

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

Спеціальність 142

«Енергетичне машинобудування»

ОП «Монтаж і обслуговування

холодильно-компресорних

машин та установок»

Група: 4 ФМХ - 55

Дипломний проект

здобувача освіти денного відділення

ФМХ55.003 000 ДП

СЕБОВА АРТУРА
КОСТЯНТИНОВИЧА

м. Одеса
2023

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

Спеціальність 142
«Енергетичне машинобудування»
ОП: «Монтаж і обслуговування
холодильно-компресорних машин і
установок»
Група 4ФМХ – 55

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ФМХ 55. 003. 000 ДП

До дипломного проекту на тему:

Розробка холодильника при фермерському господарстві для зберігання і переробки томатів ємністю 330 т., Кіровоградська обл.

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

Дипломник _____ (Себов А.К.)

Керівник проекту _____ (Селіванов А.П.)

Консультанти:

з економічної частини _____ (Шимко О.В.)

з будівельної частини _____ (Волянська С.В.)

з охорони праці _____ (Чорновол Н.І.)

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

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

Завідуючий відділенням _____ (Бригадир Л.Г.)

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

Секретар ЕК _____ Куриленко В.О.

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

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

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

ЗАВДАННЯ

до дипломного проектування

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

Тема дипломного проекту: Розробка холодильника при фермерському господарстві для зберігання і переробки томатів ємністю 330 т., Кіровоградська обл

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

Вихідні данні для проекту: температура літня 32°C
відносна вологість повітря літня 55 %

Зміст та послідовність виконання дипломного проекту

Пояснювальна записка

Вступ

1. Загальна частина

- 1.1 Вихідні дані
- 1.2 Техніко-економічне обґрунтування проекту

2. Технологічна частина

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

3. Розрахунково- конструкторська частина

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

4. Організаційна частина

4.1 Організація монтажу, експлуатація, ремонту та холодильного обладнання

4.2 Автоматизація холодильної установки

5 Економічна частина

6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

7. Перелік використаних джерел

Графічна частина

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

Аркуш 2 Розводка трубопроводів

Аркуш 3 Схема автоматизації холодильної установки

Графік виконання проекту

Зміст	Термін виконання
1. Загальна частина	22.05.2023
2. Технологічна частина	23.05.2023
3. Розрахунково-конструкторська частина	24 – 30.05.2023
4. Організаційна частина	31.05.2023
5. Аркуш 1,2	01 - 04.06.2023
6. Економічна частина	05 – 07.06.2023
7. Аркуш 3	08 – 09.06.2023
8. Охорона праці	10 - 12.06.2023
Попередній захист	15.06.2023
Захист дипломного проекту	22 - 24.06.2023

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні циклової комісії спецдисциплін холодильного циклу

Протокол № 2 від “13” вересня 2022

Голова комісії _____ (Беркань Ір.В.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проекту _____ (Селіванов А.П.)

ЗМІСТ.

Розділ		Сторінка
	Вступ	
1	ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	
1.1	Призначення і технічна характеристика об'єкту завдання	
1.2	Вихідні дані	
1.3	Техніко-економічне обґрунтування проекту	
2	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	
2.1	Характеристика швидкопсувних 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 холодильника	
3.4	Планування холодильника	
3.5	Вимоги до теплоізоляційних матеріалів	
3.6	Розрахунок ізоляційного шару огорождень	
3.7	Тепловий розрахунок	
3.8	Зведена таблиця теплоприпливів	
3.9	Визначення навантаження на компресор та камери	
3.10	Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки	
3.11	Побудова циклу холодильної машини, визначення параметрів вузлових точок	
3.12	Тепловий розрахунок та вибір компресора	
3.13	Тепловий розрахунок та вибір конденсатора	
3.14	Розрахунок та вибір обладнання камер	
3.15	Розрахунок та вибір допоміжного устаткування	
3.16	Розрахунок та підбір градирні	
4	ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА	
4.1	Організація ремонту та монтажу холодильного обладнання	
4.2	Експлуатація холодильного обладнання	
4.3	Автоматизація холодильної установки	
4.4	Захист навколишнього середовища	
5	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	
6	ОХОРОНА ПРАЦІ	
6.1	Виробнича санітарія та гігієна	
6.2	Техніка безпеки при експлуатації аміачної холодильної машини	
6.3	Вибухопожежебезпека	
7	ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	

ВСТУП.

Штучний холод використовується в технологічних процесах не тільки в харчовій, м'ясо-молочній, рибній галузях промисловості, на транспорті і в торгівлі, але й хімічній, металургійній, текстильній, фармацевтичній та інших галузях промисловості і народного господарства (далі н/г).

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

Використання штучного холоду не тільки пов'язане із зберіганням харчових продуктів, але й все в найбільшій ступені стає одним з факторів, що визначають можливість виробництва і реалізації ряду високоякісних продуктів харчування (напівфабрикати, продукти кулінарії). Одночасно з цим технологічне використання холоду відкриває нові можливості подальшого розширення асортименту харчових продуктів, сировинні компоненти яких не витримують тривалого зберігання.

Завданням холодильного підприємства є термічна обробка і зберігання великих мас швидкопсувних продуктів, в організації безпосереднього безперервного холодильного ланцюга і виробництва продукції з використанням штучного холоду, в створенні спеціального холодильного режиму, що забезпечує зберігання первинної якості і кількості продукції на всіх стадіях їх промислової переробки, транспортування, зберігання і реалізації, в систематичному підвищенні ефективності виробництва шляхом найбільш повного використання виробничих ресурсів робочого часу.

Холодильна техніка, що використовується майже у будь якій галузі життєдіяльності людини, є одним з найважливіших напрямків розвитку технічної думки.

					ФМХ55.003.000 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Призначення і технічна характеристика об'єкта завдання.

Овочесховища безпосередньо входять до складу такої важливої галузі народного господарства, як торгівля і підприємства суспільного харчування. Основне призначення овочесховищ – створення і зберігання запасів продуктів що швидко псуються (продукти рослинного походження і т. п.) для запланованого постачання ними населення навпротязі року. Окрім того фруктоовочесховища виконують функції оптових баз по торгівлі, планово постачають магазини і підприємства суспільного харчування харчами що швидко псуються, і у зв'язку з цим на них фасують овочі та інші продукти, що постачаються у роздрібну мережу. Фруктоовочесховища – самостійні підприємства. Вони приймають продукти що швидко псуються від виробничих і заготівельних холодильників для додаткової термічної обробки.

Овочесховища складається з слідуючих основних частин: головного корпусу, що включає охолоджуючий склад з тепло ізольованими огороженнями, блок службових приміщень і машинне відділення, примикаючи до однієї з торцевих сторін охолоджуючого складу, а також транспортні платформи, примикаючи до охолоджуючого складу з фронтальних сторін, конденсаторного відділення з насосною станцією зворотнього водопостачання (при встановленні градирні); адміністративно-побутового корпусу.

Холодильники місткістю до 5000 т проектують, за звичай, одноповерховими, а ємністю більше 5000 т – багатоповерховими або одноповерховими.

Ширину камер приймають від 6 до 18 м при відношенні ширини до довжини не більше 1:3. Місткість кожної камери повинна бути не менше 50 і не більше 1000 т. Висоту приміщень одноповерхових холодильників місткістю 1500 т і більше (від чистої підлоги до низу несучих конструкцій) приймають 6 м і більше місткістю від 125 до 1500 т – 4,8 м, а місткістю 125 т і менше – 3,6 м. Висоту надземних поверхів багатоповерхових холодильників приймають 4,8; 5,4 чи 6 м. Висота підвального поверху повинна бути не менше 3,6 м.

В холодильниках місткістю менше 1500 т передбачають тільки автомобільну платформу на всю довжину охолоджуючого складу, шириною 7,5 м і висотою (над поверхнею завантажно-розвантажної площадки) 1,2 м.

					ФМХ55.003.000 ДППЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Вихідні дані

МІСТКІСТЬ ХОЛОДИЛЬНИКА – 330Т

МІСЦЕ: КІРОВОГРАДСЬКА ОБЛАСТЬ

Продукти: томати з $t_n = 8\text{ }^\circ\text{C}$ 165 т у дерев'яних ящиках та томати в лотках з $t_n = 8\text{ }^\circ\text{C}$ 165 т.

Місто Кропивницький (обласний центр Кіровоградської області) знаходиться в помірно-континентальній кліматичній зоні в центральній частині України. Є крупним обласним, промисловим та культурним центром країни із зростаючим споживанням харчових продуктів рослинного походження. Середньорічна температура $7,0\text{ }^\circ\text{C}$.

Структура холодильника: до складу холодильника входять камери для зберігання томатів різного терміну зрілості та типу зберігання.

					ФМХ55.003.000 ДППЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Техніко-економічне обґрунтування проекту

Холодильник проекту одноповерховим. Конструкції холодильника стійкі до впливу низьких температур і високої вологості повітря і в той самий час міцні, довговічні, вогнестійкі і економічні.

Будівлю холодильника виконую по каркасній конструктивній схемі. Покрівлю холодильника приймаю плоску. Приймаю залізобетонні колони 400×400 мм і висотою 4,8 м. Прямокутні залізобетонні ребристі плити 6×3 м марки ПГ приймаю для покриття будівлі холодильника у зв'язку із тим, що відсутня необхідність в захисті від корозії та вогнестійкість конструкції. Сітку колон приймаю 6×12 м, а також вантажний тамбур.

Приймаю окремо стоячі фундаменти, на які зпираються стіни і колони. Підлогу охолоджуючих камер приймаю з відсипкою. Приймаю відкатні двері холодильних камер. Вони зручні, тому, що при відкриванні не перешкоджають руху завантажно-розвантажних і транспортних засобів. Двері мають теплоізоляцію товщиною 150 мм з пінопластів.

Коефіцієнт теплопередачі ізоляційних дверей 0,4 Вт/(м²К). Розмір дверей приймаю 2×3 м.

У зв'язку з тим, що холодильник місткістю 814 т, приймається автомобільна платформа шириною 7,5 м і висотою (над поверхнею завантажно-розвантажної площадки) 0,9 м

Економічне обґрунтування будівництва описується в економічній частині проекту.

