароізоляція -- 2 шари гідроізола на бітумній мастиці	0,004	0,30	0,013
	4. Зовнішній шар з важкого бетону	0,140	1,86	0,075
				$\Sigma=0,108$
Зовнішня стіна (з цегли) 	1. Штукатурка складним розчином по метал. сітці	0,02	0,98	0,020
	66135592. Теплоізоляція ПСБ-С	треб. визн. 0,004	0,05 0,30	треб. визн. 0,013
	66135593. Пароізоляція-2шару гідроізола на бітумній мастиці	0,20	0,93	0,022
	66135594. Штукатурка цементно-піщана	0,500	0,81	0,469
	66135595. Кладка цегляна на цементному розчині	0,020	0,93	0,022
				$\Sigma=0,546$
Покриття охолоджуваних приміщень 	1.5 шарів гідроізола на бітумній мастиці	0,012	0,3	0,040
	2. Стяжка з бетону по метал. сітці	0,040	1,86	0,022
	3. Пароізоляція (шар пергаменту)	0,001	0,15	не врах.
	4. Плитна теплоізоляція ПСБ-С	треб. визн. 0,035	0,05	—
	5. Залізобетонна плита покриття	0,035	2,04	0,017
				$\Sigma=0,079$

3.6. Тепловий розрахунок

Теплоприпливи через огороження розраховуємо по формулі:

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1c} \quad (3.6)$$

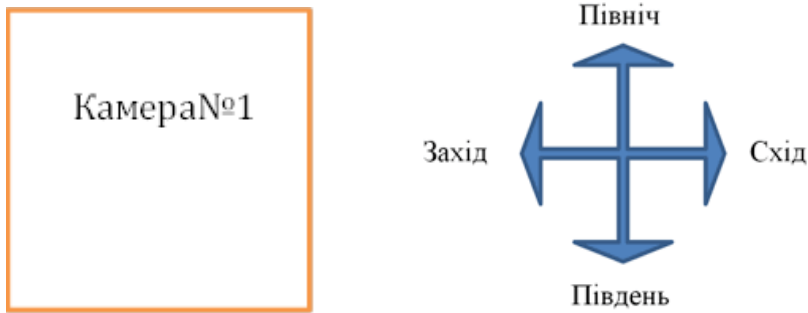
$$Q_{1T} = k_d F (t_z - t_v) 10^{-3} \quad (3.7)$$

$$Q_{1c} = k_d F \Delta t_c 10^{-3} \quad (3.8)$$

де k_d – дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження, Вт/мК
 Δt_c - надлишкова різниця температур, що характеризує дію сонячної радіації в літню пору, С

Усі розрахунки зводимо до табл.

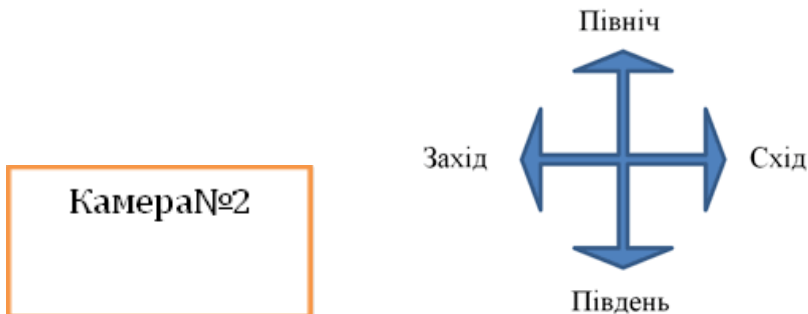
Тепловий розрахунок камери №1



Таблиця 3.4

		Камера №1														
огороже	k_d	Вт/м ² К	м ²	t_n	С	t_v	С	θ	Q_{1T}	кВт	t_c	С	Q_{1c}	кВт	Q_1	кВт
СЗПн	0,36	72	32	0	32	0,829	0	0	0,829				0	0,829		
СВСх з кор	0,36	72		0	22,4	1	0	0	0,581				0	0,581		
СВПд з ка	0,36	72	0	0	0	0,000			0,000				0	0,000		
СЗЗх	0,36	72	32	0	32	0,829	11,7	0	1,133				0	1,133		
покриття	0,21	144	32	0	32	0,968	14,9	0,451	1,418				0,451	1,418		
підлога									0,000					0,000		
																3,961

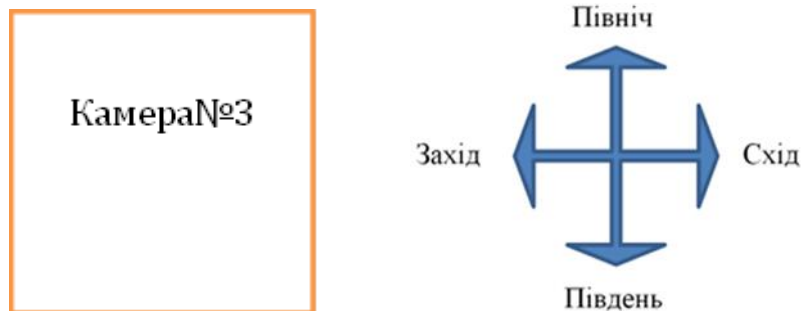
Тепловий розрахунок камери №2



Таблиця 3.5

огорожде	Кд, Вт/м ² К		Камера №2			Q _{1т} кВт	t _с С	Q _{1с} кВт	Q ₁ кВт
	м ²	м ²	t _н , С	t _в , С	θ,				
СВПн	0,36	72	0	0	0	0,000	0	0	0,000
СВСх з коф	0,36	36		0	22,4	0	0	0	0,290
СЗПд з авт	0,36	72	32	0	32	0,829	8	0	1,037
СЗЗх	0,36	36	32	0	32	0,415	11,7	0	0,566
покриття	0,21	72	32	0	32	0,484	14,9	0,225	0,709
підлога									0,000
									2,603

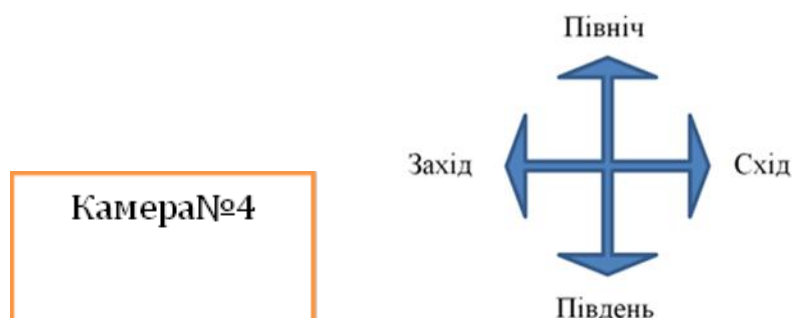
Тепловий розрахунок камери №3



Таблиця 3.6

огорожде	Кд, Вт/м ² К		Камера №3			Q _{1т} кВт	t _с С	Q _{1с} кВт	Q ₁ кВт
	м ²	м ²	t _н , С	t _в , С	θ,				
СЗПн	0,23	72	32	-20	52	0,861	0	0	0,861
СВСх з слу	0,26	72		-20	31,2	1	0	0	0,584
СВПд з ка	0,26	72	-20	-20	0	0,000	0	0	0,000
СВЗх з коф	0,26	72		-20	36,4	0,681	0	0	0,681
покриття	0,21	144	32	-20	52	1,572	14,9	0,451	2,023
підлога									0,000
									4,150

Тепловий розрахунок камери №4



Таблиця 3.7

					4МХ 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Камера №4													
огорожде	Кд,	Вт/м ² К	м ²	t _н ,	С	t _в ,	С	θ,	Q _{1т} кВт	t _с	С	Q _{1с} кВт	Q ₁ кВт
СВПн	0,26	72		-20		-20		0	0,000	0		0	0,000
СВСх з ма	0,26	36				-20		31,2	0			0	0,292
СЗПд з авт	0,26	72		32		-20		52	0,973	8		0	1,123
СВЗх з кор	0,26	36				-20		36,4	0,341	0		0	0,341
покриття	0,21	72		32		-20		52	0,786	14,9		0,225	1,012
підлога													0,000
													2,767

Теплоприпливи від вантажів при холодильній обробці розраховуємо по формулі:

$$Q_2 = Q_{2пр} + Q_{2т}; \quad (3.9)$$

$$Q_{2пр} = M_{пр} \cdot \Delta i \cdot \frac{10^3}{\tau \cdot 3600}; \quad (3.10)$$

де, $M_{пр}$ - добове надходження продукції на камеру, т/добу.

Δi - ентальпія початкової та кінцевої температури продукту, $\left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}\right)$.

τ - тривалість холодильної обробки продукту, г/д.

10^3 - коефіцієнт переводу із тон у кг.

3600 - коефіцієнт переводу із годин у секунди.

Теплоприплив від тари:

$$Q_{2т} = M_{т} \cdot C_{т} \cdot (t_1 - t_2) \cdot \frac{10^3}{\tau \cdot 3600}; \quad (3.11)$$

де, $M_{т}$ - добове надходження тари, т/добу.

$C_{т}$ - питома теплоємність тари, $\left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}\right)$.

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

Всі розрахунки зводжу в табл.

Таблиця 3.8

№ кам.	В	Мпр	t1	t2	різн t	i1	i2	різн i	Q2 пр	Мт	Ст	Q2т	Q2
	тонн	т/сут	С	С	С	кДж/кг	кДж/кг	кДж/кг	кВт	т/сут	кДж/кг*К	кВт	кВт
Кам. 1	133,2	10,656	12	0	12	53,2	19	34,2	4			0,000	4,218
Кам. 2	66,6	5,328	12	0	12	53,2	19	34,2	2			0,000	2,109
Кам. 3	133,2	10,656	-8	-20	12	39,4	0	39,4	5			0,000	4,859
Кам. 4	66,6	5,328	-8	-20	12	39,4	0	39,4	2			0,000	2,430

Експлуатаційні теплоприпливи

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 \quad (3.12)$$

Теплоприплив від освітлення

$$q_1 = A \cdot F \cdot 10^{-3} \quad (3.13)$$

де A - кількість тепла, що виділяється освітленням в одиницю часу на м² площі підлоги, Вт / м²

					4МХ 54. 00 28. 000 ДП ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					23

F - площа підлоги, м²

Теплоприплив від перебування людей

$$q_2 = 0,35 n \quad (3.14)$$

де 0,35 - тепловиділення однієї людини при важкій фізичній роботі, кВт
n - число людей, працюючих в одному помешкані

Теплоприплив від працюючих електродвигунів

$$q_3 = N_э \quad (3.15)$$

де N_э - потужність електродвигунів, кВт

Теплоприпливи при відкритті дверей

$$q_4 = KF10^{-3} \quad (3.16)$$

де K - питомий приплив тепла при відкритті дверей, Вт/м²

Всі розрахунки зводимо до табл..

Таблиця 3.9

№ кам	F, м ²	A, Вт/м ²	q1, кг/м3	n, шт	q2, кг/м3	Nэ, шт	q3, кг/м3	K, Вт/м2	q4, кг/м3	Q4, кВт
камера 1	144	2,3	0,331	3	1,05	3	3	15	2,16	6,541
камера 2	72	2,3	0,166	2	0,7	2	2	15	1,08	3,946
камера 3	144	2,3	0,331	3	1,05	3	3	12	1,728	6,109
камера 4	72	2,3	0,166	2	0,7	2	2	12	0,864	3,730

3.7. Визначення навантаження на компресор і камерне устаткування

Таблиця 3.10

№ кам.	Q1		Q2		Q4		Q	
	Q об	Q км	Q об	Q км	Q об	Q км	Q об	Q км
t=-10								
камера 1	3,961	3,5649	4,218	2,5308	6,541	4,90575	14,720	11,00145
камера 2	2,603	2,3427	2,109	1,2654	3,946	2,9595	8,658	6,5676
								17,569
t=-30								
камера 3	4,150	3,735	4,859	2,9154	6,109	4,58175	15,118	11,23215
камера 4	2,767	2,4903	2,430	1,458	3,730	2,7975	8,927	6,7458
								17,978

Холодопродуктивність компресорів розраховуємо по формулі

$$Q_0 = \frac{k \cdot Q_K}{b} \quad (3.17)$$

$$Q_{0(-10)} = 17,57 / 0,9 = 19,52$$

$$Q_{0(-30)} = 17,978 / 0,9 = 19,98$$

де k - коефіцієнт, що враховує втрати в трубопроводах, апаратах холодильної установки.

					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ				Арк.
									24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

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

b - коефіцієнт робочого часу.