					ФМХ55.003.000 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика швидкопсувних продуктів.

Залежно від будови рослинну продукцію розділяють на насінневі (яблука, груші, айва) і кісточкові (абрикоси, персики, сливи, кизил, черешня, вишня), крім того, в особливу групу можна виділити субтропічні та тропічні фрукти (апельсини, мандарини, лимони, грейпфрути, хурма, інжир, фініки та ін.). Ягоди поділяють на садові (виноград, смородина, агрус, полуниці, малина) і дикорослі (суниці, журавлина, брусниця та ін.).

Хімічний склад рослинної продукції різний і залежить від виду, сорту, розміру, ступеню зрілості та місця їх вирощування. Більше за все в плодах і ягодах міститься води. У насінневих плодах її міститься 80...82%, в кісточкових - 81...86%, в ягодах - 72...90%. Другою складовою частиною плодів і ягід є вуглеводи (цукор, крохмаль). Цукор є у всіх плодах і ягодах. Вміст його коливається від 0,5% (лимони) до 25% (виноград).

Крохмалю найбільше у зелених, незрілих плодах (яблука, груші та ін.). У процесі дозрівання плодів крохмаль переходить у цукор і кількість його зменшується. Якщо в зелених яблуках крохмалю міститься 4,8%, то в зрілих його залишається 1..1,5%, а через 1-1,5 місяця після збирання і зберігання яблук він поступово зникає, повністю переходячи в цукор. Особливо багаті на цукор банани (14,5%).

Складовою частиною рослинної продукції є такі органічні кислоти: яблучна, лимонна, винна. Вміст кислот у плодах коливається від 0,1 до 7%. У невеликих кількостях у плодах і ягодах містяться білки, мінеральні речовини, а також вітаміни, ферменти, дубильні та ароматичні речовини, що відіграють значну роль у визначенні міри повноцінності продукту і його змінах під час зберігання.

Харчова цінність різної рослинної продукції визначається насамперед вмістом вуглеводів, мінеральних речовин (особливо з'єднань заліза та кальцію), вітамінів, а також ароматичних речовин. У рослинних продуктах, при їх зростанні і зберіганні, безперервно відбуваються біохімічні та фізіологічні процеси обміну речовин. Залежно від стадії цих процесів розрізняють чотири ступені зрілості плодів ягід: їстівну (або споживчу), технічну, змінну і фізіологічну.

Насінневі плоди (яблука, груші, айва) можуть дозрівати в умовах холодильного зберігання; персики, апельсини, мандарини, виноград погано дозрівають; абрикоси, черешня, деякі сорти слив і майже всі ягоди зовсім не дозрівають.

Більшість свіжих ягід (суниці, малина, смородина, агрус та ін.) не витримують тривалого зберігання і споживаються у свіжому вигляді безпосередньо після збирання або використовуються для різноманітних видів переробки.

Рослинна продукція після збирання продовжують жити. Обмін речо-

					ФМХ55.003.000 ДПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

вин з навколишнім середовищем супроводжується рядом біохімічних і фізіологічних процесів. Найбільш важливими є "дихання" і випаровування вологи.

Під час "дихання" в плодах і ягодах відбувається розпад вуглеводів, органічних кислот та інших органічних речовин. Окиснення органічних сполук супроводжується поглинанням кисню, виділенням вуглекислого газу, води і тепла та зменшенням ваги плодів. Внаслідок цього процесу вивільняється енергія, необхідна рослинним організмам для реалізації всіх життєвих функцій.

Настання стадії дозрівання залежить від температури зберігання. Так, для томатів максимум "дихання" при 22,5 °С настає на 7-й день, при температурі 10 °С - на 20-й, а при 2,5 °С - на 149-й день. Таким чином, при зниженій температурі значно зменшується інтенсивність "дихання" плодів, збільшується тривалість їх зберігання.

Дослідами встановлено, що підтримання постійної температури повітря в камерах холодильника є надзвичайно важливим чинником, що забезпечує за інших рівних умов мінімальні втрати ваги і краще зберігання плодів. При зниженій, але коливній температурі плоди зберігаються гірше, ніж при декілька підвищених, але постійній.

Швидке охолодження томатів після збору приводить також до скорочення інтенсивності їх "дихання". При цьому зменшується розпад органічних речовин, що витрачаються на "дихання", і продукти довше зберігають свої смакові та поживні якості. При швидкому охолодженні плодів інтенсивність "дихання" скорочується в 2-6 разів.

Для уповільнення руйнівних біохімічних і мікробіологічних процесів з метою запобігання швидкому псуванню та збільшення термінів зберігання фруктів і плодів необхідно:

- різко знизити інтенсивність "дихання" плодів, не припиняючи його повністю;
- максимально зменшити випаровування вологи з поверхні плодів;
- запобігти розвитку шкідливої мікрофлори.

Для цього плоди піддають охолодженню і зберіганню при знижених температурах. Низькі температури сприяють зменшенню втрат поживних речовин, а також гальмуванню процесів, пов'язаних із життєдіяльністю мікроорганізмів і фізіологічними захворюваннями плодів.

Режим охолодження та зберігання плодів і ягід у холодильних камерах установлюється для кожного випадку окремо, враховуючи біологічні, фізіологічні та хімічні особливості об'єктів зберігання, що залежать від виду, сорту, стану і умов вирощування.

Біологічні властивості більшості видів томатів зумовлюють необхідність швидкого (інтенсивного) охолодження їх безпосередньо після збирання.

Режими охолодження і зберігання томатів у камері холодильника характеризуються температурою, що створюється в ньому, вологістю, рухливістю і складом повітря, а також перепадом температур між повітрям камери і по-

					ФМХ55.003.000 ДПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

верхнею охолоджуючих приладів.

Оптимальна температура зберігання томатів визначається температурою їх замерзання і чутливістю до низьких температур, тобто, схильністю плодів до захворювань під дією холоду при температурах, значно вищих за точку замерзання.

Температура замерзання залежить головним чином від хімічного складу томатів і коливаються в межах - 1...-40 °С.

Для більшості видів томатів оптимальною температурою зберігання є температура близька до криоскопічної. При цій температурі інтенсивність "дихання" і втрати органічних речовин мінімальні. Зниження температури зберігання нижче криоскопічної пов'язане з небезпекою замерзання соку і подальшим безповоротним руйнуванням рослинних клітин плодів.

Застосування при зберіганні деяких томатів різних антисептиків, перешкоджаючих розвитку плісень і мікроорганізмів, дозволяє підвищити оптимальні значення відносної вологості теоретично аж до насичення і ще більше зменшити природне усихання плодів.

У кінці процесу зберігання відносну вологість повітря, доцільно збільшувати на 2...3%, оскільки в цей період (у зв'язку з перезріванням плодів) випаровування вологи посилюється і може призвести до їх швидкого в'янення. Для отримання високої відносної вологості повітря в камері, перепад температур між холодильним агентом і повітрям повинен бути невеликим (біля 10...12 °С).

Однак, важливо не тільки створити в камері оптимальні температуру і вологість повітря, але і підтримувати їх рівномірними по всьому об'єму приміщення і постійними протягом усього періоду зберігання фруктів. Коливання цих параметрів призводять до виникнення небажаних явищ, про які йшлося вище і, крім того, на поверхні плодів може відбуватися конденсація вологи, що спричинить розвиток мікробів і плісняви.

При температурі 0 °С і вологості 95% досить змінити температуру повітря на 0,5 °С, щоб досягти насичення. Тому в камерах зберігання томатів потрібна досить висока точність підтримки заданої температури і вологості повітря. При автоматичному регулюванні температура не повинна перевищувати $\pm 0,5$ °С, а відносна вологість $\pm 1...2\%$. Встановлюючи чисельні значення оптимальних темпера-

Вказані в таблиці терміни холодильного зберігання томатів дійсні тільки для продуктів високої якості.

Підтримці постійної і рівномірної температури та вологості повітря в камері сприяє його циркуляція. Для рівномірного розподілу температури повітря в камерах фруктових холодильників, необхідно мати спонукальну циркуляцію повітря з кратністю обміну 30-40 об'ємів за 1 годину.

Циркуляція повітря забезпечує краще відведення теплоти "дихання" фруктів і оберігає їх від шкідливого впливу продуктів розпаду, що виділяються в процесі життєдіяльності плодів. У той же час надмірне обдування плодів повітрям збільшує втрату ними летких ароматичних речовин і ви-

					ФМХ55.003.000 ДПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

паровування вологи. Рух повітря з великою швидкістю спричиняє в'янення плодів і втрату їх аромату.

Щоб запобігти конденсації вологи на плодах і різких коливань температури, свіже повітря потрібно підводити лише після відповідної термообробки до заданої температури повітря в камері.

Обмін повітря при вентиляції звичайно приймають рівним 3-А об'ємам незвантаженої камери на добу. Така кратність повітрообміну забезпечує нормальний склад повітря в камері і не вимагає значних додаткових витрат на його охолодження.

Останнім часом у ряді країн, у тому числі і в Україні, отримало поширення холодильне зберігання плодів (головним чином насінневих) у регульованому газовому середовищі при суворо певному співвідношенні компонентів повітря в камері (підвищений зміст вуглекислого газу, знижений - кисню). Сприятлива дія підвищеної концентрації вуглекислого газу і зниженої кисню порівняно зі звичайним холодильним зберіганням, у нормальній атмосфері виявляється в додатковому гальмуванні "дихання" плодів, уповільненні їх дозрівання і створенні умов, несприятливих для розвитку мікроорганізмів.

Основні переваги зберігання фруктів у регульованому газовому середовищі полягають у кращому збереженні їх якості, подовженні термінів зберігання, зниженні природного спаду і втрат від фізіологічних захворювань, спричинених мікроорганізмами і низькими температурами, а також у збільшенні тривалості зберігання плодів у природних умовах після вивантаження з камер.

При холодильно-газовому зберіганні температура повітря в камерах у більшості випадків може бути декілька підвищена, завдяки чому значно зменшується небезпека псування фруктів від холоду.

Відносна вологість повітря може бути також декілька підвищена, внаслідок чого істотно зменшується втрата вологи, а отже, і усихання плодів. При цьому зовнішній вигляд їх не псується.

При холодильно-газовому зберіганні можна уникнути шкідливого впливу на фрукти коливань температури в камері при її регулюванні шляхом допущення коливань компонентів газового середовища в певних оптимальних межах.

Загалом потрібно мати на увазі, що для певних сортів і видів фруктів існують свої оптимальні поєднання концентрацій вуглекислого газу і кисня, яким відповідають певні оптимальні значення температур і відносної вологості повітря в камері.

У наш час практично немає узагальнених даних про спільний вплив комбінацій температури, вологості і газового складу середовища на фрукти, що зберігаються, тому науковцями проводяться широкі дослідження з визначення оптимальних режимів зберігання окремих сортів плодів залежно від зовнішніх (умов вирощування, клімату тощо) і внутрішніх (газовий склад, температура, вологість) параметрів.

Дослідження щодо вибору оптимальних сполучень концентрації вуглекислого газу і кисня в камерах показали, що хороші умови для газового збе-

					ФМХ55.003.000 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

рігання плодів створюються при вмісті в повітрі 6... 10% вуглекислого газу, 15... 11% кисню, тобто при отриманні так званих нормальних газових сумішей, коли сумарний процентний вміст CO₂ і O₂ зберігається незмінним і рівним, як у звичайній атмосфері (21%).

Ряд основних промислових сортів яблук і груш не можуть успішно зберігатися при високих концентраціях вуглекислого газу, але легко переносять знижений вміст кисню (до 3% і нижче). Тому останнім часом в багатьох країнах стали переходити на так звані субнормальні газові суміші, при яких сумарний вміст CO₂ і O₂ завжди менше 21%. У наш час хороші результати отримані при зберіганні плодів в атмосфері, що містить 2...3% кисню і 3...5% вуглекислого газу.

Результати досліджень, присвячених зберіганню найніжніших сортів насінневих плодів, а також цитрусових, дозволили зробити висновок про необхідність у деяких випадках повного видалення вуглекислого газу з атмосфери камери. В атмосфері, в якій відсутній вуглекислий газ і яка складається в основному з інертного газу азоту і мінімальної кількості кисню (2...3%), достатньої лише для підтримання життєдіяльності фруктів, значно скорочуються втрати, пов'язані зі шкідливою дією вуглекислого газу.

Під терміном «попереднє охолодження» мається на увазі швидке охолодження фруктів безпосередньо після збирання перед їх відправкою, закладенням на зберігання або переробкою.

Швидкість при охолодженні необхідна для того, щоб уповільнити життєві процеси, що протікають у плодах і ягодах, запобігти розвитку мікроорганізмів у зовнішньому середовищі і зменшити втрати вологи з продуктів.

Охолодження безпосередньо після збору сприяє також збереженню високого вмісту в плодах вітаміну С, дубильних і фарбувальних речовин, високої щільності тканини. Це сприяє більш тривалому збереженню природних смакових якостей плодів, надає гарного товарного вигляду і забезпечує більший вихід продукції.

Завдяки попередньому охолодженню збільшуються терміни зберігання, зменшуються втрати при перевезенні, розширюється асортимент свіжих плодів і ягід.

Крім того, швидке охолодження дає економію холоду завдяки зменшенню тепловитрат через огорожі і усуненню значної кількості тепла від "дихання" фруктів, яке знаходиться в прямій залежності від навколишньої температури.

Попереднє охолодження плодів потрібно здійснювати як можна раніше після збирання. Встановлено, що затримка охолодження плодів на один день скорочує термін їх зберігання на 9-10 днів, а триденна витримка плодів при температурі 21 °С - на один місяць.

Попереднє охолодження особливо ефективно при зберіганні крихких і ніжних плодів, фруктів, призначених для далеких перевезень, а також при високій температурі зовнішнього повітря в районі зростання плодів, з якою пов'язана їх початкова температура. Остання визначається термінами збору

					ФМХ55.003.000 ДПІЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

урожаю.

Для більшості плодів і ягід час збирання припадає на літо та ранню осінь. Тому початкова температура охолодження продуктів може прийматися рівною 20...25 °С. Кінцева температура охолодження залежить від виду самого продукту, виду транспортних засобів, що використовуються для доставки і тривалості подальшого транспортування або зберігання.

При відправці фруктів у райони споживання кінцева температура їх охолодження встановлюється відповідно до температурних умов транспортування заздалегідь охолоджених плодів та ягід.

При закладенні на тривале зберігання, кінцеву температуру продуктів, що охолоджуються, потрібно, як правило, доводити до температур, що рекомендуються для зберігання їх у холодильних камерах.

У наш час застосовують наступні способи попереднього охолодження плодів та ягід:

- 1) холодним повітрям у звичайних камерах зберігання при відносно невеликій швидкості руху повітря (до 1м/с) і невеликій кратності повітрообміну (30-40 об'ємів за 1 год);
- 2) холодним повітрям у спеціальних камерах інтенсивного охолодження тунельного або іншого типу при порівняно великих швидкостях руху повітря (до 304 м/с) і значній кратності повітрообміну (60-120 і вище об'єми за 1 год);
- 3) крижаною водою (гідроохолодження);
- 4) в ізотермічних вагонах або авторефрижераторах.

Перші три способи попереднього охолодження застосовуються на холодильниках або спеціальних станціях попереднього охолодження до завантаження плодів на транспортні засоби або закладення їх на зберігання, четвертий - безпосередньо в транспортних засобах після їх завантаження продуктом, що підлягає перевезенню. Останній спосіб охолодження може здійснюватися в дорозі, шляхом про дуття завантажених вагонів і автомашин холодним повітрям. У першому випадку через обмежену потужність охолоджуючих пристроїв ізотермічного транспорту збільшується тривалість охолодження фруктів, у другому - зростає простій транспорту.

Попереднє охолодження плодів та ягід у камерах холодильників здійснюється за допомогою холодного повітря, циркулюючого під дією вентиляторів по замкненому контуру між камерою і повітро-охолоджуючим агрегатом.

Підвищення швидкості повітряного охолодження фруктів досягається застосуванням відповідної тари і матеріалів для обгортки, лише в тому випадку, якщо тара не вбирає вологу і тим самим не виникають труднощі при транспортуванні і реалізації фруктів.

У деяких країнах гідроохолодження застосовується в поєднанні з пристроєм для товарної обробки плодів. У цьому випадку відпадає необхідність у механізмах для приймання і перекидання ящиків і фруктів після промивки і охолодження, вони подаються безпосередньо на лінію сортування і калібрування.

					ФМХ55.003.000 ДПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму.

Завданням на проектування передбачено спроектувати холодильник для зберігання рослинної продукції в зимній та межпiрний перiод року для релiзацiї у торговiй мережi та постачання на виробничi холодильники при пiдприємствах харчової промисловостi.

Виходячи з пункту 2.1 даної пояснювальної записки приймається температура в камерах зберігання томатів 8 °С, а відносна вологість повітря у межах 95 – 98 %.

При такому режимі можливе максимальне збереження первісних якостей продуктів рослинного походження та максимальний термін їх зберігання без втрати харчових та смакових якостей, а також товарного вигляду.

					ФМХ55.003.000 ДППЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 РОЗРАХУНКОВО – КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Розрахункові дані

Питоме навантаження, qv , т/м³

Томати зелені – 0,3 т/м³

Томати червоні – 0,3 т/м³

Висота вантажу зелених томатів $h_{\text{вант}} = 3$ м

Висота вантажу червоних томатів $h_{\text{вант}} = 3$ м

Розрахункову температуру ґрунту приймаю при використанні відсипної теплоізоляції 31 °С.

Розрахункову температуру води для охолодження конденсаторів при зворотньому водопостачанні приймаю 4-8 °С вище t_{MT} .

Для Кіровоградської обл.. $t_{\text{MT}} = 21$ °С

					ФМХ55.003.000 ДППЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2. Розрахунок будівельних площ

Вибираю склад холодильника з камер зберігання плодоовочевої продукції.

Камери зберігання продуктів:

$$F_{\text{м. пр.}} = \frac{V_k}{q_v \cdot h_B \cdot \beta}, \text{ м}^2 \quad (3.1)$$

де V_k – місткість камер зберігання, відповідно, охолоджених чи морозяних продуктів і універсальних камер, т;

q_v – норма навантаження на 1 м^3 вантажного об'єму камери;

h_B – вантажна висота штабеля, м;

β – коефіцієнт використання будівельної площі камери;

для камер зберігання томатів 1

$$F_{\text{м. пр.}} = \frac{165}{0.34 \cdot 4,2 \cdot 0.75} = 186,7 \text{ м}^2$$

для камер зберігання томатів 2

$$F_{\text{м. пр.}} = \frac{165}{0.30 \cdot 3,6 \cdot 0.75} = 264,2 \text{ м}^2$$

При цьому кількість будівельних прямокутників знаходжу за формулою:

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

де $F_{\text{буд}}$ – будівельна площа камер різного призначення, м^2 ;

$f_{\text{буд}}$ – будівельна площа одного прямокутника при прийнятій сітці колон, м^2

для камер зберігання яблук

$$n = \frac{186,7}{72} = 2,59$$

Приймаю 3 прямокутники.

					ФМХ55.003.000 ДППЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для камер зберігання томатів

$$n = \frac{264,2}{72} = 3,67$$

Приймаю 4 прямокутники.