3.8. Вибір температурних режимів роботи холодильної машини

Температура кипіння:

$$t_o = t_{кам} - (7 \div 10) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.18)$$

$$t_{o1} = -20 - 10 = -30$$

$$t_{o2} = 0 - 10 = -10$$

Температура води, яка надходить на конденсатор

$$t_{w1} = t_{MT} + (3 \div 4) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.19)$$

$$t_{w1} = 23 + 3 = 26 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура води, що виходить із конденсатора

$$t_{w2} = t_{w1} + (2 \div 5) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.20)$$

$$t_{w2} = 26 + 4 = 30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура конденсації

$$t_k = t_{w2} + (2 \div 4) \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{або} \quad t_k = t_{MT} + 10 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.21)$$

$$t_k = 30 + 3 = 33 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{або} \quad t_k = 23 + 10 = 33 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура переохолодження холодильного агента перед регулюючим вентилем

$$t_{по} = t_k - (3 \div 5) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.22)$$

$$t_{по} = 33 - 5 = 28 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура усмоктування

$$t_{вс} = t_o + (15 \div 20) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.23)$$

$$t_{вс} = -30 + 20 = -10$$

$$t_{вс} = -10 + 20 = 10$$

Значення температури рідкого фреону після РТО знаходимо із рівняння теплового балансу регенеративного теплообмінника

Для $t_{o1} = -30$

$$i_3 = i_3' - (i_1 - i_1') = 251 - (380 - 367) = 238 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad (3.24)$$

Для $t_{o2} = -10$

$$i_3 = i_3' - (i_1 - i_1') = 251 - (367 - 354) = 238 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

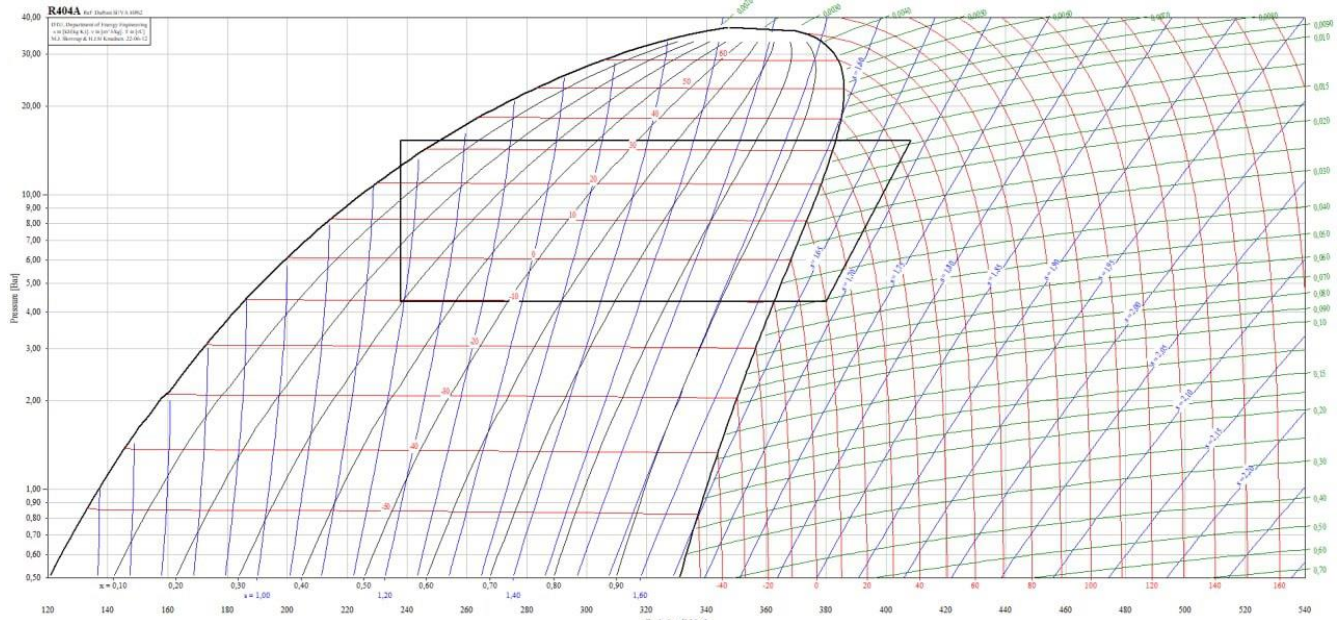
					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

3.9. Побудова циклів холодильної машини зняття параметрів вузлових точок

Холодильний агент приймаю: R404A.

Зображення:

цикли холодильної машини в i -lg P діаграмі.



Малюнок 3.2 i -lg P діаграма

Таблиця 3.11

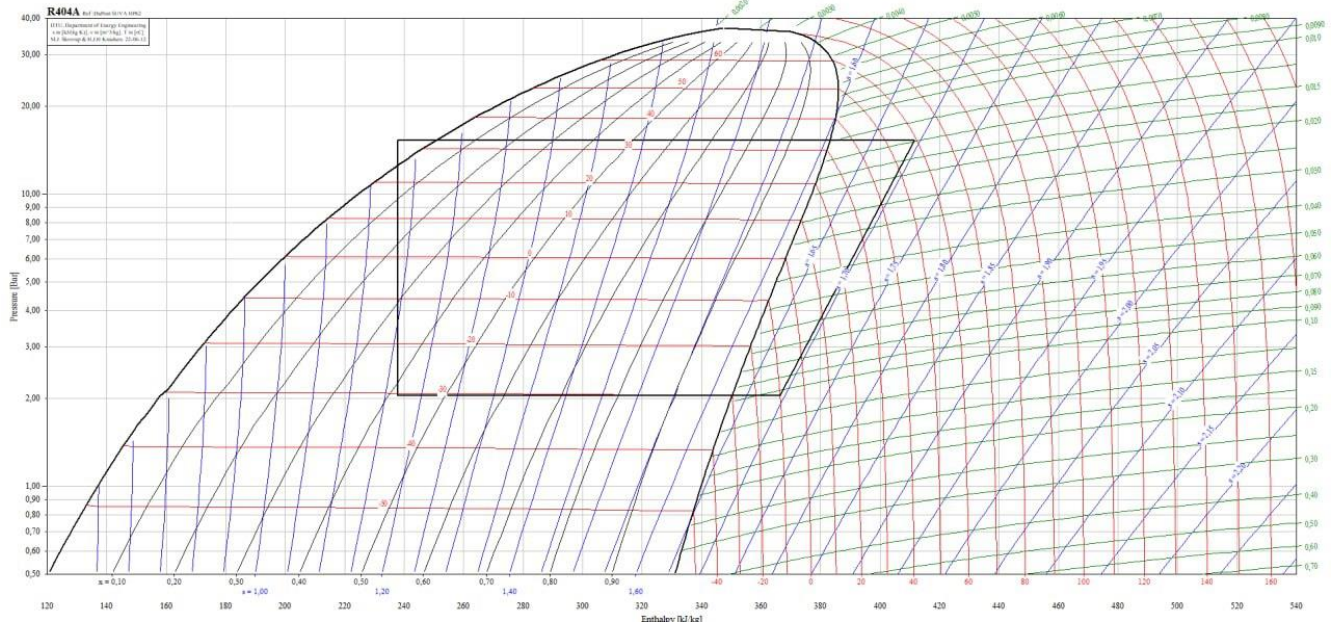
Номер точки	t C	P Мпа	h кДж/кг	v м3/кг
0	-10	0,43	362	
1'	-5	0,43	367	
1	10	0,43	380	0,05122
2	56	1,5	408	
3'	33	1,5	251	
3	25	1,5	238	
4	-10	0,43	238	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ

Арк.

26



Малюнок 3.3 і- lg P діаграма

Таблиця 3.12

Номер точки	t C	P Мпа	h кДж/кг	v м3/кг
0	-30	0,2	350	
1'	-25	0,2	354	
1	-10	0,2	367	0,1036
2	59	1,5	412	
3'	33	1,5	251	
3	25	1,5	238	
4	-30	0,2	238	

3.10. Тепловий розрахунок і добір компресора

Розрахунок одноступінчатого компресору:

Питома масова холодопродуктивність холодильного агента:

$$q_o = h_1 - h_4 \quad (3.25)$$

Масова витрата пару

$$M_d = Q_o / q_o \quad (3.26)$$

де Q_o - навантаження на компресор з обліком витрат, кВт

Дійсна об'ємна подача

$$V_d = m_d V_1 \quad (3.27)$$

де V_1 - питомий обсяг усмоктуваного пару, м³/кг

Коефіцієнт подачі компресору:

$$\lambda = \lambda_i * \lambda_{\omega_1} \quad (3.28)$$

Індикаторний коефіцієнт подачі компресору

$$\lambda_i = \frac{p_o - \Delta p_{ec}}{p_o} - c \left(\frac{p_k + \Delta p_n}{p_o} - \frac{p_o - \Delta p_{ec}}{p_o} \right) \quad (3.29)$$

Коефіцієнт невидимої витрати компресору

$$\lambda_{\omega'} = T_o / T_k \quad (3.30)$$

Теоретична об'ємна подача

$$V_T = V_D / \lambda \quad (3.31)$$

Індикаторна потужність:

$$N_i = N_a / \eta_i \quad (3.32)$$

Потужність тертя:

$$N_{тр} = V_T P_{тр}, \quad P_{тр} = 50-60 \text{ Н} \quad (3.33)$$

Ефективна потужність:

$$N_e = N_i + N_{тр} \quad (3.34)$$

Потужність на валу двигуна:

$$N_{дв} = (1,1 \div 1,12) N_e / \eta_{дв} \quad (3.35)$$

Тепловий потік в конденсаторі:

$$Q_{кд} = m_D (h_2 - h_3) \quad (3.36)$$

По V_T по каталогу підбираю марку і кількість компресорів

Таблиця 3.13

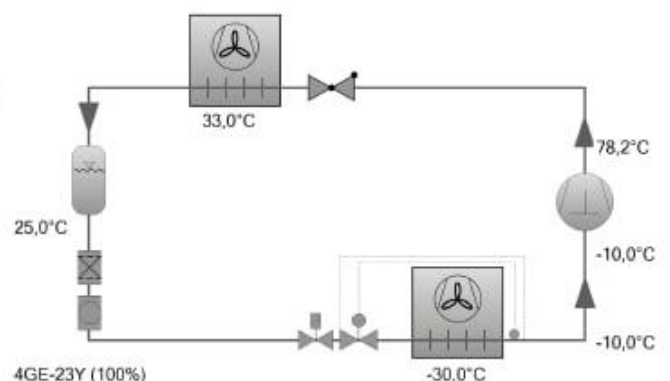
режим	q0, кДж/кг	Q0, кВт	Mт, кг/с	Vд, м/с	Vh м3/с(т/лі)	λ_w	λ	Марка КМ	кол. шт	Nт, кВт	Ni, кВт	Ne, кВт	Nел, кВт	Qкд, кВт	vт	
t=-30	112	19,98	0,178393	0,018482	0,025315	0,91935	0,794118	0,730072	4GE-23Y-	1	8,027679	11,16323	12,40359	14,59246	31,14323	0,025315

По $V_T = 0,0253 \text{ м}^3/\text{сек}$ підбираємо один одноступінчастий компресор марки 4GE-23Y-40P фірми BITZER

Выбор: Полугерметичные поршневые компрессоры

Исходные данные

модель компрессора	4GE-23Y
Режим	Охлаждение и кондиционирование воздуха
Хладагент	R404A
Темп., используемая в расчете	Темп. "точки росы"
Тиспарения SST	-30,00 °C
Тконденсации SCT	33,0 °C
Темп. жидкости (после конденсатора)	25,0 °C
Перегрев всасыв. паров	20,00 K
Режим эксплуатации	Авто
Энергоснабжение	400V-3-50Hz
Регулятор производ-сти	100%
Полезный перегрев	100%



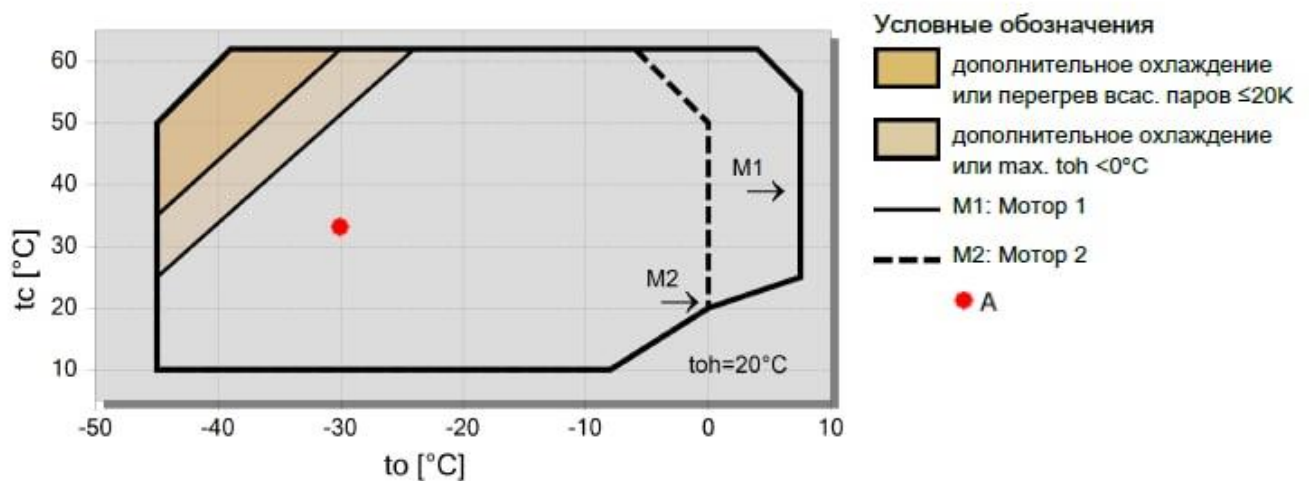
Малюнок 3.4 Початкові дані

					4MX 54.00 28.000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Компрессор	4GE-23Y-40P
Ступени регулирования производительности	100%
Холодопроизвод-сть	22,9 kW
Холодопроизвод-сть*	22,9 kW
Произв-сть испарителя	22,9 kW
Потребл. мощность	11,64 kW
Ток (400V)	20,7 A
Напряжения питания	380-420V
Производительность конденсатора	34,5 kW
СОР/КПД	1,97
СОР/КПД *	1,97
Массов. расход	636 kg/h
Режим эксплуатации	Стандарт
Температура нагнетания без охлаждения	78,2 °C