Дійсну місткість камери розраховую за формулою:

$$V_k^d = V_k \cdot \frac{n^d}{n}, \text{ т} \quad (3.3)$$

де n^d – прийняте число будівельних прямокутників

для камер зберігання томатів 1

$$V_k^d = 200 \cdot \frac{3}{2,59} = 231,7, \text{ т}$$

для камер зберігання томатів 2

$$V_k^d = 214 \cdot \frac{4}{3,67} = 233,3, \text{ т}$$

Потрібна площа машинного відділення:

$$F_{\text{м. в}} = 0,3 \cdot F_{\text{охол.}}, \text{ м}^2 \quad (3.8)$$

$$F_{\text{м. в}} = 0,3 \cdot (7 \cdot 72) = 151,2 \text{ м}^2$$

Кількість будівельних прямокутників:

$$n = \frac{151,2}{72} = 2,1$$

Площа службових приміщень:

$$F_{\text{сл.}} = 0,3 \cdot F_{\text{охол.}}, \text{ м}^2 \quad (3.9)$$

$$F_{\text{сл.}} = 0,3 \cdot 504 = 151,2 \text{ м}^2$$

Кількість будівельних прямокутників:

					ФМХ55.003.000 ДПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{151,2}{72} = 2,1$$

Приймаємо по 2,5 будівельні прямокутники машинне відділення та службові приміщення.

					ФМХ55.003.000 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

3.3. Вимоги до планування холодильника

Прийнята планіровка відповідає прийнятій схемі технологічного процесу, тобто забезпечує точне і послідовне виконання всіх технологічних операцій. Двері камер виходять у коридор. Виключення складає камера заморожування.

Паніровка сприяє зменшенню первісних витрат на будівництво холодильника. Це досягається широким використанням типових будівельних матеріалів, скороченням площі, що займають допоміжні приміщення. Однак, при скороченні допоміжних приміщень не можна забувати про зручність обслуговування, тобто виробляти скорочення в занепад експлуатації.

Планіровка забезпечує дешеvu і зручну експлуатацію холодильника. Перед усім правильно вибрані розміри холодильника забезпечують волю і широту маневра завантажно-розвантажних і транспортних засобів.

Ширину будівлі одноповерхового холодильника при центральному розміщенні коридору визначаю модулем, що дорівнює 12 м, відповідно довжині найбільш розповсюдженого прольоту. Ширина залізнодорожних і автомобільних платформ – 7,5 м

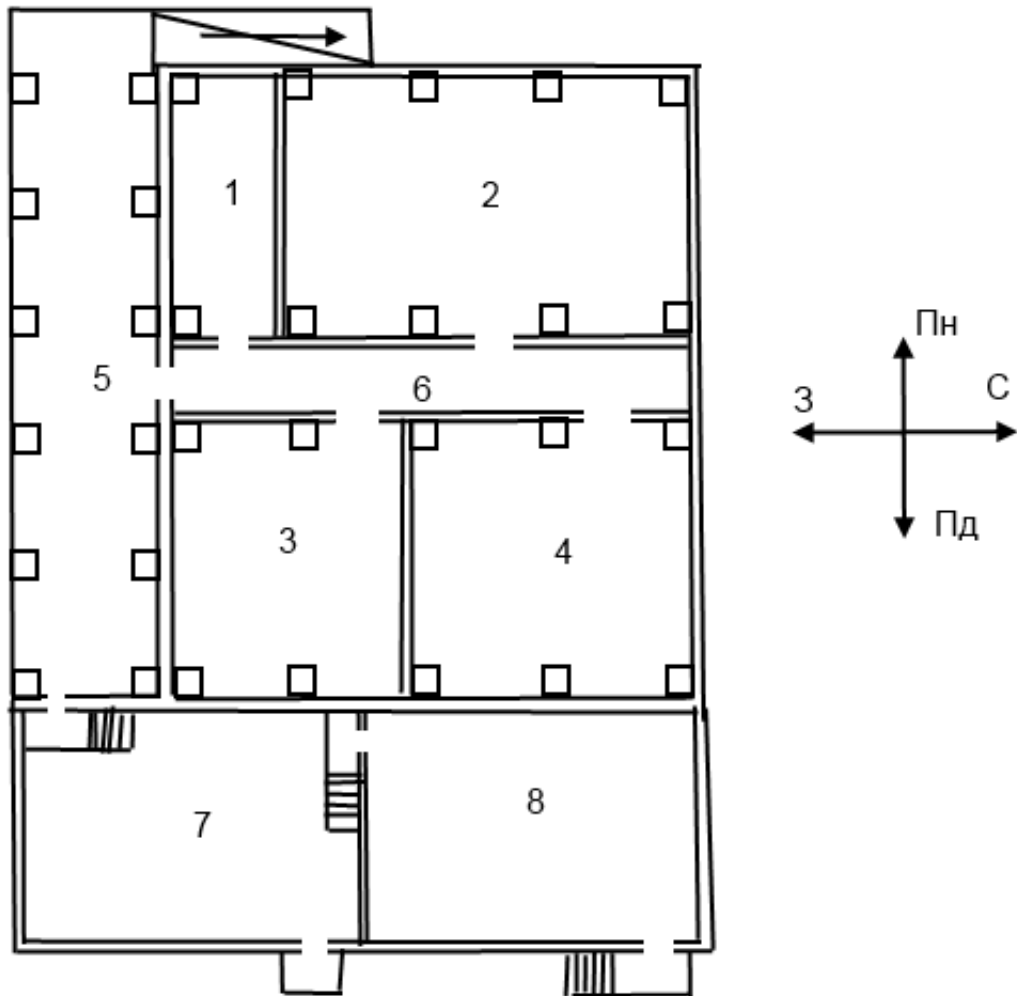
Для зменшення теплопритоків в камери їх групують в блоки із приблизно однаковими температурними режимами.

Планіровка відповідає прийнятій схемі охолодження. Це особливо важливо врахувати при проектуванні одноповерхових холодильників, тому що не завжди вдається забезпечити злив холодоагенту з приборів охолодження, що призведе до необхідності переходу на більш місткі схеми з нижньою подачею х. а.

Паніровка відповідає правилам техніки безпеки і пожежної безпеки, а також передбачає можливість розширення холодильника. Для цього я залишив вільною 1 торцеву стіну.

					ФМХ55.003.000 ДППЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4 Планування холодильника.



Мал..3.1 Планування холодильника

- 1 – Неохолоджена експедиція
- 2 – Камера №1 зберігання томатів з температурою 8 °С
- 3 – Камера №2 зберігання томатів з температурою 8 °С
- 4 – Камера №3 зберігання томатів з температурою 8 °С
- 5 – Автоплатформа
- 6 – Вантажний коридор
- 7 – Машинне відділення
- 8 – Службові приміщення

3.5. Вимоги до теплоізоляційних матеріалів.

Призначення холодильної ізоляції - зменшувати зовнішні теплоприпливи до холодильних камер, апаратів, що охолоджуються та трубопроводів. На відміну від теплової холодильна ізоляція має наступні властивості:

- ізоляційні матеріали та роботи є багатокоштовними (25..40 % вартості всього холодильника);
- в холодильній техніці можливе використання ефективних ізоляційних матеріалів органічного походження, які неможна використовувати в техніці високих температур;
- можливе зволоження холодильної ізоляції в процесі експлуатації;

Холодильна ізоляція повинна відповідати наступним вимогам:

- низький коефіцієнт теплопровідності;
- мала гігроскопічність та водопоглинання;
- морозостійкість, тобто здатність не руйнуватись в середовищі холодного повітря при мінусових температурах;
- хімічна інертність у відношенні до металів, будівельних та пароізоляційних матеріалів;
- стійкість до гризунів;
- біостійкість, тобто здатність не гнити, не поражатись грибками;
- не мати та не отримувати запахів;
- не підлягати старінню, тобто коефіцієнт теплопровідності ізоляції не повинен збільшуватись із ходом часу;
- невелика вартість матеріалу та монтажно-ізоляційних робіт;
- механічна міцність;
- мала об'ємна маса;
- легке оброблювання;
- транспортабельність;

У даному проекті в якості холодильної теплоізоляції обрано пінопласт полістирольний самозгасаючий марки ПСБ-С, який відповідає всім вимогам, що наведені вище.

					ФМХ55.003.000 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

3.6. Розрахунок ізоляції огорожень

Товщину ізоляційного шару огороження визначаємо по формулі:

$$\delta_{\text{изтр}} = \lambda_{\text{из}} \cdot \left[\frac{1}{K_0} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_в} \right) \right] \quad (3.10)$$

де $\lambda_{i_3} \lambda i$ - коефіцієнти теплопровідності ізоляційного шару і будівельних

матеріалів що складають конструкцію огороження, Вт/(м К)

K_0 - оптимальний коефіцієнт теплопередачі огороження, прийнятий у залежності від характеру огороження і температур по обох боках від нього, Вт/(м² К)

α_3 - коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої або більш теплої боці огороження, Вт/(м² К)

$\alpha_в$ - коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої або більш холодної боці огороження, Вт/(м² К)

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

$$K_d = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3}} \quad (3.11)$$

Усі розрахунки зводимо в табл.

Таблиця 3.1 Розрахунок теплоізоляційного шару огорожень

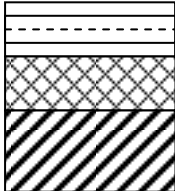
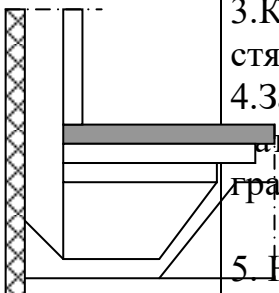
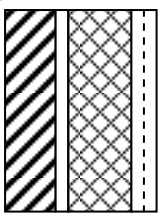
Огороження	t _{кам} °С	$\alpha_в$ Вт/м ² К	α_3 Вт/м ² К	$\sum Ri$ м ² К/ВТ	Товщина теплоізоляц. шару		Коефіцієнт теплопередачі	
					$\delta_{\text{из}}^{\text{тр}}$, мм	$\delta_{\text{из}}^{\text{д}}$, мм	$k_0^{\text{тр}}$, Вт/м ² К	K_d , Вт/м ² К
1.Зовнішня стіна камер схову	8	23	11	0,108	89	100	0,30	0,27
2.Внутрішня стіна між камерами схову і коридором	8	9	11	0,543	72	75	0,46	0,45
3.Внутрішня стіна між камерами схову і СП.	8	9	11	0,546	78	100	0,46	0,42

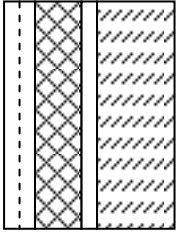
					ФМХ55.003.000 ДППЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					23

Огородження	t _{кам} °C	α _в Вт/м ² К	α _з Вт/м ² К	ΣRi м ² К/Вт	Товщина теплоізоляц. шару		Коефіцієнт теплопередачі	
					δ _{из} ^{тр} , мм	δ _{из} ^д , мм	k _о ^{тр} , Вт/м ² К	K _д , Вт/м ² К
4. Внутрішня стіна між камерами (перегородка)	8/8	11	11	0,075	61	75	0,58	0,56
5. Покриття	8	23	11	0,079	98	100	0,29	0,28
6. Підлога	8	-	11	2,095	0	0	0,41	0,41

Таблиця 3.2 Конструкції огорожень

Найменування і конструкція огорожень	Найменування і матеріал шару	На шару δ, м	Коеф. теплопровідності λ, Вт/мК	Тепловий опір Ri м ² К/Вт				
Зовнішня стінова панель 	1. Штукатурка складним розчином по метал. сітці 2. Теплоізоляція ПСБ-С 3. Пароізоляція -- 2 шари гідроізола на бітумній мастиці 4. Зовнішній шар з важкого бетону	0,02 треба. ви- знач 0,004 0,140	0,98 0,05 0,30 1,86	0,020 Треба визначити 0,013 0,075 Σ=0,108				
Зовнішня стіна (з цегли) 	1. Штукатурка складним розчином по метал. сітці 2. Теплоізоляція ПСБ-С 3. Пароізоляція-2 шару гідроізола на бітумній мастиці 4. Штукатурка цементно-піщана 5. Кладка цегляна на цементному розчині 6. Штукатурка складним роз-	0,02 треб. визн. 0,004 0,20 0,500 0,020	0,98 0,05 0,30 0,93 0,81 0,93	0,020 треб. визн. 0,013 0,022 0,469 0,022				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ФМХ55.003.000 ДПІЗ			Арк.
							24	

Найменування і конструкція огорожень	Найменування і матеріал шару	На шару $\delta_i, \text{м}$	Коеф. теплопровідності $\lambda_i, \text{Вт/мК}$	Тепловий опір $R_i \text{ м}^2\text{К/Вт}$		
	чином			$\Sigma=0,546$		
Покриття охолоджуваних приміщень 	1.5 шарів гідроізола на бітумній мастиці 2. Стяжка з бетону по метал. сітці 3. Пароізоляція (шар пергаменту) 4. Плитна теплоізоляція ПСБ-С 5. Залізобетонна плита покриття	0,012 0,040 0,001 0,035	0,3 1,86 0,15 0,05 2,04	0,040 0,022 не врах. 0,017 $\Sigma=0,079$		
іога охолоджувальних приміщень $t_{\text{кам}} \geq 0$ 	1. Монолітне бетонне покриття з важкого бетону 2. Армобетонна стяжка 3. Керамзитобетонна стяжка. 4. Засипний теплоізоляційний матеріал (керамзитовий гравій) 5. Насипний ґрунт 6. Бетонна підготовка М100 7. Ґрунт основи	0,050 0,080 0,001 0,100 ---	1,86 1,86 0,15 0,13 2,04 ---	0,027 0,043 не врах --- -- не врах.		
Перегородка між камерами 	1. Штукатурка складним розчином по метал. сітці 2. Теплоізоляція ПСБ-С 3. Пароізоляція -- 2 шари гідроізола на бітумній мастиці 4. Зовнішній шар з важкого бетону	0,02 0,004 0,080	0,98 0,05 0,30 1,86	0,020 --- 0,013 0,043 $\Sigma=0,077$		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ФМХ55.003.000 ДПІЗ	Арк.
						25

Найменування і конструкція огорожень	Найменування і матеріал шару	На шару $\delta_i, \text{м}$	Коеф. теплопровідності $\lambda_i, \text{Вт/мК}$	Тепловий опір $R_i \text{ м}^2\text{К/Вт}$
Внутрішня стінова панель 	1. Панель з керамзитобетону ($\rho=1100\text{кг/м}^3$)	0,240	0,47	0,51
	2. Пароізоляція – 2 шара гідроізолю на бітумній мастиці	0,004	0,30	0,013
	3. Плитна теплоізоляція ПСБ-С	треб. визн. 0,020	0,05	—
	4. Штукатурка складним розчином по метал. сітці	0,020	0,98	0,020

					ФМХ55.003.000 ДПІЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

3.7. Тепловий розрахунок

Теплоприпливи через огородження

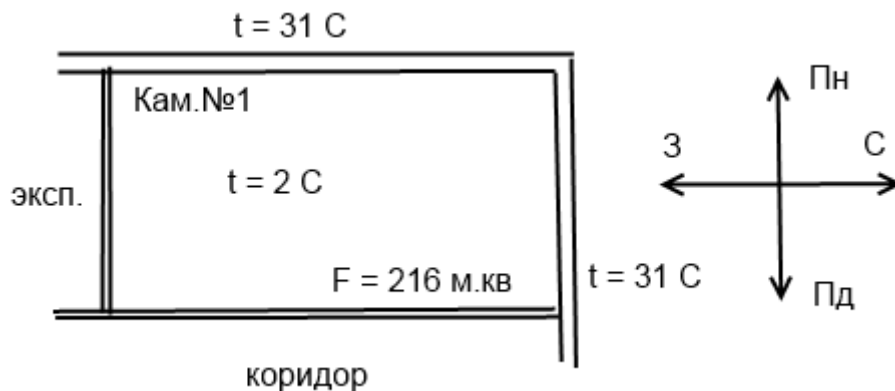
Розрахунки проводять за формулою:

$$Q_1 = Q_{1r} + Q_{1c} \quad (3.12)$$

$$Q_{1c} = \kappa_d F \Delta t_c \cdot 10^{-3} \quad (3.13)$$

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

Усі розрахунки зводимо до табл.



Таблиця 3.3 Розрахунок теплоприпливів в камеру № 1

Огоро- дження	$K_o,$ $Bm / m^2 K$	F, m^2	$t_z, ^\circ C$	$t_e, ^\circ C$	$\Delta t, ^\circ C$	$\Delta t_c, ^\circ C$	Q_{1m}, Bm	Q_{1c}, Bm	Q_1, Bm
СПНЗ	0,27	86,4	31	8	29	0	0,677	0	0,677
ССЗ	0,27	57,6	31	8	29	9,8	0,451	0,152	0,603
СПдВ	0,45	86,4	-	8	23,2	0	0,902	0	0,902
СЗВ	0,56	57,6	-	8	20,3	0	0,655	0	0,655
Покриття	0,28	216	31	8	29	17,7	1,754	1,070	2,824
Підлога	Умовн.	216	31	8	29	0	1,633	0	1,633

При розрахунку теплоприпливів через підлогу по зонам використо-
вуємо формулу:

$$Q_{m1} = k_{ycl} F_{зони} (t_z - t_e) \cdot 10^{-3} \quad (3.14)$$

де $\kappa_{ycl} = 0,47$ (1 зона)

0,23 (2 зона)

0,12 (3 зона)

0,07 (4 зона)

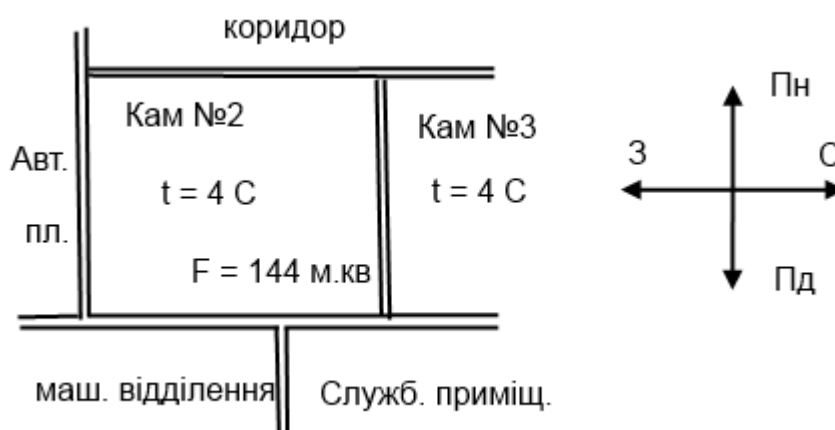
Усі розрахунки зводимо до табл.

					ФМХ55.003.000 ДППЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.4 Розрахунок теплоприпливів через підлогу по зонам в камері №1

Номер зони	$F_{зони}, м^2$	$\kappa_{усл}, Вт/м^2К$	$t_з, ^\circ C$	$t_е, ^\circ C$	$\Delta t, ^\circ C$	$Q_{m1}, Вт$
I	52	0,47	31	8	13	0,782
II	48	0,23	31	8	13	0,353
III	48	0,12	31	8	13	0,184
IV	140	0,07	31	8	13	0,314

$$Q_1 = 7,294 \text{ кВт}$$



Таблиця 3.5 Розрахунок теплоприпливів в камеру № 2

Огоро-дження	$K_о, Вт/м^2К$	$F, м^2$	$t_з, ^\circ C$	$t_е, ^\circ C$	$\Delta t, ^\circ C$	$\Delta t_c, ^\circ C$	$Q_{1m}, Вт$	$Q_{1c}, Вт$	$Q_1, Вт$
СПнВ	0,45	57,6	-	8	20	0	0,518	0	0,518
ССВ	0,56	57,6	4	8	0	0	0	0	0
СПдВ	0,42	57,6	-	8	20	0	0,484	0	0,484
СЗВ	0,27	57,6	31	8	27	11,7	0,420	0,182	0,602
Покриття	0,28	144	31	8	27	17,7	1,089	0,714	1,803
Підлога	Умовн.	144	31	8	27	0	1,238	0	1,238

При розрахунку теплоприпливів через підлогу по зонам використовуємо формулу:

$$Q_{m1} = \kappa_{усл} F_{зони} (t_з - t_е) \cdot 10^{-3}$$

де $\kappa_{усл} = 0,47$ (1 зона)

0,23 (2 зона)

0,12 (3 зона)

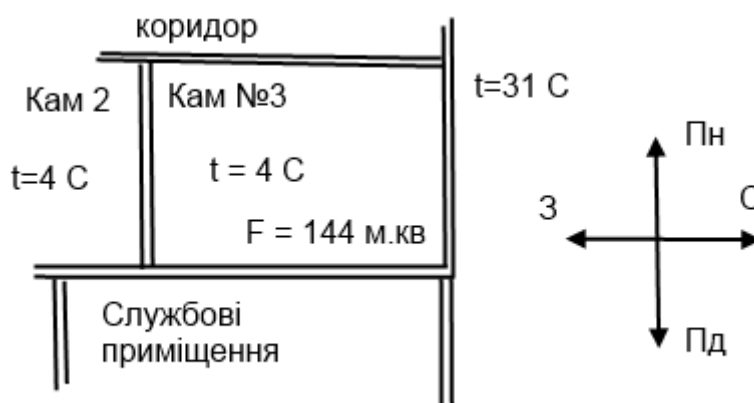
0,07 (4 зона)

Усі розрахунки зводимо до табл.