Малюнок 3.5 Компрессор

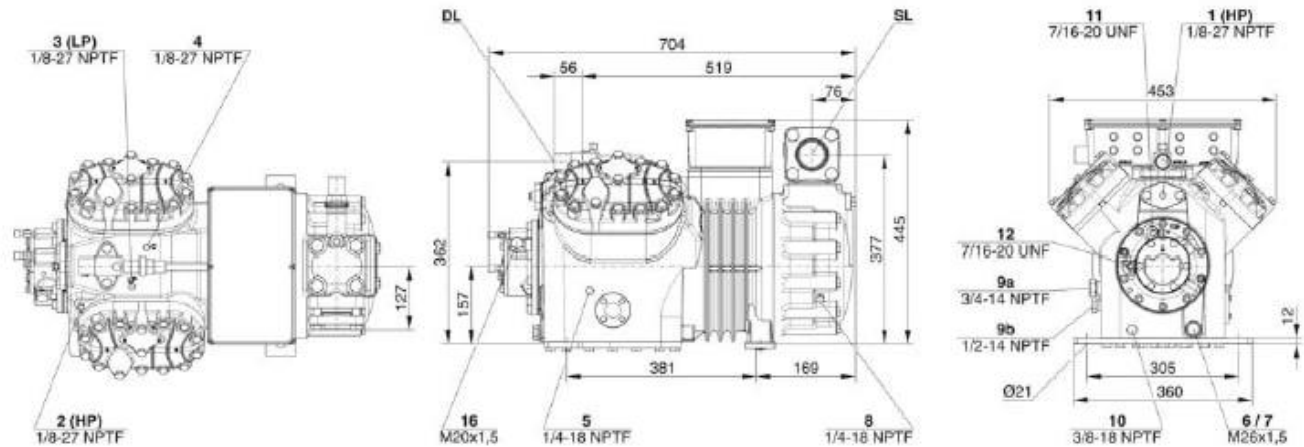
Границы применения 100% 4GE-23



Малюнок 3.6 Межі компресора

Технические данные: 4GE-23Y

Размеры и соединения



Малюнок 3.7 Розміри компресора

Технические данные

Технические параметры

Объемная произ-сть (1450 об/мин 50Гц)	84,5 м³/ч
Объемная произ-сть(1750 об/мин 60Гц)	101,98 м³/ч
Число цилиндров x Диаметр x Ход поршня	4 x 75 mm x 55 mm
Вес	196 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	19 / 32 bar
Присоединение линии всасывания	54 mm - 2 1/8"
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)
Тип масла для R1234yf	BSE32 (Standard) R1234yf tc>70°C : BSE55 (Option)
Тип масла для R1234ze	BSE55 (Standard) to>15°C: BSE85K (Option) tc>70°C: BSE85K (Option)
Тип масла для R454C/R455A	BSE32 (Standard)
Тип масла для R515B	BSE55 (Standard) to>15°C: BSE85K (Option) tc>70°C: BSE85K (Option)

Параметры мотора

Версия мотора	2
Напряжение мотора (др. по запросу)	380-420V PW-3-50Hz
Максимальный рабочий ток	43.9 A
Соотношение обмоток	50/50
Пусковой ток (ротор заблокирован)	97.0 A Y / 158.0 A YY
Max. энергопотребление	27,0 kW

Комплект поставки

Защита мотора	SE-B3(Standard), SE-B2(OPTION), CM-RC-01(OPTION)
Класс защиты	IP54 (Standard), IP66 (Option)
Антивибрационные демпферы	Standard
Заправка масла	4,50 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 производительности	100-10% (Option)
Дополнительный вентилятор	Option
Refrigerant Injection (RI)	Option
Сервисный масляный клапан	Option

Малюнок 3.8 Технічна характеристика компресора

									Арк.
									30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	4MX 54.00 28.000 ДП ПЗ				

Таблиця 3.14

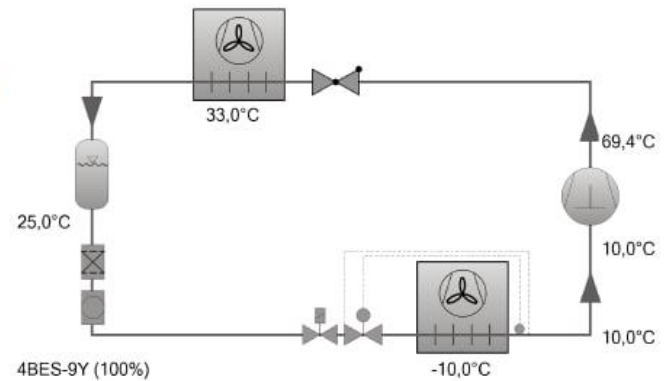
режим	q0, кДж/кг	Q0, кВт	МТ, кг/с	Vд, м/с	Vh м3/с(т/л)	λw	λ	Марка КМ	кол. Шт	Nт, кВт	Ni, кВт	Ne, кВт	Neл, кВт	Qкд, кВт	vt	
t=-10	124	19,52	0,157419	0,008063	0,010002	0,937907	0,859477	0,80611	4CES-6Y-	1	4,407742	5,28204	5,868934	6,904628	24,80204	0,010002

По $V_T=0,01 \text{ м}^3/\text{сек}$ підбираємо один одноступінчастий компресор марки 4BES-9Y-40S фірми BITZER

Выбор: Полугерметичные поршневые компрессоры

Исходные данные

модель компрессора	4BES-9Y
Режим	Охлаждение и кондиционирование воздуха
Хладагент	R404A
Темп., используемая в расчете	Темп. "точки росы"
Тиспарения SST	-10,00 °C
Тконденсации SCT	33,0 °C
Темп. жидкости (после конденсатора)	25,0 °C
Темп. всасываемых паров	10,00 °C
Режим эксплуатации	Авто
Энергоснабжение	400V-3-50Hz
Регулятор производ-сти	100%
Полезный перегрев	100%



Малюнок 3.9 Початкові дані

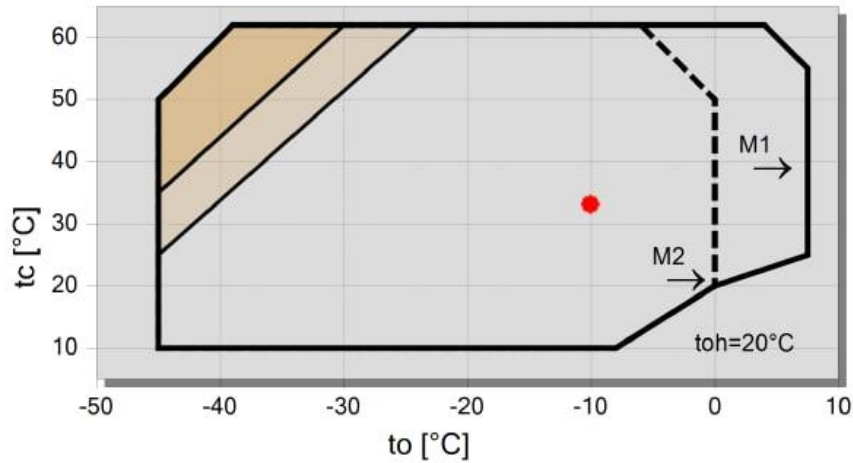
Результат

Компрессор	4BES-9Y-40S
Ступени регулирования производительности	100%
Холодопроизвод-сть	24,0 kW
Холодопроизвод-сть*	22,7 kW
Произв-сть испарителя	24,0 kW
Потребл. мощность	7,30 kW
Ток (400V)	12,64 A
Напряжения питания	380-420V
Производительность конденсатора	31,3 kW
СОР/КПД	3,29
СОР/КПД *	3,11
Массов. расход	607 kg/h
Режим эксплуатации	Стандарт
Температура нагнетания без охлаждения	69,4 °C

Малюнок 3.10 Компрессор

					4MX 54.00 28.000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Границы применения 100% 4BES-9



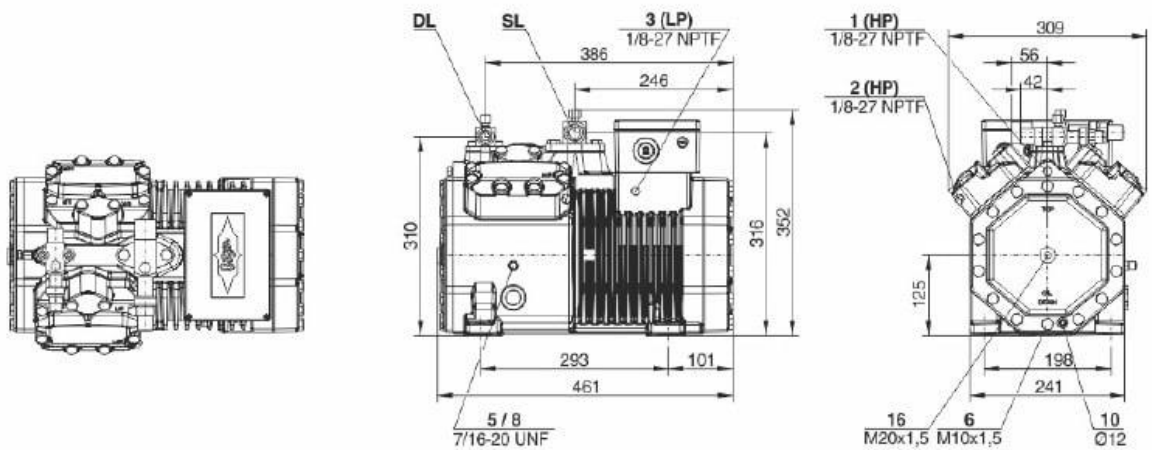
Условные обозначения

- дополнительное охлаждение или перегрев всас. паров $\leq 20K$
- дополнительное охлаждение или max. toh $< 0^{\circ}C$
- M1: Мотор 1
- M2: Мотор 2
- A

Малюнок 3.11 Межі компресора

Технические данные: 4BES-9Y

Размеры и соединения



Малюнок 3.12 Розміри компресора

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

4MX 54.00 28.000 ДП ПЗ

Арк.

32

Технические данные

Технические параметры

Объемная произв-сть (1450 об/мин 50Гц)	36,13 m3/h
Объемная произв-сть(1750 об/мин 60Гц)	43,61 m3/h
Вес	99 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	19 / 32bar
Присоединение линии всасывания	28 mm - 1 1/8"
Присоединение линии нагнетания	22 mm - 7/8"
Тип масла для R134a/R404A/R507A/R407A/R407C/R407F	BSE32(Standard) R134a tc>70°C: BSE55 (Option)
Тип масла для R22 (R12/R502)	B5.2 (Option)
Тип масла для R1234yf	BSE32 (Standard) R1234yf tc>70°C : BSE55 (Option)
Тип масла для R1234ze	BSE55 (Standard) to>15°C: BSE85K (Option) tc>70°C: BSE85K (Option)
Тип масла для R454C/R455A	BSE32 (Standard)
Тип масла для R515B	BSE55 (Standard) to>15°C: BSE85K (Option) tc>70°C: BSE85K (Option)

Параметры мотора

Версия мотора	2
Напряжение мотора (др. по запросу)	380-420V Y-3-50Hz
Максимальный рабочий ток	18.0 A
Пусковой ток (ротор заблокирован)	82.4 A
Max. энергопотребление	12,3 kW

Комплект поставки

Защита мотора	SE-B3(Standard), SE-B2(Option)
Класс защиты	IP65
Антивибрационные демпферы	Standard
Заправка масла	2,00 dm ³

Доступные опции

Присоединение линии всасывания	Option
Запорный клапан на нагнетании	Option
Датчик температуры нагнетания	Option
Регулирование производительности	100-50% (Option)
Плавное регулирование производительности	100-10% (Option)
Дополнительный вентилятор	Option
Подогреватель масла в картере	0..120 W PTC (Option)
Контроль уровня масла	OLC-K1 (Option)

Измерения шумовых параметров

Уровень звуковой мощности (+5°C/50°C) @50Гц	73,2 dB(A) @ 50Hz
Уровень звуковой мощности (-10°C/45°C) @50Гц	74,1dB(A) @ 50Hz

Малюнок 3.13 Технічна характеристика компресора

3.11. Тепловий розрахунок і добір конденсаторів

Таблиця 3.15

F	Qk	k	m	Vв
10,49554	24,802	500	4,7261961	0,00148
-30				
F	Qk	k	m	Vв
13,17889	31,143	500	4,7261961	0,001858

Площа поверхні конденсатора, що передає тепло

$$F = \frac{Q_k}{k \theta_m} \quad (3.37)$$

де Q_k - сумарний тепловий потік у КД від усіх груп компресорів, кВт
 k - коефіцієнт теплопередачі конденсатора, Вт/м² К

					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

θ_m - середня логарифмічна різниця температур між конденсуючимся Х/А й охолоджуючим середовищем, °С

Середня логарифмічна різниця температур

$$\theta_m = \frac{t_{в2} - t_{в1}}{2,31g \frac{t_{к} - t_{в1}}{t_{к} - t_{в2}}} \quad (3.38)$$

Витрата охолоджуючої води, що надходить на КД

$$V_{в} = \frac{Q_{к}}{C_{в} \cdot \rho_{в} \cdot (t_{в2} - t_{в1})} \quad (3.39)$$