Таблиця 3.6 Розрахунок теплоприпливів через підлогу по зонам в камеру №2

Номер зони	$F_{зони}, \text{м}^2$	$\kappa_{усл}, \text{Вт/м}^2\text{К}$	$t_3, ^\circ\text{C}$	$t_6, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$Q_{m1}, \text{Вт}$
I	40	0,47	31	8	13	0,602
II	36	0,23	31	8	13	0,265
III	36	0,12	31	8	13	0,138
IV	104	0,07	31	8	13	0,233

$$Q_1 = 4,663 \text{ кВт}$$



Таблиця 3.7 Розрахунок теплоприпливів в камеру № 3

Огоро-дження	$K_0, \text{Вт/м}^2\text{К}$	$F, \text{м}^2$	$t_3, ^\circ\text{C}$	$t_6, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$\Delta t_c, ^\circ\text{C}$	$Q_{1m}, \text{Вт}$	$Q_{1c}, \text{Вт}$	$Q_1, \text{Вт}$
СПнВ	0,45	57,6	-	8	20	0	0,518	0	0,518
ССЗ	0,27	57,6	31	8	27	9,8	0,420	0,152	0,572
СПдВ	0,42	57,6	-	8	20	0	0,484	0	0,484
СЗВ	0,56	57,6	4	8	0	0	0	0	0
Покриття	0,28	144	31	8	27	17,7	1,089	0,714	1,803
Підлога	Умовн.	144	31	8	27	0	1,238	0	1,238

При розрахунку теплоприпливів через підлогу по зонам використо-вуємо формулу:

$$Q_{m1} = \kappa_{усл} F_{зони} (t_3 - t_6) \cdot 10^{-3}$$

де $\kappa_{усл} = 0,47$ (1 зона)
 $0,23$ (2 зона)
 $0,12$ (3 зона)
 $0,07$ (4 зона)

Усі розрахунки зводимо до табл.

Таблиця 3.8 Розрахунок теплоприпливів через підлогу по зонам в камеру №3

Номер зони	$F_{\text{зони}}, \text{ м}^2$	$\kappa_{\text{усл}}, \text{ Вт/м}^2\text{К}$	$t_3, ^\circ\text{C}$	$t_6, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$Q_{m1}, \text{ Вт}$
I	40	0,47	31	8	13	0,602
II	36	0,23	31	8	13	0,265
III	36	0,12	31	8	13	0,138
IV	104	0,07	31	8	13	0,233

$Q_1 = 4,615 \text{ кВт}$

Теплоприпливи від вантажу при холодильній обробці.

Цей тепло приплив складається з двох складників:

$$Q_2 = Q_{2\text{ пр}} + Q_{2\text{ Т}}, \text{кВт} \quad (3.15)$$

Теплоприплив від продукту при охолодженні та доморажуванні продуктів в камерах зберігання

$$Q_{2\text{ пр}} = M_{\text{пр}} \cdot \Delta i \frac{10^3}{24 \cdot 3600}, \text{кВт} \quad (3.16)$$

де $M_{\text{пр}}$ - добове надходження продуктів, т/доб;
 Δi – різниця питомих ентальпій продукту, що відповідні до початкової та кінцевої температури продукту, кДж/кг;

Теплоприплив від тари:

$$Q_{2\text{ Т}} = M_{\text{Т}} \cdot C_{\text{Т}} (t_1 - t_2) \frac{10^3}{24 \cdot 3600}, \text{кВт} \quad (3.17)$$

де $M_{\text{Т}}$ - добове надходження тари, т/доб;
 $C_{\text{Т}}$ – питома теплоємність тари, кДж/(кг К);
 t_1, t_2 – початкова та кінцева температура тари, °С

Всі розрахунки зводимо у таблицю.

Таблиця 3.9 Теплонадходження від вантажу

	$t_{\text{кам}},$ °С	$V_{\text{к}},$ т	%	$M_{\text{пр}},$ т доб	%	$M_{\text{Т}},$ т доб	$i_{\text{м}},$ кДж кг	$i_{\text{к}},$ кДж кг	$\Delta i,$ кДж кг	$\Delta t,$ °С	$C_{\text{Т}},$ кДж кг К	$Q_{2\text{ пр}},$ кВт	$Q_{2\text{ Т}},$ кВт
Камера №1	2	231,7	8	18,5	10	1,9	347	274	73	18	2,3	15,631	0,910
Камера №2	4	116,7	8	9,33	10	0,9	347	287	60	16	2,3	6,479	0,383
Камера №3	4	116,7	8	9,33	10	0,9	347	287	60	16	2,3	6,479	0,383

При $t_{\text{кам}} = 0$ °С

кам. №1 $Q_2 = 16,541$ кВт
 Кам.№2 $Q_2 = 6,862$ кВт
 Кам.№3 $Q_2 = 6,862$ кВт
 $Q_{2\text{ заг}} = 30,265$ кВт

ТЕПЛОПРИПЛИВ ПРИ ВЕНТИЛЯЦІЇ.

Камери зберігання зазвичай не вентилюють, якщо тільки не йдеться про камери овочефруктосховищ. Продукти рослинного походження продовжують свою життєдіяльність після збору, продовжується активний процес тепловиділення та процес “дихання”. Тому камери зберігання вентилюють з кратністю повітрообміну 2,5 об’єми камери за добу.

Так теплоприплив від зовнішнього повітря при вентиляції:

$$Q_3 = M_n (i_3 - i_6), \text{ кВт} \quad (3.18)$$

де M_n - масова витрата вентиляційного повітря, кг/с;
 i_3, i_6 - відповідно ентальпії повітря при температурі та вологості зовні та всередині приміщення, кДж/кг;

Масова витрата вентиляційного повітря:

$$M_n = \frac{V_k \cdot a \cdot \rho_n}{24 \cdot 3600}, \text{ кг/с} \quad (3.19)$$

де V_k - об’єм камери, м²;
 a - кратність повітрообміну;
 ρ_n - щільність повітря при температурі та відносній вологості в камері, кг/м³;

Таблиця 3.10 Теплонадходження від вентиляції

	$V_k,$ м ²	$a,$ об/доб	$\rho_n,$ кг/м ³	$i_3,$ кДж/кг	$i_6,$ кДж/кг	$M_n,$ кг/с	$Q_3,$ кВт
Камера №1	1036,8	2,5	1,28	72	8	0,038	2,432
Камера №2	691,2	2,5	1,28	72	8	0,026	1,638
Камера №3	691,2	2,5	1,28	72	8	0,026	1,638

Експлуатаційні теплоприпливи.

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 \text{ ,кВт} \quad (3.20)$$

де q_1 - теплоприплив від освітлення, кВт;
 q_2 - теплоприплив від перебування людей, кВт;
 q_3 - теплоприплив від працюючих електродвигунів, кВт;
 q_4 - теплоприплив при відкриванні дверей, кВт;

Теплоприплив від освітлення:

$$q_1 = A \cdot F \cdot 10^{-3} \text{ , кВт} \quad (3.21)$$

де

A – теплота, яка виділяється джерелами освітлення за одиницю часу на 1 м^2 площі підлоги, Вт/м^2 ;

F – площа камери, м^2

Теплоприплив від перебування людей:

$$q_2 = 0,35 \cdot n \text{ , кВт} \quad (3.22)$$

де

0,35 – тепловиділення однієї людини при важкій фізичній роботі, кВт;

n – число людей. Працюючих в одному приміщенні

Теплоприплив від працюючих електродвигунів:

$$q_3 = N_e \text{ , кВт} \quad (3.23)$$

де N_e – підсумкова потужність електродвигунів, кВт

Теплоприплив при відкриванні дверей:

$$q_4 = K \cdot F \cdot 10^{-3} \text{ , кВт} \quad (3.24)$$

де K – питомий приток теплоти при відкриванні дверей, Вт/м^2 ;

F - площа камери, м^2

Всі розрахунки зводимо до таблиці.

Таблиця 3.11 Теплонадходження при експлуатації

№ камери	F_k , м^2	A , Вт/м^2	q_1 , кВт	n , люд	q_2 , кВт	N_e , кВт	q_3 , кВт	K , Вт/м^2	q_4 , кВт	Q_4 , кВт
1	216	4,7	1,015	3	1,05	4	4	12	2,592	8,657
2	144	4,7	0,677	3	1,05	3	3	12	1,728	6,455
3	144	4,7	0,677	3	1,05	3	3	12	1,728	6,455

Теплоприпливи від фруктів та овочей при “диханні”.

Такий теплоприплив враховують лише на спеціалізованих холодильниках для зберігання овочем та фруктів та в таких же камерах розподільчих холодильників:

$$Q_5 = V_k (0,1q_n + 0,9q_{зб}) 10^{-3} \quad (3.25)$$

де V_k - місткість камери, т

q_n , $q_{зб}$ – тепловиділення плодів при температурі надходження та зберігання, Вт/т

Розрахунки зводимо в таблицю.

Таблиця 3.12 Теплонадходження від «дихання»

№ камери	V_k , т	q_n , Вт/т	$q_{зб}$, Вт/т	Q_5 , кВт
Камера № 1	231,7	121	21	7,183
Камера № 2	116,7	102	27	4,026
Камера № 3	116,7	102	27	4,026

3.8 Зведена таблиця теплоприпливів.

Таблиця 3.13 Зведена таблиця теплонадходжень

№ камери	Q ₁ , кВт		Q ₂ , кВт		Q ₃ , кВт		Q ₄ , кВт		Q ₅ , кВт		ΣQ, кВт	
	Кам	Км	Кам	Км	Кам	Км	Кам	Км	Кам	Км	Кам	Км
	100%	100%	100%	60%	100%	100%	100%	75%	100%	100%	-	-
$t_{\text{кам}} = 2...4 \text{ } ^\circ\text{C}$												
№ 1	7,294	7,294	16,541	9,925	2,432	2,432	8,657	6,493	7,183	7,183	42,107	33,327
№ 2	4,663	4,663	6,862	4,117	1,638	1,638	6,455	4,841	4,026	4,026	23,644	19,285
№3	4,615	4,615	6,862	4,117	1,638	1,638	6,455	4,841	4,026	4,026	23,596	19,237
Разом:												71,849

3.9 Визначення навантаження на компресор та обладнання камер

Навантаження на камерне обладнання визначимо, як суму всіх теплоприпливів:

$$\Sigma Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4, \text{ кВт} \quad (3.26)$$

Холодовиробничість компресорів (на кожну температуру кипіння окремо) визначимо за формулою:

$$Q_0 = \frac{\kappa \cdot \Sigma Q_{\text{км}}}{\epsilon}, \text{ кВт} \quad (3.27)$$

де κ – коефіцієнт, який враховує втрати в трубопроводах і апаратах холодильної установки;

$\Sigma Q_{\text{км}}$ – підсумкове навантаження на компресори для даної температури кипіння;

ϵ – коефіцієнт робочого часу

$$Q_{0(-10)} = \frac{1,05 \cdot 71,849}{0,9} = 83,824 \text{ кВт}$$

					ФМХ55.003.000 ДППЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.10 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки

Розрахунковий (робочий) режим холодильної установки характеризується температурами кипіння t_0 , конденсації t_k , всмоктування (пару на вході до компресору) t_{bc} і переохолодження рідкого хладагенту перед регулюючим вентиляем t_n .

Температура кипіння:

$$t_0 = t_n - (5 \div 15) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.28)$$

де t_n – температура повітря в камері, $^\circ\text{C}$

$$t_0 = 8 - 13 = - 5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура конденсації:

$$t_k = t_{b2} + (2 \div 4) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.29)$$

де t_{b2} – температура води, що виходить з конденсатора, $^\circ\text{C}$

Температура води, що входить до конденсатора:

$$t_{b1} = t_{MT} + (4 \div 8) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.30)$$

де t_{MT} – температура по мокрому термометру, $^\circ\text{C}$

$$t_{b1} = 21 + 4 = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура води, що виходить з конденсатора:

$$t_{b2} = t_{b1} + (2 \div 6) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.31)$$

$$t_{b2} = 25 + 3 = 28 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_k = 28 + 3 = 36 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура парів, що всмоктують:

$$t_{bc} = t_0 + (5 \div 20) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.32)$$

$$t_{bc} = -10 + 5 = - 5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

					ФМХ55.003.000 ДППЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Температура переохолодження:

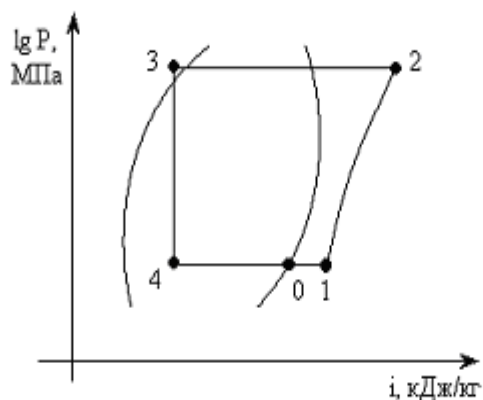
$$t_{\text{по}} = t_{\text{в1}} + (3 \div 5) \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (3.33)$$

$$t_{\text{по}} = 25 + 5 = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

					ФМХ55.003.000 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

3.11 Побудова циклу холодильної машини, визначення параметрів вузлових точок

Цикл одноступеневої
холодильної машини



Таблиця 3.14 Параметри вузлових точок

Точки	Параметри				
	$t_0 = -10\text{ }^\circ\text{C}$	$P, \text{ МПа}$	$V, \text{ м}^3/\text{кг}$	$t, \text{ }^\circ\text{C}$	$i, \text{ кДж/кг}$
0		0,29	-	-10	1670
1		0,29	0,45	-5	1685
2		1,349	-	100	1893
3		1,349	-	33	575
4		0,29	0,0015	-10	575

3.12 Тепловий розрахунок та вибір компресора

Розрахунок та вибір одноступеневого компресора ($t_0 = -5 \text{ }^\circ\text{C}$)

Питома масова холодовиробничість:

$$q_0 = i_0 - i_4, \text{ кДж/кг} \quad (3.34)$$

$$q_0 = 1670 - 575 = 1095 \text{ кДж/кг}$$

Питома об'ємна холодовиробничість:

$$q_v = \frac{q_0}{v_1}, \text{ кДж/м}^3 \quad (3.35)$$

де v_1 – питома об'ємна всмоктуючого пару у точці 1

$$q_v = \frac{1095}{0,45} = 2433 \text{ кДж/м}^3$$

Питома теплота, що вводиться до конденсатору:

$$q_k = i_2 - i_3, \text{ кДж/кг} \quad (3.36)$$

$$q_k = 1893 - 575 = 1318 \text{ кДж/кг}$$

Питома робота стиску у компресорі:

$$l_y = i_2 - i_1, \text{ кДж/кг} \quad (3.37)$$

$$l_y = 1893 - 1685 = 208 \text{ кДж/кг}$$

Масові витрати холодильного агента:

$$M = \frac{Q_0}{q_0}, \text{ кг/с} \quad (3.38)$$

де Q_0 – навантаження на компресор з врахуванням втрат, кВт

$$M = \frac{83,8}{1095} = 0,077 \text{ кг/с}$$

					ФМХ55.003.000 ДППЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дійсна об'ємна подача компресора:

$$V_d = M \cdot v_1, \text{ м}^3/\text{с} \quad (3.39)$$

$$V_d = 0,077 \cdot 0,45 = 0,035 \text{ м}^3/\text{с}$$

Теоретична об'ємна подача компресора:

$$V_m = \frac{V_d}{\lambda}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (3.40)$$

де λ – коефіцієнт подачі компресора

$$\lambda = \lambda_c \cdot \lambda_w' \quad (3.41)$$

$$\lambda_c = 1 - C \left[\left(\frac{P_k}{P_0} \right)^{\frac{1}{m}} - 1 \right] = 1 - 0,03 \left[\left(\frac{1,349}{0,29} \right)^{1,15} - 1 \right] = 0,916$$

$$\lambda_w' = \frac{T_0}{T_k} = \frac{263}{308} = 0,854$$

$$\lambda = 0,916 \times 0,854 = 0,782$$

$$V_m = \frac{0,035}{0,782} = 0,045 \text{ м}^3/\text{с}$$

Приймаємо 2 компресорні агрегати Bitzer **W4HA**

Компресор **W4HA**

Ступени регулювання продуктивності 100%

Холодопродуктивність 46,2 kW

Холодопродуктивність* 46,2 kW

Продуктивність випарника 46,2 kW

Мощність на валу 12,76 kW

Продуктивність конденсатора 59,0 kW

СОР/КПД 3,62

СОР/КПД * 3,62

Масов. витрата 148,0 kg/h

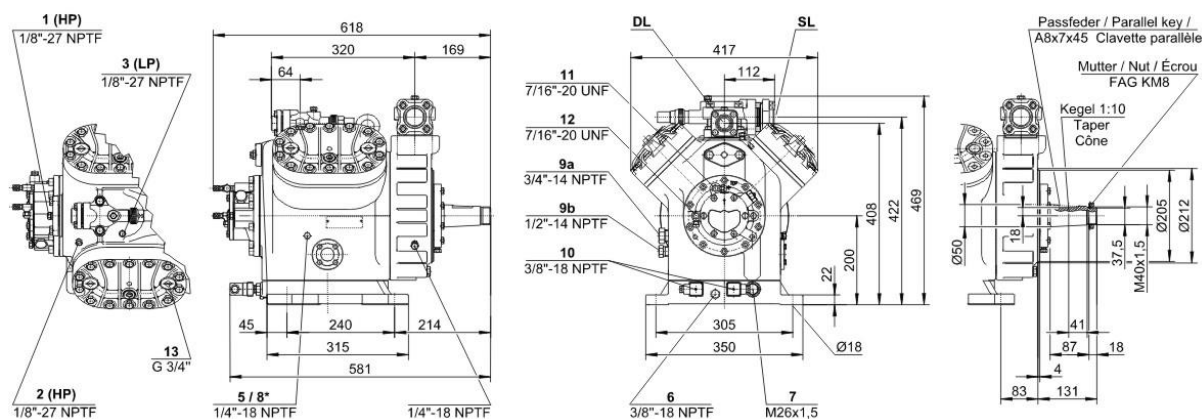
Режим експлуатації Муфта (1:1)

Частота обор. компр. 1450 /min

Необх. двигун приводу 15,00 kW

Температура нагнетання без охолодження 144,9 °

					ФМХ55.003.000 ДПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Технические параметры

Объемная произв-сть (1450 об/мин 50Гц) 84,5 м³/h

Объемная произв-сть(1750 об/мин 60Гц) 102,0 м³/h

Число цилиндров x Диаметр x Ход поршня 4 x 75 mm x 55 mm

Допустимый диапазон скоростей 750 .. 1750 1/min

Вес 129 kg

Макс. избыточное давление (НД/ВД) 19 / 25 bar

Присоединение линии всасывания NW 40

Присоединение линии нагнетания NW 25

Тип масла для NH3 Reniso KC68 (Standard)