де $Q_{к}$ - сумарний тепловий потік у КД від усіх груп компресорів, кВт

$C_{в}$ - питома теплоємність води, $C_{в} = 4,19$ кДж/кг К

$\rho_{в}$ - густина води, $\rho_{в} = 1000$ кг/м³

$t_{в2} - t_{в1}$ - підігрів води в КД, °С

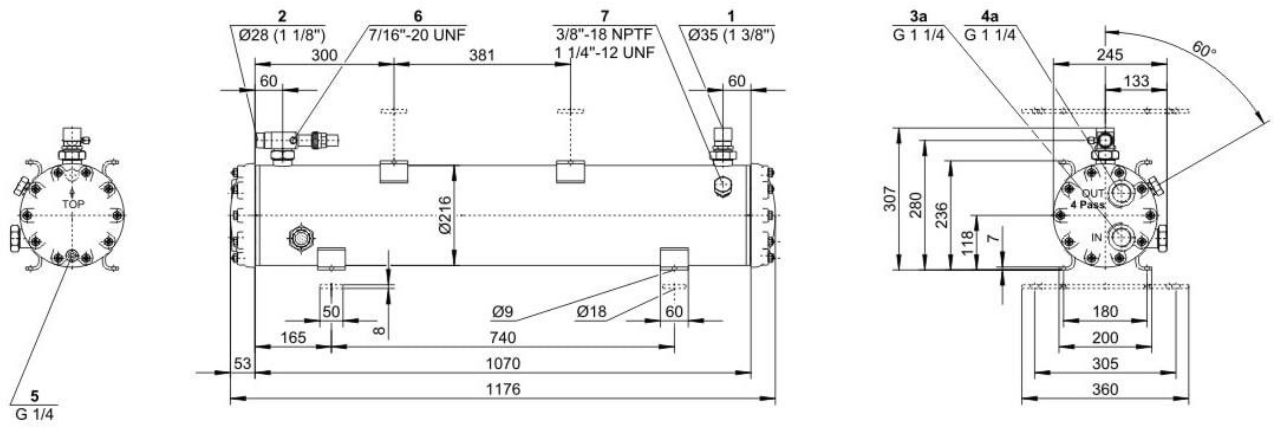
Підбираємо конденсатор К813Н

Тип конденсатора	К813Н
Количество проходв	2
Производительность конденсатор	56,2 kW
Макс. допустим. произв-ть	157,1 kW
Тконденсации SCT	33,0 °C
темп. воды на выходе	30,1 °C
Объемн. расход	11,85 м ³ /h
Мин. объемн. расход	4,54 м ³ /h
Макс. объемн. расход	22,7 м ³ /h
Скорость протекания жидкости	1,30 м/s
Падение давления	0,11 bar

Малюнок 3.14 Конденсатор

					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Размеры и соединения



Малюнок 3.15 Розміри конденсатора

Технические данные

Технические параметры

Вес	65 kg
Общая ширина	1176 mm
Общая высота	307 mm
Наружный диаметр корпуса	216 mm
Подвод хладагента	35 mm - 1 3/8"
Выход хладагента	28 mm - 1 1/8"
Подвод охладителя (2 прохода)	2"
Выход охладителя (2 прохода)	2"
Подвод охладителя (4 прохода)	1 1/4"
Выход охладителя (4 прохода)	1 1/4"
Полезный объем хладагента	27,7 dm ³
Макс. наполн. хладагентом 90% при 20 C / 68 F	
R22	30,2 kg
R134a	30,6 kg
R407C	28,9 kg
R404A/R507A	26,6 kg
R1234yf	27,8 kg
R1234ze	29,5 kg
R410A	27,1 kg
R32	24,5 kg
R454B	25 kg
R452B	25,1 kg
Макс. избыточное давление	33 bar
Мах. рабочая температура	120°C
Мах. давление в полости хладоносителя	10 bar
Присоединение большего выхода	35 mm - 1 3/8"

Доступные опции

Адаптер для предохранительного клапана	Option
Две монтажные шины (сверху)	Option
Две монтажные шины (снизу)	Option

Малюнок 3.16 Технічна характеристика конденсатора

3.12. Розрахунок і добір камерного устаткування

Розрахунок і добір батарей і повітроохолоджувачів :

$$F = \frac{Q_{об}}{k \Delta t} \quad (3.40)$$

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

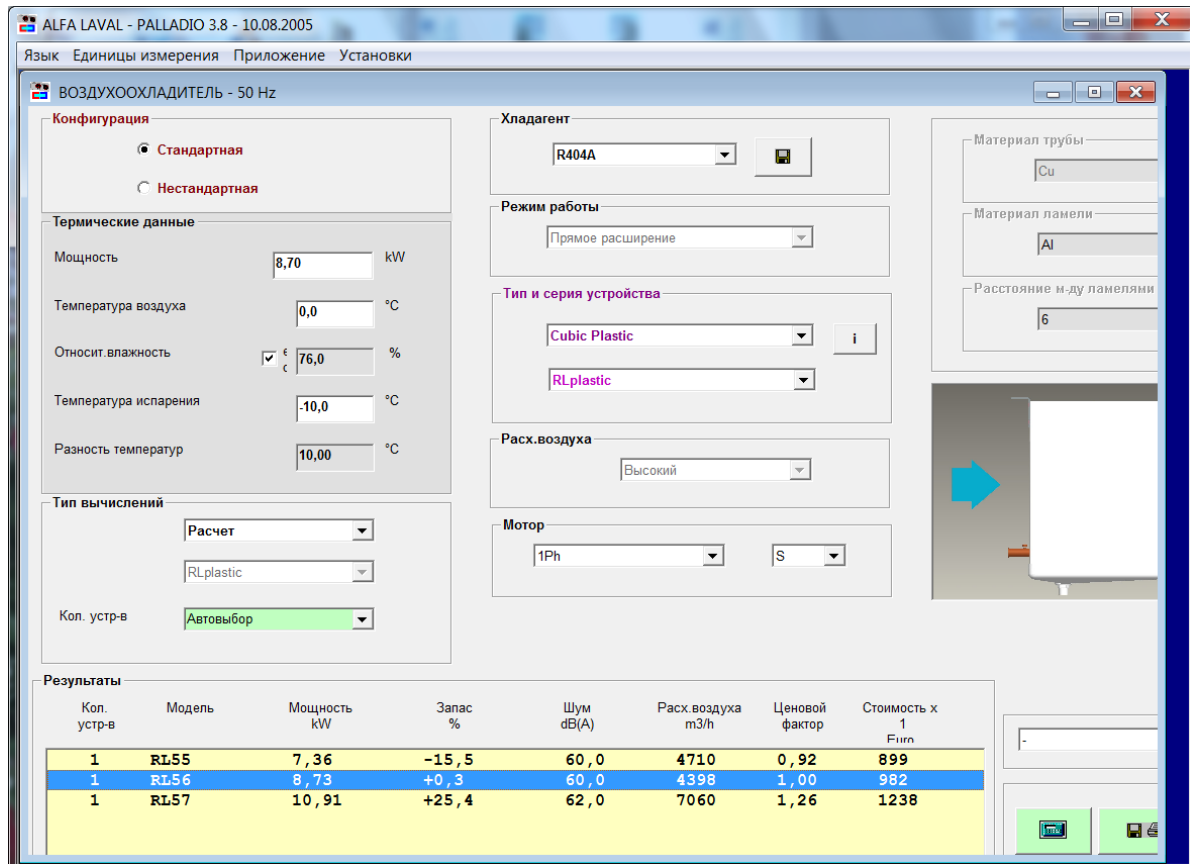
k - коефіцієнт теплопередачі приладу охолодження Вт/ м²К

Δt - Різниця температур між киплячим ХА і повітрям у камері

Всі розрахунки зводимо в табл.

Таблиця 3.16

Камера	Qo,кВт	to,°C	Δt °C	K, Вт/м2К	F, м2	Повітроохолоджувач	Кількість
1	14,72	-10	10	21	70,09524	RL56	2
2	8,658	-10	10	21	41,22857	RL56	1
3	15,118	-30	10	21	71,99048	BL77	2
4	8,927	-30	10	21	42,50952	BL77	1



Малюнок 3.17 Характеристика повітроохолоджувача



PALLADIO 3.8
ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛИ - 50 Hz

Заявник
Описание
Дата 30.05.2022

Тип оборудования	Cubic Plastic	
Модель	1 x RL56 -- S4P	
Требуемая мощность	8,70	kW
Залас	0,3	%
Расчитанная нагрузка	8,73	kW
Проводимость по сухому теплу	7,13	kW
Электродвигатель	1Ph	
Режим работы	Прямое расширение	
Длина	1310	mm
Высота	560	mm
Глубина	560	mm
Стандартный вес	47	kg
Тип расчета	Расчет / СТАНДАРТНЫЙ	
Тепловые данные		
Хладагент	R404A	
Температура воздуха Вх/Вых	0,0 / -4,1	°C
Относительная влажность	76,0	%
Температура испарения	-10,0	°C
Разность температур	10,00	°C
Данные вентилятора (для 1 шт.)		
Раск. воздуха: Высота	4398	m ³ /h
Струя воздуха	19,0	m
Кол-во вентиляторов	2	-
Диаметр вентилятора	350	mm
Скорость вращения	1400	1/min
Ур. шума модн./давл. (5 m)	73 / 60	dB(A)
Энергопотребление режимом	304 / 432	W
Напряжение	230	V
Ток (*)	1,94	A
Данные теплообменника		
Материал трубы	Cu	
Материал ламели	Al	
Расстояние мду ламелями	6	mm
Площадь	43,6	m ²
Внутр. объем	7,3	dm ³
Патрубки (Вх - Вых)	1/2" SAE - 24 mm	
	Та же сторона	

ПРИМЕЧАНИЯ

(*) Nom. current at Tair=20°C. Variations occur due to different voltage or Tair

Малюнок 3.18 Характеристика повітряоохолоджувача

						4MX 54.00 28.000 ДП ПЗ	Арк.
							37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЬ - 50 Hz

Конфигурация

Стандартная
 Нестандартная

Термические данные

Мощность: 8,90 kW
 Температура воздуха: -20,0 °C
 Относит. влажность: 76,0 %
 Температура испарения: -30,0 °C
 Разность температур: 10,00 °C

Тип вычислений

Расчет
 BLplastic
 Кол. устр-в: Автовыбор

Хладагент

R404A

Режим работы

Прямое расширение

Тип и серия устройства

Cubic Plastic
 BLplastic

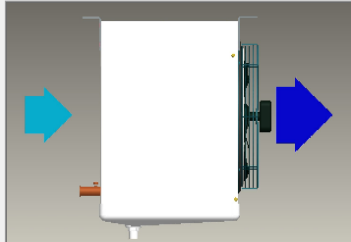
Расх. воздуха

Высокий

Мотор

1Ph S

Материал трубы: Cu
 Материал ламели: Al
 Расстояние н-ду ламелями (мм): 8,5



Результаты

Кол. устр-в	Модель	Мощность kW	Запас %	Шум dB(A)	Расх. воздуха м3/h	Ценовой фактор	Стоимость x 1 Euro
1	VL76	7,57	-15,0	60,0	4593	0,79	953
1	VL77	9,64	+8,3	62,0	7264	1,00	1201
1	VL78	10,99	+23,5	62,0	6889	1,12	1349

Print Save

Малюнок 3.19 Характеристика повітряоохолоджувача



PALLADIO 3.8
ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛИ - 50 Hz

Заказчик:
Описание:
Дата: 13.08.2022

Тип оборудования	Cubic Plastic	
Модель	1 x BL77 - - 54P	
Требуемая мощность	8,90	kW
Запас	8,3	%
Расчитанная нагрузка	9,64	kW
Проводимость по сухому теплу	9,51	kW
Электродвигатель	1Ph	
Режим работы	Прямое расширение	
Длина	1810	mm
Высота	550	mm
Глубина	550	mm
Стандартный вес	51	kg
Тип расчета	Расчет / СТАНДАРТНЫЙ	
Тепловые данные		
Хладагент	R404A	
Температура воздуха Вх/Вых	-20,0 / -22,6	°C
Относительная влажность	76,0	%
Температура испарения	-30,0	°C
Равность температур	10,00	°C
Данные вентилятора (для 1 шт.)		
Расх. воздуха: Высокий	7264	m ³ /h
Струя воздуха	21,0	m
Кол-во вентиляторов	3	-
Диаметр вентилятора	350	mm
Скорость вращения	1400	1/min
Ур. шума мощн./давл. (5 м)	75 / 62	dB(A)
Энергопотребление рабочном	456 / 648	W
Напряжение	230	V
Ток (*)	2,91	A
Данные теплообменника		
Материал трубы	Cu	
Материал пачелк	Al	
Расстояние между пачелками	8,5	mm
Поверхность	31,5	m ²
Внутр.объем	7,1	dm ³
Патрубки (Вх - Вых)	1/2" SAE - 24 mm	
	Та же сторона	

ПРИМЕЧАНИЯ

(*) Nom. current at Tair=20°C. Variations occur due to different voltage or Tair

Малюнок 3.20 Характеристика повітряоохолоджувача

3.13 Розрахунок та вибір допоміжного устаткування.

Лінійний ресивер:

Об'єм ресиверу $V_{л.р.}$, м³, визначається за формулою:

$$F=1.45 \cdot V_{\text{вип}} \quad (3.41)$$

$$F=1.45 \cdot 43,2=62,64 \text{ дм}^3$$

Лінійний ресивер приймаю F732H.

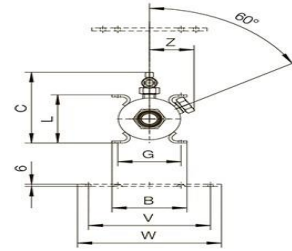
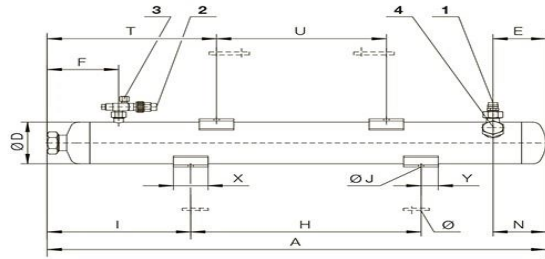
					4MX 54.00 28.000 ДП ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.17: «Технічні данні лінійного ресиверу»

Бренд	Bitzer
Серія	F
Об`єм	73 л
Робочий тиск (PS)	33 бар
Робоче середовище	HFC (R22, R134а, R404A, R507 и т.д.)
Робоча температура (TS)	-10...+120°C
З'єднання	вхід: 35 мм (1 3/8"); вихід: 28 мм (1 1/8")
Розміри	1215x298x410 мм (ДxШxВ)
Вага	50 кг
Країна виробник	Туреччина

					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

F062H

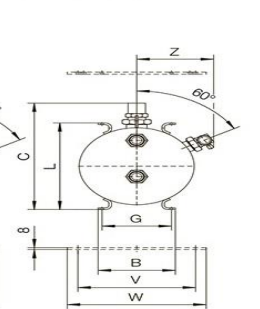
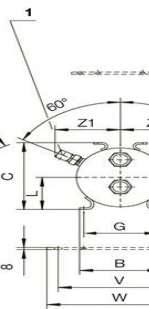
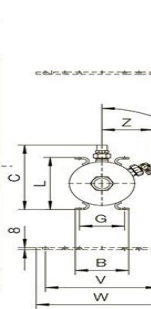
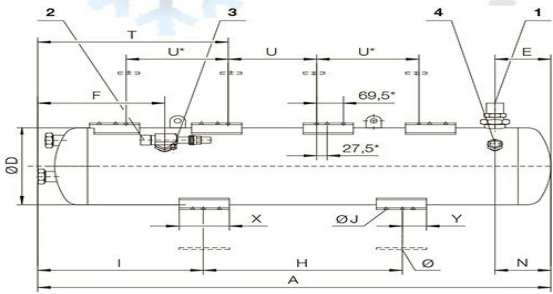


F102H .. F552T / F1052T

F102H / F152H

F192T / F392T

F202H .. F552T / F1052T



* Nur bei Typ F552T und F1052T

Abmessungen der Anschlüsse siehe Seiten 4 und 5

Anschluss-Positionen

- 1 Kältemittel-Eintritt
- 2 Kältemittel-Austritt
- 3 Manometer-Anschluss
- 4 Anschluss für Druckentlastungs-Ventil

Alle Maßangaben können Toleranzen entsprechend EN ISO 13920-B aufweisen.

* Types F552T and F1052T only

Dimensions of connections see pages 4 and 5

Connection positions

- 1 Refrigerant inlet
- 2 Refrigerant outlet
- 3 Pressure gauge connection
- 4 Pressure relief valve connection

All dimensions can show tolerances according to EN ISO 13920-B.

* Только для F552T и F1052T типов

Размеры присоединений см. стр. 4 и 5

Расположение присоединений

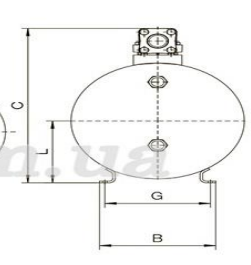
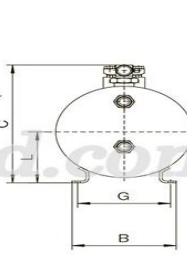
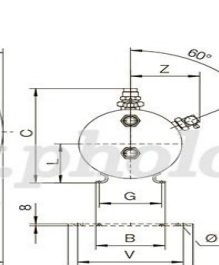
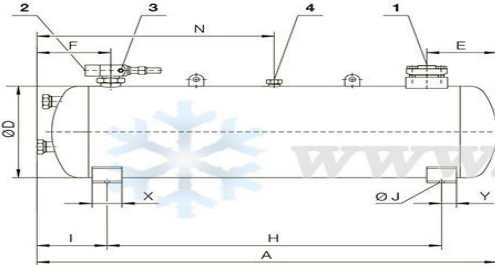
- 1 Вход хладагента
- 2 Выход хладагента
- 3 Присоединение манометра
- 4 Присоединение предохранительного клапана

Все размеры имеют допуски в соответствии с EN ISO 13920-B.

F562N .. F902N / F1202N .. F3102N

F562N .. F902N

F1202N .. F1602N F2202N .. F3102N



Typ Type Тип	Abmessungen in mm Dimensions in mm Размеры в мм																					
	A	B	C	øD	E	F	G	H	I	øJ	L	N	T	U	U*	V	W	X	Y	Z	Z1	ø
F062H	864	130	184	108	92	122	110	400	247	9	125	92	292	295	-	212	250	60	30	79	-	9
F102H	623	130	234	159	96	127	110	400	127	9	190	96	117	295	-	275	320	60	30	122	-	13
F152H	873	130	242	159	96	127	110	752	76	9	190	96	202	335	-	275	320	50	32	123	-	13
F192T	1121	130	190	159	96	127	110	740	206	9	95	96	163	260	283	275	320	60	30	123	126	13
F202H	665	200	293	216	115	150	180	400	150	9	236	115	102	381	-	305	360	60	30	159	-	13
F252H	825	200	293	216	115	150	180	400	230	9	236	115	195	381	-	305	360	60	30	159	-	18
F302H	945	200	293	216	115	150	180	740	120	9	236	115	215	381	-	305	360	60	30	159	-	18
F392T	1215	200	245	216	115	150	180	740	255	9	118	115	212	260	283	305	360	60	30	159	161	18
F402H	1215	200	299	216	115	150	180	740	255	9	236	115	350	381	-	305	360	60	30	165	-	18
F552T	1665	200	299	216	115	300	180	900	400	9	236	115	586	381	381	305	360	130	62,5	165	-	18
F562N	965	200	410	298	145	180	180	400	305	9	168	230	-	-	-	305	360	60	30	201	-	18
F732N	1215	200	410	298	145	180	180	900	180	9	168	230	-	-	-	305	360	60	30	201	-	18
F902N	1465	200	415	298	145	180	180	900	305	9	168	230	-	-	-	305	360	60	30	201	-	18
F1052T	1715	200	415	298	145	330	180	900	430	9	336	145	611	381	381	305	360	130	62,5	201	-	18
F1202N	1238	280	478	368	191	189	250	900	187	13	205	637	-	-	-	-	-	-	80	40	-	-
F1602N	1733	280	478	368	189	194	250	900	434	13	205	884	-	-	-	-	-	-	80	40	-	-
F2202N	1358	335	666	500	264	284	305	900	244	13	267	694	-	-	-	-	-	-	80	40	-	-
F3102N	1858	335	666	500	264	284	305	900	494	13	267	944	-	-	-	-	-	-	80	40	-	-

⊙ Obere Befestigungswinkel auf Anfrage

⊙ Upper angle brackets upon request

⊙ Крепежные уголки сверху по запросу

Малюнок 3.21 Характеристика лінійного ресивера

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Розрахунок та вибір РТО:

$$F_{т.о} = Q_{пер} / k \cdot Q; \quad (3.42)$$

де,

$Q_{пер}$ - теплове навантаження на переохолоджувач, кВт;

k - коефіцієнт передачі переохолоджувача $\left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}\right)$;

Q - різницю температур холодильного агента та води, °C.

$$Q_{пер} = M_0 \cdot (i_3 - i_2); \quad (3.43)$$

$$Q = (t_3 + t_3 / 2) - (t_1 + t_1 / 2); \quad (3.44)$$

$$Q_{пер(-10)} = 0.157 \cdot (251 - 238) = 2,041 \text{ кВт}$$

$$Q_{(-10)} = (33 + 25/2) - (-5 + 10/2) = 26,5 \text{ °C.}$$

$$F_{т.о(-10)} = 2041 / 260 \cdot 26,5 = 0,296$$

$$Q_{пер(-30)} = 0.178 \cdot (251 - 238) = 2,314 \text{ кВт}$$

$$Q_{(-30)} = (33 + 25/2) - (-25 - 10/2) = 46,5 \text{ °C.}$$

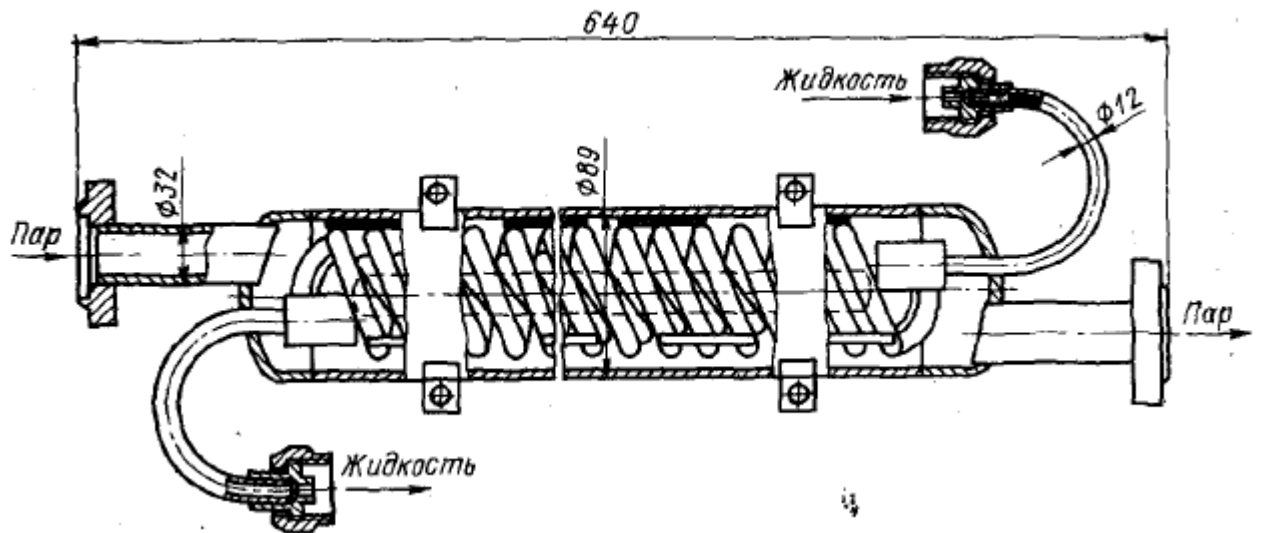
$$F_{т.о(-30)} = 2314 / 250 \cdot 47,5 = 0,199$$

На всі агрегати, приймаю два РТО, марки ТФ₂-32.

Таблиця 3.18 «Характеристика РТО»

Технічні характеристики	ТФ ₂ -32
Площа зовнішньої поверхні, м ²	0,3
Діаметр патрубків, мм	
рідинного	15
парового	32
Габаритні розміри	
довжина	615
ширина	240
висота	180
Маса, кг	15,5

					4МХ 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Малюнок 3.22 Розміри РТО

Насос

Витрата охолоджуючої води, що надходить на КД

$$V_B = \frac{Q_k}{C_B \cdot \rho_B \cdot (t_{B2} - t_{B1})} \quad (3.45)$$

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

C_B - питома теплоємність води, $C_B = 4,19$ кДж/кг К

ρ_B - густина води, $\rho_B = 1000$ кг/м³

$t_{B2} - t_{B1}$ - підігрів води в КД, °С

$$V_B = 55,945 / 4,19 \cdot 10^3 \cdot 4 = 3,3 \text{ л/с}$$

Приймаємо $V_B = 3,8$ л/с, насос К8/18

Технические параметры насоса К 8/18:

подача - 14 м³/час;

напор - 17 м в. ст.;

Кавитационный запас - 3,5 м;

давление на входе - не более 3,5 кг/см² при использовании сальниковой набивки;

Асинхронный электродвигатель мощностью 2,2 кВт (тип АИР80В2У3), обороты 2900 в мин.

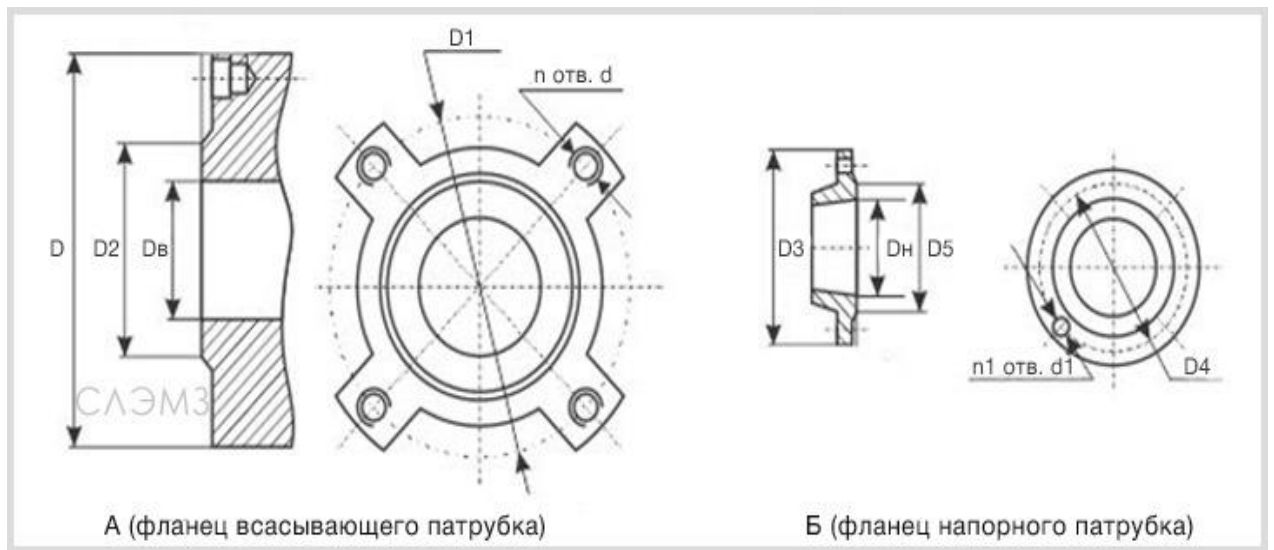
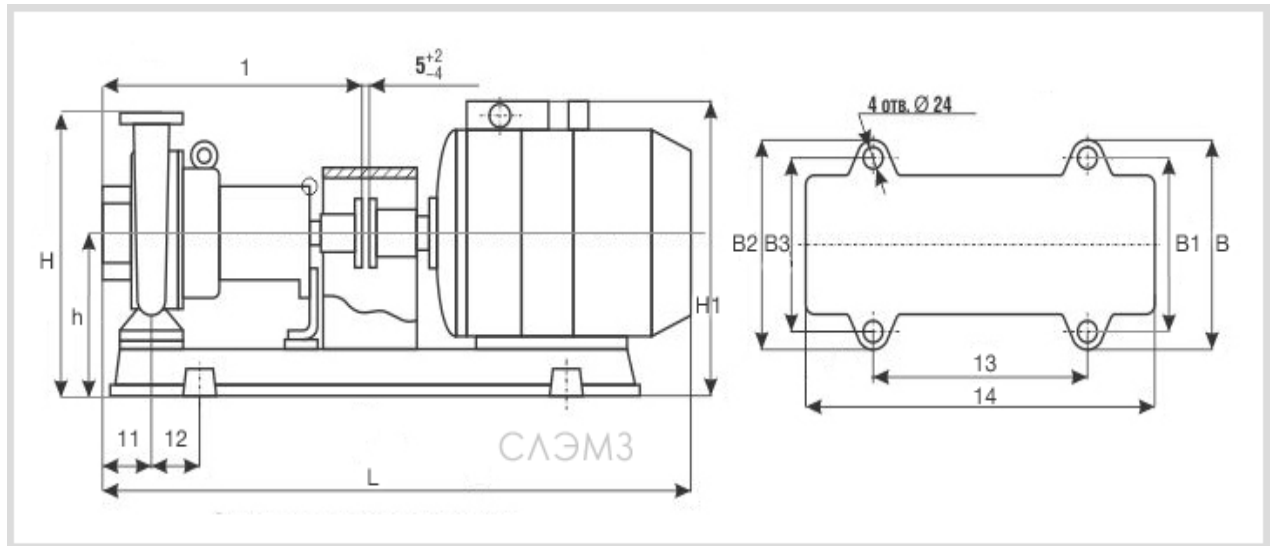
Дополнительный кавитационный запас - 3,5 м.

КПД - 54%.

Масса насоса: 37 кг.

Масса агрегата: 70 кг.

						4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			43



Малюнок 3.23 Розміри насоса

3.14 Розрахунок і підбір систем зворотного водопостачання

Площа поперечного перетину

$$F_{п.с.} = \frac{Q_F}{q_F} \quad (3.46)$$

$$F_{п.с.} = 55,945/40 = 1,399 \text{ м}^2$$

де Q_F - теплове навантаження на систему зворотного водопостачання, кВт
 q_F - питоме теплове навантаження на 1 м^2 поперечного перетину насадки в системі зворотного водопостачання

Приймаю градирню ГПВ-80

									4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						44

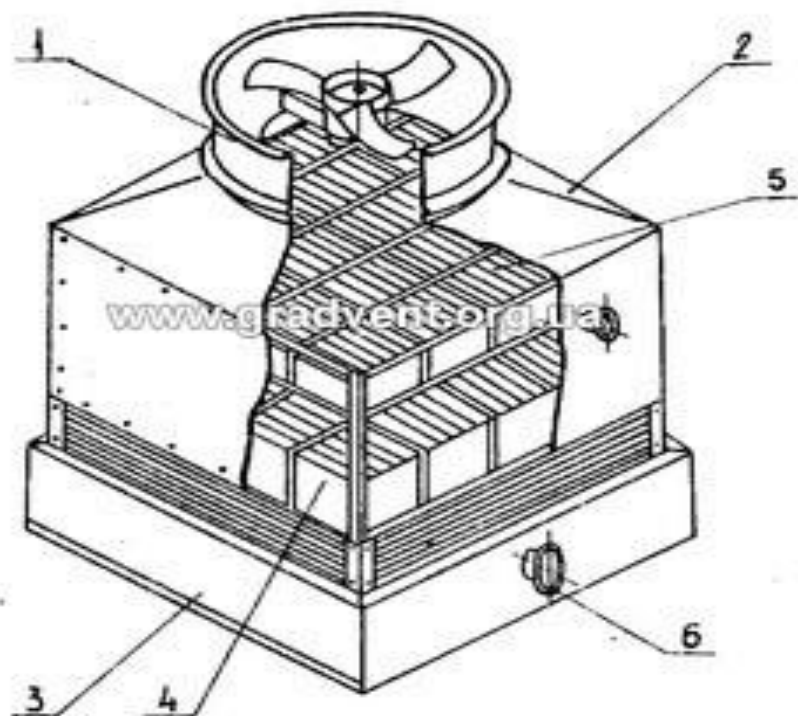
Таблиця 3.19

Продуктивність (при температурі зовнішнього повітря по вологому термометру 19°C, вологості зовнішнього повітря 57% і температурі води на вході в градирню 32°C), Вт (ккал/год)	102080 (88000)
Глибина охолодження (різниця між температурою охолодженої води та температурою повітря за вологим термометром), °C, не менше	5
Номінальна кількість води, що циркулює, куб.м/год	16
Витрата повітря, куб.м/год	16000
Охолодження води (при температурі зовнішнього повітря по вологому термометру 19°C, вологості зовнішнього повітря 57% і температурі води на вході в градирню 32°C та номінальній кількості циркулюючої води), °C	5
Витрата води на підживлення, куб.м/год	0,16
Кількість форсунок, шт.	4
Діаметр форсунок, мм	8
Використовуваний вентилятор осьовий 06-300 (ВОГ)	№10
Потужність електродвигуна, кВт	3,0
Число оборотів електродвигуна (синхр.), об/хв	1000
Рівень шуму з відривом 3 м до градирні, Дб	70

Габаритні розміри

Найменування	ГПВ-80
Довжина, мм	1566
Ширина, мм	1413
Висота, мм	2128
Маса без води, кг, не більше	381

										Арк.
										45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	4МХ 54. 00 28. 000 ДП ПЗ					



Малюнок 3.24 Градирня

3.15 Визначення діаметру трубопроводів холодильної установки

$$d_{\text{вн}}^{\text{всм}} = \sqrt{\frac{4 \cdot V_{\text{реч}}}{3.14 \cdot w_{\text{реч}}^{\text{всм}}}}; \quad (3.47)$$

$$d_{\text{вн}}^{\text{наг}} = \sqrt{\frac{4 \cdot V_{\text{реч}}}{3.14 \cdot w_{\text{реч}}^{\text{наг}}}}; \quad (3.48)$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot M_{\text{реч}}}{3.14 \cdot w \cdot \rho_{\text{реч}}}}; \quad (3.49)$$

де,

$V_{\text{реч}}$ - питомий обсяг холодильного агента, кг/сек;

$w_{\text{реч}}$ - швидкість руху холодильного агента трубопроводом (нагнітання та всмоктування), м/сек.

$\rho_{\text{реч}}$ - щільність речовини,

$$d_{\text{вн}(-10)}^{\text{всм}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.01}{3.14 \cdot 12}} = 32 \text{ мм};$$

приймаємо $d_y = 32$

$$d_{\text{вн}(-10)}^{\text{наг}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.01}{3.14 \cdot 20}} = 25 \text{ мм};$$

приймаємо $d_y = 25$

$$d_{BH(-10)} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.157}{3.14 \cdot 1,2 \cdot 1219}} = 12 \text{ мм};$$

приймаємо $d_y = 14$

$$d_{BH(-30)}^{всм} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.0253}{3.14 \cdot 10}} = 57 \text{ мм};$$

приймаємо $d_y = 60$

$$d_{BH(-30)}^{нар} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.0253}{3.14 \cdot 20}} = 40 \text{ мм};$$

приймаємо $d_y = 40$

$$d_{BH(-30)} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.178}{3.14 \cdot 1,2 \cdot 1219}} = 13 \text{ мм};$$

приймаємо $d_y = 14$

					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

4 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

4.1 Організація ремонту та монтажу, експлуатації холодительної установки

Організація ремонту та монтажу холодительного обладнання

Монтаж холодительного 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 холодительного 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.

					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

При монтажі КМ найкращим є таке їх розміщення, коли вини 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 сталевих проволоки 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 масиви 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 наявність останнього масла фундамент встановлюється на розвантажувальній балці, запираючись на вилку поверхністі перекриття, стіни чи колон.

Зношування обладнання

Розрізняють механічний, хімічний та тепловий знос.

Механічний знос з'являється під дією тертя та ударних навантажень. Найбільшу безпеку цей знос являє при праці зношеного обладнання, не дивлячись на проведення продувки у камері КМ залишається формовочний пісок, а у трубопроводі - опилки.

Хімічний знос є слідством корозії металу у теплообмінних апаратах, особливо при РН води та холодоносія менш 7, а також при насиченні їх тиском з повітря.

Тепловий знос - з'являється при дії на вузли та деталі високих чи різко змінних температур.

Визначення зносів проводиться по параметрах режиму роботи, зовнішнім оглядом, акустичним методом. Після розбірки та помивки визначають знос деталей: обміром, магнетичним методом і т.д.

Система планово-застережного ремонту.

					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Профілактичний огляд КМ проводиться з метою виявлення у системі поломки швидко зношуваних деталей, базових деталей і т.д.

Технічне обслуговування передбачає роботи, виконані в час кожної зміни.

Малий ремонт КМ передбачає ревізію клапанів зі зміною пружин, огляд машинно-поршневих груп зі зміною поршневих кілець. Зміна тонкостінних вкладишів рекомендується до появи крайнього зносу якщо будуть в роботі абразивні частинки, втілені в антафракційний шар.

Середній ремонт робиться з метою відтворення машин до стану, по своїм характеристикам та практичності будуть відповідати новому.

Капітальний ремонт апаратів заключається у новій заміні труб. При високій культурі експлуатації довжина шиноремонтного ухилу можна буде збільшити у 1,5-2 рази.

Експлуатація холодильного обладнання

холодильний монтаж експлуатація обладнання

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 вентиль перевіривши різницю тисків масла, закривають байпасний вентиль і, спостерігаючи за манометром усмоктування, відкривають усмоктувальний гвинт компресора.

Перед зупинкою компресора закривають РВ і відсмокчують 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 вентиль компресора. Відсмокчують пар із картера компресора до тиску 0 МПа. Зупиняють компресор, закривають

					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

нагнітальний вентиль 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.

Найбільше економічен 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 двохшкальному 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.

Оптимальний режим роботи холодильної установки.

Оптимальним режим роботи холодильної установки називаються такий режим, при якому вартість експлуатації мінімально забезпечена довговічністю машин та апаратів та безпекою роботи всієї х/у.

Найбільш економічний режим роботи, при якому працює установка, коли температура кипіння максимально висока, а температура конденсації низька.

Автоматизація холодильної установки

Для ефективної роботи х/у необхідно підтримувати в заданих межах чи змінювати значення одного чи водночас декількох параметрів.

Фізична величина, значення якої не повинно виходити за визначені межі називається регулюючою величиною.

Під автоматизацією розуміють комплекс технічних заходів, частково чи повністю виключаючи участь обслуговуючого персоналу в експлуатації х/у.

					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Розрізняють частково і повністю автоматизовані х/у. При частковій автоматизації, прилади автоматично управляють деякими операціями та проводять захист режимів роботи.

При частковій автоматизації х/у потрібен безперервний догляд за устаткуванням продовж її роботи, однак при цьому можливість скорочення чисельності обслуговуючого персоналу завдяки зменшенню працемісткості обслуговування.

Проектом передбачається часткова автоматизація х/у

Основні параметри потребуючі захисту.

Небезпечний режим роботи х/у частіше всього виникає при невиконанні нормальних умов експлуатації: зупинення подачі охолоджувальної води на КД, високі температури навколишнього середовища, втрата напруги, при різкому збільшенню теплопритоків в об'єкт та інше. Крім того, небезпечний режим роботи може бути визваний виходом з ладу окремих вузлів та деталей холодильних машин.

Прилади безпеки при появі небезпечних режимів зупиняють КМ, насоси та вмикають аварійну сигналізацію. Використовується, також профілактична зупинка, що зупиняє КМ при порушеннях в роботі, які у випадку продовження роботи можуть привести до небезпечного режиму роботи х/у.

Параметри які підлягають регулюванню.

Регулювання температури повітря в камерах виконується за допомогою температурного реле ТРЭ-106 «ТЭРМ» і працюючого разом з ним соленоїдного вентиля 200RB 4 T 4 фірми «ALCO», соленоїдний вентиль є виконавцем механізмів позиційного режиму дій, призначеним зупинити подачу холодильного агенту у випадку якщо температура повітря в камері знижується нижче потрібної та відкриває подачу холодильного агенту в випарну систему якщо температура в камері підвищується.

Для управління роботою соленоїдного вентиля датчик реле температури увімкнений в коло управління споживання катушки гвентиля. При досягненні потрібної температури в камері спрацьовує реле температури і розмикаються контакти, в коло обмотки соленоїдного вентиля подача напруги на катушку СВ перестає, магнітне поле зникає, шток опускається та закриває соленоїдний вентиль.

Схемою автоматизації передбачено захист КМ від слідкуючих небезпечних режимів роботи:

Зниження різниці тиску масла між тиском у картері КМ та на нагнітаючій стороні масляного насосу (менш 0,05 МПа) - реле різниці тиску FD 113 Z U фірми «ALCO» розмикає контакти магнітного пускача ел. двигуна КМ. При запуску КМ

					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

реле часу блокує на 2-3 секунди контакти реле контролю змащення, для необхідного набору обертів масляного насосу.

При підвищенні температури нагнітання більш ніж 130°C - реле температури ТРЭ-106 «ТЭРМ» відключає КМ.

При підвищенні тиску нагнітання на ступені низького тиску більш ніж 14,5 МПа і пониженні тиску всмоктування менш ніж на 0,5 МПа, двоблочне реле тиску PS2-A7A фірми «ALCO» зупинить КМ.

При зупиненні КМ приборами автоматичного захисту виконується сигналізація, запаленням ліхтарика на пульті управління і вмикається звукова сигналізація. Увімкнення КМ-ра в роботу можливо тільки після з'ясування та виключення причин зупинки компресора.

					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Вхідні дані

Таблиця 5.1 - Вхідні дані

№	Показники	Найменування, кількість
1.	Найменування об'єкту	Розподільчий холодильник
2.	Система охолодження	водяний
3.	Холодоагент	Фреон R404A
4.	Місткість холодильника, т	420
5.	Марка масла	BSE32
6.	Наявність градирні	ГПВ-80
7.	Кількість робочих годин на 1 робітника за рік	1808
8.	Ступінь автоматизації	повна
9.	Кількість змін праці	3
10.	Витрати мастила на 1 компресор, кг	2.5
11.	Витрати фреону за рік на поповнення системи на 1 КМ кг	1.1
12.	Ціна 1 кВт. електроенергії, грн.(силової/ побутової)	2,49
13.	Ціна 1 т. холодоагенту, грн.	425000
14.	Ціна 1 т. машинного мастила, грн.	280000

					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Таблиця 5.2 – Технічна характеристика обладнання

№	Перелік обладнання	Марка	Кількість, шт.	Суммарна Холодопродуктивність, кВт	t ₀ °C	Номінальна потужність електродвигуна, кВт	Ціна одиниці, грн
1.	Компресор	4GE-23Y-40P	1	19,98	-30	27	155040
		4BES-9Y-40S	1	19,52	-10	12,3	75742
2.	Лінійний ресивер	F732N	1			-	22608
3.	Конденсатор	K813H	1			-	112306
4.	Повітряохолоджувач	RL56	3			8,73(26,19)	33229*3
		BL77	3			9,64(28,92)	40318*3
5.	Теплообмінник	ТФ ₂ -32	2				8000*2
6.	Насос	K8/18	1			2,2	5262
7.	Градирню	ГПВ-80	1			3,0	25000

					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ		Арк.
							55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

5.2 Розрахунок капітальних вкладень

Сумарна вартість обладнання по кожному найменуванню розраховується за формулою:

$$C_M = C_H \cdot K_H, \text{ грн}, \quad (5.1)$$

де C_H – ціна одиниці обладнання, грн.

K_H – кількість даного найменування обладнання, шт.

Розрахунки заносимо в таблицю.

Таблиця 5.3 - Загальна вартість обладнання

№	Найменування обладнання	Тип, марка	Кількість, шт	Ціна за 1 обладнання, грн	Сумарна вартість, грн
1.	Компресор	4GE-23Y-40P	1	155040	155040
		4BES-9Y-40S	1	75742	75742
2.	Лінійний ресивер	F732N	1	22608	22608
3.	Конденсатор	K813H	1	112306	112306
4.	Повітряохолоджувач	RL56	3	33229*3	99687
		BL77	3	40318*3	120954
5.	Теплообмінник	ТФ ₂ -32	2	8000*2	16000
6.	Насос	K8/18	1	5262	5262
7.	Градириню	ГПВ-80	1	25000	25000
8	Разом сумарна вартість обладнання				632599
9	Вартість іншого обладнання (5-10%)				63259,9
10	Разом розрахункова вартість обладнання				695858,9
11	Витрати на монтаж і транспорт (10 -20%)				104378,8
12	Загальна вартість ($C_{заг}^{об}$)				800237,7

Загальна вартість капіталовкладень K_B в грн. на будівлю та обладнання компресорного цеху розраховується за формулою:

$$K_B = C_{бд} + C_{заг}^{об} \quad (5.2)$$

$$K_B = 0 + 800237,7 = 800237,7 \text{ грн}$$

де $C_{заг}^{об}$ – загальна вартість обладнання, грн.

										Арк.
										56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

5.3 Розрахунок цехових витрат

5.3.1 Розрахунок кількості виготовленого холоду (виробнича потужність)

Виготовлення холоду в стандартних умовах $Q_{ст}$ в тис кДж, розраховується за формулою :

$$Q_{cm} = \sum(Q_0 \cdot K_l \cdot 19440), \quad (5.3.)$$

$$Q_{ст(-10)} = 19,52 \cdot 0,76 \cdot 19440 = 288396 \text{ тис. кДж}$$

$$Q_{ст(-30)} = 19,98 \cdot 2,35 \cdot 19440 = 912766,3 \text{ тис. кДж}$$

$$Q_{ст} = 288396 + 912766,3 = 1201162,3 \text{ кДж}$$

де Q_0 – сумарна розрахункова часова холодопродуктивність, кВт;(див. табл.5.2)

K_l – середньозважений коефіцієнт переводу праці компресора з робочих умов у стандартні:

- 0,5 при температурі 5⁰С,
- 0.76 – при температурі -10,
- 1.2 –при температурі -15,
- 1.8 – при температурі -20,
- 2.9 - при температурі -40)

5.3.2 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Витрати на допоміжні матеріали містять в собі витрати на поповнення системи фреоном, змащуючим мастилом.

Розрахунки проводяться у таблиці 5.4

					4МХ 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Таблиця 5.4-Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Статі витрат	Умовні значення та розрахунок	Сума, грн
1.Сумарна холодопродуктивність, кВт	ΣQ_0	39,5
2.Середня питома норма расходу фреону, кг/1кВт	q_a	0.1
3.Середній коефіцієнт втрат фреону при ремонтах	K_p	1.05
4. Ціна 1 кг фреону, грн	$Z_{x.a.}$	425
5.Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати	$K_{x.a.}$	1.15
6.Витрати на поповнення системи фреоном, грн	$C_{x.a.}=\Sigma Q_0*q_a$ $*K_p*Z_{x.a.}*K_{x.a.}$	2027
Кількість зарядженого мастила у середньому на 1 компресор, кг	m	2.5
Кількість компресорів, шт;	n	2
Коефіцієнт втрат мастила при ремонтах	K_e	1,2
Кількість разів змін масла за рік	R	($R=1$)
Ціна 1 кг мастила, грн;	$Z_M.$	1036
Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати, грн	$K_M.$	1.15
Витрати на поповнення мастила, грн	$C_{M=m* n*K_e*R *Z_M.*K_M.}$	7148
Разом:	$C_p =C_{x.a.+} C_M$	9175
Інші витрати (5%)	$C_i=C_p*5/100$	459
Усього:	$C_{д.м} =C_p+ C_i$	9634

5.3.3 Розрахунок витрат на силову електроенергію

Річне споживання електроенергії (у грн) розраховується у таблиці 5.5.

Таблиця 5.5-Розрахунок споживання силової електроенергії

№	Споживачі електроенергії	Тип, марка обладнання	Номинальна потужність, кВт W_h	Коефіцієнт використання обладнання $K_{в.об.}$	Кількість устаткування $K_{уст.}$	Фонд робочого часу, годин $\mathcal{C}_{рік}$	Загальна потреба в електроенергії, кВт/годин $W_{заг} = W_h \cdot K_{в.об} \cdot \mathcal{C}_{рік}$	Витрати на силову електроенергію в грн, $C_w = W_{заг} \cdot Ц_e$
1	Компресор	4GE-23Y-40P	27	0,85	1	5400	123930	X
		4BES-9Y-40S	12,3	0,85	1	5400	56457	X
2	Повітряохолоджувач	RL56	26,19	0,6	3	3000	141426	X
		BL77	28,92	0,6	3	3000	156168	X
3	Насос	K8/18	2,2	0.85	1	3000	5610	X
4	Градирню	ГПВ-80	3,0	0,6	1	3000	5400	X
5	Усього	X	X	X	X	X	488991	1217587,6

Це- ціна 1кВт електроенергії , грн(2.49)

					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				59

5.3.4 Розрахунок чисельності виробничого персоналу компресорного цеху

Чисельність машиністів та слюсарів в цілому для холодильної установки приймаємо 4 чоловіка.

5.3.5 Розрахунок річного фонду заробітної платні виробничого персоналу компресорного цеху

Погодинна тарифна ставка кожного розряду розраховується від тарифної ставки першого розряду.

Тарифна ставка першого розряду розраховується за формулою:

$$Tc1 = ЗП / Г, \text{ грн} \quad (5.4)$$
$$Tc1 = 6700 / 162.58 \text{ год} = 40.46 \text{ грн}$$

де:

Зп – мінімальна заробітна платня, встановлена державою, грн.

Г – кількість годин роботи у місяць.

Мінімальна зарплата у погодинному вимірі з 01.10.2022 по 31.12.2022 (Див. <https://www.golovbukh.ua/article/ru/9085-chasovye-tarifnye-stavki-v>) дорівнює 6700грн.

6700 грн – мінімальна місячна заробітна плата, грн

162.58 годин – середньомісячна кількість робочих годин (1987/12 = 162.58)

(Норма тривалості робочого часу в годинах при 40-годинному робочому тижні – 1987 год) (Див. <https://services.dtkk.ua/>)

Тарифна ставка другого та послідуєчих розрядів розраховується за формулою:

$$Tc6 = Tc1 * TK6, \text{ грн} \quad (5.5)$$

де: ТК – тарифний коефіцієнт відповідно для кожного тарифу

Розрахунок тарифної ставки 6 розряду:

$$Tc(6p) = Tc(1p) * TK. \quad (5.5)$$

Где ТК – тарифний коефіцієнт до тарифної ставки 6 розряду

$$Tc(6p) = 40.46 * 1.80 = 72,828 \text{ грн.}$$

					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу розраховується за формулою:

$$T_{\phi} = T_c \cdot E_{\phi} \cdot K, \text{ грн} \quad (5.6)$$

де: T_c – середня годинна тарифна ставка, грн
 E_{ϕ} – ефективний фонд робочого часу, годин;
 K – кількість працівників компресорного цеху.

$$T_c = (40.46 + 72,828) / 2 = 56.64 \quad (5.7)$$

$$T_{\phi} = 56.64 \cdot 1808 \cdot 4 = 409621 \text{ грн}$$

Основні фонди заробітної плати розраховуються за формулою:

$$O_{\phi} = T_{\phi} + \sum D, \text{ грн} \quad (5.8)$$

$$O_{\phi} = 409621 + 184330 = 593951 \text{ грн}$$

де: T_{ϕ} – тарифний фонд зарплати, грн;
 $\sum D$ – сума доплат за умови праці та нічний час, грн. (45% від тарифного фонду заробітної плати).

$$\sum D = T_{\phi} \cdot 45 / 100, \text{ грн} \quad (5.9)$$

$$409621 \cdot 45 / 100 = 184330 \text{ грн}$$

Додатковий фонд заробітної плати розраховується за формулою:

$$D_{\phi} = (T_{\phi} \cdot d) / 100, \text{ грн} \quad (5.10)$$

де: d – процент додаткового фонду (10%)

$$D_{\phi} = \frac{409621 \cdot 10}{100} = 40962 \text{ грн}$$

Річний фонд розраховується за формулою:

$$P_{\phi} = O_{\phi} + D_{\phi}, \text{ грн.} \quad (5.11)$$

$$P_{\phi} = 593951 + 40962 = 634913 \text{ грн}$$

Відчислення від річного фонду заробітної плати виконується за формулою:

$$B_c = (P_{\phi} \cdot p) / 100, \text{ грн} \quad (5.12)$$

де: p – відсоток відрахувань від річного фонду (ЄСВ)

$$B_c = 634913 \cdot 22 / 100 = 139681$$

5.4 Розрахунок собівартості одиниці (1000 кДж) холоду

Для розрахунку собівартості одиниці холоду необхідно розрахувати калькулювання цехової собівартості 1000 кДж холоду.

					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Собівартість одиниці холоду $C_{ст.заг.1000кДж}$ в грн, розраховується за формулою:

$$C_{ст.заг.1000кДж} = \frac{C_{ст}}{Q_{ст}}, \text{ грн} \quad (5.13)$$

$$C_{ст.заг.1000кДж} = \frac{2359285}{1201162,3} = 1,96 \text{ грн}$$

де $C_{ст}$ – цехова собівартість, грн.

Розділив витрати по кожній статті витрат на річну виробку холоду в стандартних умовах, отримаємо собівартість одиниці холоду по кожному виду витрат. Усі розрахунки заносяться у таблицю.

Таблиця 5.6 -Розрахунок собівартості одиниці (1000 кДж) холоду

№	Статті витрат	Сума витрат, грн	
		На річну виробку	На одиницю холоду, грн
1	Допоміжні матеріали(Сд.м.- таб.2.4)	9634	0,09
2	Зарплата виробничих працівників	634913	0,5
3	Відчислення від зарплати	139681	0,17
4	Електроенергія силова	1217588	0,38
5	Цехові витрати(ЗПвир.прац.*0.5)	317457	0,47
6	Амортизація (5% от Соб)	40012	0,20
7	Разом цехова собівартість ($C_{ст}$)	2359285	1,96

5.5. Основні техніко-економічні показники проекту

Показники проекту заносяться в таблицю.

Таблиця 5.7 - Основні техніко-економічні показники проекту

№	Показники	Кількість
1	Найменування об'єкту	розподільчий холодильник ємністю 420 тон
2	Система охолодження	водяна
4	Холодильний агент	фреон R404A
5	Марка масла	BSE32
6	Ступінь автоматизації	повна
7	Сума капіталовкладень, грн	800237,7
8	Холодопродуктивність компресорів , кВт	39,5
9	Кількість компресорів, шт	2
10	Річний виробіток холоду , тис. кДж.	1201162,3
11	Цехова собівартість, грн	2359285
12	Собівартість одиниці холоду, грн..	1,96
13	Чисельність виробничого персоналу, осіб.	4

					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

6. ОХОРОНА ПРАЦІ

Вступ

У галузі охорони праці є Закон України «Про охорону праці», дія якого поширюється на всі підприємства, установи і організації незалежно від форм власності та видів їх діяльності, на усіх громадян, які працюють на цих підприємствах.

Власник або уповноважені ним органи зобов'язані дбати про умови праці працівників, полегшувати їх, оздоровляти навколишнє середовище, дбати про виконання правил безпеки і інструкцій по техніці безпеки.

Координує всю цю діяльність служба охорони праці, яка в залежності від чисельності працюючих може функціонувати як самостійний структурний підрозділ (число працюючих 50 і більше), або у вигляді групи спеціалістів чи одного спеціаліста, у тому числі за сумісництвом (число працюючих 20 і менше).

Працівники також повинні відповідально ставитись до охорони праці, знати та виконувати вимоги, визначені нормативною документацією. В сучасних умовах кожному працівнику необхідно постійно підтримувати високий фізичний, психологічний та фаховий рівень, запобігати виникненню випадків травматизму та профзахворювань.

Дипломним проектом передбачається проектування розподільчого холодильника ємністю 420 тон.

6.1. Аналіз дії небезпечних та шкідливих чинників на працівника

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

6.2 Розробка заходів з охорони праці

6.2.1 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

Робота при занадто високих або низьких температурах може призвести до погіршення самопочуття працівників, розвитку професійних захворювань та зниження або ж втрати працездатності.

Щоб забезпечити сприятливі умови праці та відпочинку, оптимальне функціонування технологічних схем, у виробничих приміщеннях створюють штучний виробничий мікроклімат.

Оптимальні та допустимі мікрокліматичні параметри у приміщеннях повинні враховувати специфіку технологічного процесу при використанні комп'ютерів. Згідно з діючими у нашій країні нормативними документами (ДСанПіН 3.3.2-007-98 у холодні періоди року температура повітря, швидкість його руху та відносна вологість повітря повинні відповідно складати: 22-24⁰С; 0,1

					4МХ 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

м/с; 40-60%. Температура повітря може коливатись у межах від 21 до 25⁰С при збереженні інших параметрів мікроклімату.

Таблиця 1. Норми мікроклімату для виробничих приміщень

Пора року	Категорія робіт	Температура повітря, °С, не більше	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодна	легка – Іа	22-24	40-60	0,1
	легка – Іб	21-23	40-60	0,1
Тепла	легка – Іа	23-25	40-60	0,1
	легка – Іб	22-24	40-60	0,2

Нормалізуючий вплив на склад повітря робочої зони справляють примусова вентиляція та опалення. Машинні і апаратні відділення холодильних установок опалюються водяною, повітряною або паровою системами.

Температура поверхні нагрівальних приладів не повинна перевищувати 130⁰С.

6.2.2 Виробниче освітлення

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. У приміщеннях машинних і апаратних відділень холодильних установок слід передбачити робоче, місцеве та аварійне освітлення.

Освітлення нормується ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення».

6.2.3 Організація робочого місця

На розподільчому холодильнику це система заходів щодо його оснащення засобами і предметами праці і розміщенню їх у визначеному порядку.

Організація обслуговування робочого місця означає його забезпечення засобами, предметами праці і послугами, необхідними для здійснення трудового процесу. Основна мета організації робочого місця є досягнення високоякісного й економічно ефективного виконання виробничого завдання у встановлений термін на основі повного використання устаткування, робочого часу, застосування передових методів праці з найменшими фізичними зусиллями, створення безпечних і сприятливих умов ведення робіт.

Планування робочого місця передбачає раціональне розміщення у просторі матеріальних елементів виробництва, зокрема устаткування, технологічного та організаційного оснащення, а також робітника.

Рівень організації праці на конкретному робочому місці залежить також від якості його обслуговування.

Обслуговування робочого місця передбачає своєчасне забезпечення його всім необхідним, включаючи технічне обслуговування (налагодження, регулювання, ремонт); регулярну подачу необхідних видів енергії, інформації та витратних матеріалів; контроль якості роботи обладнання, транспортне та господарське обслуговування (прибирання, чищення обладнання тощо).

Обслуговування робочих місць здійснюється за такими функціями

- підготовча;
- інформаційна;
- виробнича;
- інструментальна;
- налагоджувальна;
- енергетична;
- контрольна та ін.

6.2.4 Електробезпека

Щодо небезпеки ураження людей електричним струмом всі виробничі приміщення поділяються на такі категорії:

- приміщення без підвищеної небезпеки, в яких відсутні умови, що створюють підвищену або особливу небезпеку;
- приміщення з підвищеною небезпекою, які характеризуються наявністю в них однієї з умов, що створює підвищену небезпеку:
 - вологості або струмопровідного пилу
 - струмопровідної підлоги (металева, земляна, залізобетонна, цегляна тощо);
 - температури;
 - можливості одночасного дотику людини до металоконструкцій будівель, технологічних апаратів, механізмів тощо, які мають з'єднання з землею, з одного боку, і до металевих корпусів електроустаткування — з іншого.

Території, де розміщено зовнішні електроустановки, які за рівнем небезпеки ураження людей електричним струмом прирівнюються до особливо небезпечних приміщень.

Всі металеві частини машини необхідно заземлювати, а рухомі – огорожувати. Рівні вібрацій та шуму при роботі машини не повинні перевищувати встановлених норм

6.3 Пожежна безпека

Заходи щодо пожежної безпеки у холодильниках слід проектувати з урахуванням вимог ДБН В.1.1-7. У випадку технологічної необхідності експлуатації приміщень холодильника у якості складських приміщень з вимкненим холодопостачанням, необхідно передбачати в даних приміщеннях,

					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

відповідно до категорії по вибухопожежній небезпеці, систему автоматичного пожежогасіння з урахуванням вимог ДБН В.2.5-56, систему протидимного захисту, інші інженерні системи та забезпечення евакуації згідно з вимогами ДБН В.2.2-43.

До холодильників допускається прибудовувати виробничі і адміністративно-побутові приміщення, які повинні відокремлюватися:

- для будівель I та II ступеня вогнестійкості – протипожежними стінами 1-го типу;
- для будівель III- IVa ступеня вогнестійкості – протипожежними стінами 3-го типу.

При цьому такі приміщення повинні мати евакуаційні виходи, які ведуть безпосередньо назовні згідно з ДБН В.1.1-7.

Вбудовані адміністративні та побутові приміщення слід проектувати відповідно до ДБН В.2.2-28.

Ступінь вогнестійкості холодильників залежно від категорії будівлі за вибухопожежною та пожежною небезпекою (далі - категорія), кількості поверхів будівлі та від площі поверху в межах протипожежного відсіку слід приймати згідно із таблицею 1.

Таблиця 1 – Ступінь вогнестійкості холодильників

Ступінь вогнестійкості будівлі	Категорія будівлі	Максимальна кількість поверхів будівлі	Максимальна площа поверху в межах протипожежного відсіку, м ²
I, II	В	6	10500
	Д	6	не обмежується
III	В	1	3500
	Д	1	5200
IIIa	В	1	7800
	Д	1	не обмежується
IIIб	В	1	7800
	Д	1	10500
IV	В	1	2200
	Д	1	3500
IVa	В	1	3500
	Д	1	5200
V	В	1	1200
	Д	1	2200

Примітка 1. Площу поверху в межах протипожежного відсіку визначають згідно із ДБН В.1.1-7.

Примітка 2. Допускається збільшувати площу протипожежного відсіку удвічі за наявності спринклерної системи пожежогасіння, що відповідає ДСТУ EN 12845, за винятком будівель IIIб, IV, IVa та V ступенів вогнестійкості.

Примітка 3. Категорію будівель та приміщень холодильників за вибухопожежною та пожежною небезпекою встановлюють відповідно до ДСТУ Б В.1.1-36.

Примітка 4. Холодильники ємністю 700 т та більше повинні бути не нижче II ступеня вогнестійкості, від 250 до 700 т – III ступеня вогнестійкості. Ємність холодильників IVa ступеня вогнестійкості повинна становити не більше ніж 2000 т, IIIa ступеня вогнестійкості – не більше ніж 5000 т (за винятком зберігання картоплі, овочів і фруктів).

При розміщенні в одній будівлі або приміщенні технологічних процесів з різною вибухопожежною та пожежною небезпекою слід передбачати заходи щодо попередження вибуху та поширення пожежі.

						4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			67

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 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. Евакуаційні виходи не допускається передбачати через приміщення категорій А, Б та протипожежні тамбур-шлюзи при цих приміщеннях. Допускається передбачати один евакуаційний вихід (без влаштування другого) через приміщення категорій А і Б з приміщень, які розташовані на тому ж поверсі та в яких розміщено інженерне обладнання для обслуговування таких приміщень категорій А і Б, і в яких виключено постійне перебування людей. При цьому відстань від найвіддаленішої точки таких приміщень з інженерним обладнанням до евакуаційного виходу з приміщень категорій А та Б не перевищує 25 м.

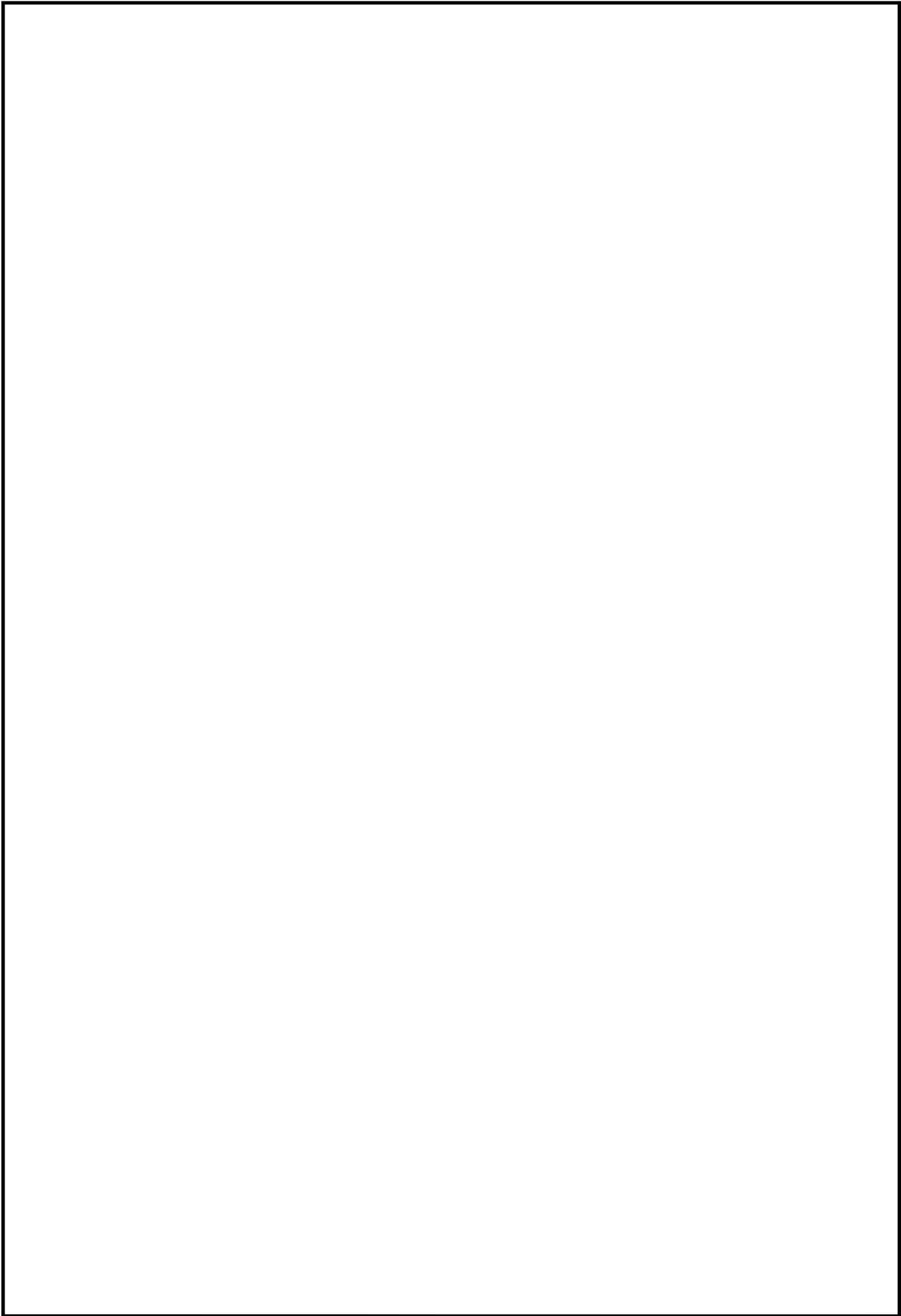
Двері повинні мати освітлений надпис « Запасний вихід». План евакуації вивіщується на видному місці у основного виходу із приміщення

					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Б.К. Явнель Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. — 3-е изд. перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1989.
2. Кондрашова Н.Г. , Лашутина Н.Г. - Холодильно-компрессорные машины и установки. — М.: Высша школа , 1980.
3. В.С. Ильясов, В.И. Полушкин, Н.Л. Васильева - Холодильная технология продуктов в мясной и молочной промышленности- Издательство, 1983
4. Проектування холодильних споруд. Довідник холодильна техніка.-- М: Харчова промисловість, 1978.
5. Кишенько І.І.- Технологія м'яса і м'ясопродуктів - Видавництво, 2010
6. С.С. Мелейчук, В.М. Арсеньев – Монтаж, експлуатація, обслуговування холодильних і теплонасосних установок - Видавництво, 2011
7. В.С. Ужанський - Автоматизація холодильних машин та установок Видавництво, 2009
8. Бойчик І.М Економіка підприємства: підручник. / І.М.Бойчик. – К.: Кондор - Видавництво, 2016. – 378 с.
9. П.С. Атаманчук, В.В. Мендерецький – Охорона праці в галузі - Видавництво, 2017
10. Закон України “Про пожежну безпеку”.
11. Програма підбору обладнання: ”BITZER”.

					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



					4MX 54. 00 28. 000 ДП ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