Комплект поставки

Заправка масла 4,7 dm³

Защитная заправка Standard

Запорный вентиль на всасывании Standard

Запорный вентиль на нагнетании Standard

Предохранительный клапан давления Standard

Водоохлаждаемые головки цилиндров Standard

Параметры масла

Соед. муфта (.-К) для А/С и средн. темп. КК620 [<22kW] / КК630 [<45kW] (Option)

Соед. муфта (.-К) для низких темп. КК625 [<22kW] / КК630 [<45kW] (Option)

Кожух соединительной муфты Option

Шкив мотора (.-S) 190, 210, 230 mm (Option)

Приводные ремни 5 x SPA (Option)

Датчик температуры нагнетания Option (incl. INT69VS)

Стартовая разгрузка Option

Присоединение воды-охладителя R 3/4"

Регулирование производительности 100-50% (Option)

Сервисный масляный клапан Option

Подогреватель масла в картере 140 W (Option)

Контроль давления масла MP55A (Option)

Фильтр линии всасывания Option

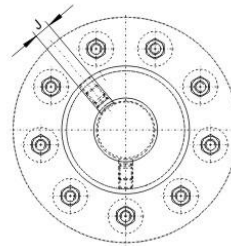
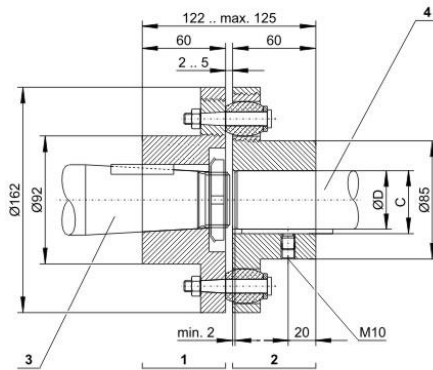
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ФМХ55.003.000 ДПШЗ

Арк.

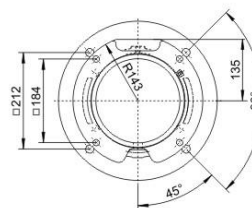
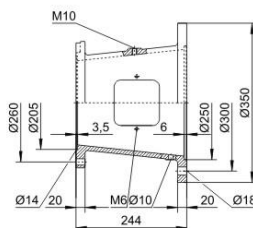
42

Компрессор: W4GA
 рекомендовано: 15,0 kW
 Selection: 15,0 kW
 Типоразмер двигателя **160L**
 Recommended operating point: A
 Selected operating point: A
 Мощность двигателя 15,0 kW (50 Hz)
 Соединительная муфта КК620
 Кожух соединительной муфты GK6490
 Диаметр вала 42 mm



Motor [kW]	C [mm]	ØD [mm]	J [mm]
5,5	41,3	38	10
7,5	41,3	38	10
11,0	45,3	42	12
15,0	45,3	42	12
18,5	51,8	48	14
22,0	51,8	48	14

Вес 7.5kg
 Общая ширина 162mm
 Общая глубина 125mm
 Общая высота 162mm
 Границы области допустимого применения Н - М - -
 Компоненты для двигателей согласно стандарту IEC



Технические параметры

Вес 21,5 kg
 Общая ширина 350mm
 Общая глубина 240mm
 Общая высота 350mm
 Диаметр фланца 351mm
 Диаметр окружности центров отверстий 300mm
 Крепление двигателя 4x
 Компоненты для двигателей согласно стандарту IEC

					ФМХ55.003.000 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Тоді дійсна масова витрата:

$$M_g = \frac{V_h \cdot \lambda}{v_1} = \frac{0,045 \cdot 0,782}{0,45} = 0,078 \text{ кг/с}$$

Адіабатна потужність:

$$N_a = 1 \cdot M = 208 \cdot 0,078 = 16,22 \text{ кВт}$$

Індикаторна потужність:

$$N_i = \frac{N_a}{\eta_i}, \text{ кВт} \quad (3.42)$$

де η_i – індикаторний коефіцієнт корисної дії

Індикаторний коефіцієнт корисної дії:

$$\eta_i = \lambda_w + b_0 \cdot t_0 \quad (3.43)$$

$$\eta_i = 0,85 + 0,001 \cdot (-10) = 0,86$$

$$N_i = \frac{16,22}{0,86} = 18,86 \text{ кВт}$$

Потужність тертя:

$$N_{тер} = P_{тер} \cdot V_h, \text{ кВт} \quad (3.44)$$

де $P_{тер}$ – середній тиск, який оказується на поршень компресора, кПа

$$N_{тер} = 50 \cdot 0,045 = 2,25 \text{ кВт}$$

Ефективна потужність:

$$N_e = N_i + N_{тер}, \text{ кВт} \quad (3.45)$$

$$N_e = 18,86 + 2,25 = 21,11 \text{ кВт}$$

Електрична потужність

$$N_{ea} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{21,11}{0,9} = 23,5 \text{ кВт}$$

					ФМХ55.003.000 ДПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сумарне навантаження на конденсатор

$$Q_{\kappa} = \sum Q_0 + \sum N_i, \text{кВт} \quad (3.46)$$

$$\sum Q_{\kappa} = 83,8 + 18,9 = 102,7 \text{ кВт}$$

					ФМХ55.003.000 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

3.13. Тепловий розрахунок і добір конденсаторів

Площа поверхні конденсатора, що передає тепло

$$F = \frac{Q_k}{k \theta_m} \quad (3.47)$$

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

k - коефіцієнт теплопередачі конденсатора, Вт/м² К

θ_m - середня логарифмічна різниця температур між конденсуючимся X/A й охолодним середовищем, °С

Середня логарифмічна різниця температур

$$\theta_m = \frac{t_{B2} - t_{B1}}{2,31g \frac{t_{K} - t_{B1}}{t_{K} - t_{B2}}} \quad (3.48)$$

Витрата остидної води, що надходить на КД

$$V_B = \frac{Q_k}{C_B \cdot \rho_B \cdot (t_{B2} - t_{B1})} \quad (3.49)$$

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

$$\theta_m = \frac{33 - 29}{2,31g \frac{35 - 29}{35 - 33}} = 3,67$$

$$F = \frac{102,7}{0,7 \cdot 3,67} = 39,97 \text{ м}^2$$

Приймаємо два конденсатора ONDA CRW14/303/1200 2/4P з $F=40\text{м}^2$

					ФМХ55.003.000 ДППЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_B = \frac{102,7}{4,19 \cdot 1000 \cdot 2} = 0,0044 \text{ м}^3/\text{с}$$

По витрати остидної води підбираємо відцентрові консольні насоси Pedrol-
lo F32/160C із подачею 6,0 л /с (2 робочих і 1 запасний).

Таблиця 3.15 Характеристики конденсатора

Марка	ONDA
Площа внутрішньої тепло передаючої поверхні, м ²	40
Габаритні розміри, мм	
Діаметр кожуха	500
Довжина	4410
Ширина	810
Висота	510
Кількість труб	106
Довжина труб	4000
Условний діаметр трубопроводів	
Вода (вхід та вихід)	65
Вхід ХА	50
Вихід ХА	20
Об'єм міжтрубного простіру, м ²	0,52
Об'єм трубного простіру, м ²	0,19

3.14. Розрахунок і добір камерного устаткування

Розрахунок і добір повітроохолоджувачів

$$F = \frac{Q_{об}}{k \Delta t} \quad (4.50)$$

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

k - коефіцієнт теплопередачі приладу охолодження Вт/ м² К

Δt - Різниця температур між киплячим ХА і повітрям у камері

Всі розрахунки зводимо в таблицю

Таблиця 3.16 Розрахунок повітроохолоджувачів

Камера №	Q _о ,кВт	t _о ,°с	Δt, °С	К, Вт/м ² К	F, м ²	Повітроохолоджувач	Кількість
1	42,107	-5	14	12	351	Gunter GDS 066C/15	1
2	23,644	-5	14	12	197,1	Gunter GDS 066C/15	1
3	23,596	-5	14	12	196,6	Gunter GDS 066C/15	1

Таблиця 3.17 Характеристики повітроохолоджувачей

Марка	Gunter GDS 066C/15
Площа теплопередаючої поверхні, м ²	117,0
Холодопродуктивність, кВт	14,3
Ємність по аміаку, дм ³	30
Потужність вентиляторів, кВт	2×1,75

3.15 Розрахунок та вибір допоміжного устаткування

Лінійний ресивер

$$V_{л.р.} = 0,4V_{по} \quad (3.51)$$

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

$$V_{л.р.} = 0,4 \cdot 0,24$$

$$V_{л.р.} = 0,096 \text{ м}^3$$

Підбираємо лінійний ресивер Bitzer F252HA (2шт) с $V_{л.р.} = 0,77 \text{ м}^3$

Дренажний ресивер

$$V_{д.р.} = 0,8V_{по.по} \quad (3.52)$$

де $V_{б.по}$ – внутрішній об'єм труб більшого повітроохолоджувача

$$V_{д.р.} = 0,8 \cdot 0,09$$

$$V_{д.р.} = 0,072 \text{ м}^3$$

Підбираємо дренажний ресивер Bitzer F552TA с $V_{д.р.} = 0,77 \text{ м}^3$

Захисний ресивер $t = -10^\circ\text{C}$

$$V_{з.р.} = K \cdot (0,05 \cdot V_{по} + 0,2 \cdot V_{по} + 0,03 \cdot V_{по}) \quad (3.53)$$

$$V_{з.р.} = 2,7 \cdot (0,012 + 0,048 + 0,072)$$

$$V_{з.р.} = 0,356 \text{ м}^3$$

Підбираємо 2 захисних ресивера Bitzer F302HA с $V_{з.р.} = 1,54 \text{ м}^3$

Таблиця 3.18 Характеристики ресиверів

Марка	F252HA	F552TA
Розміри, мм		
D · S	600 · 6	1000 · 8
L	3020	3380
Діаметри патрубків		

d1	32	150
d2	25	80
d3		40
d4		25
Ємність, м ³	0,77	2,64

Маслозбірник.

Маслозбірники призначені для перепуску в них мастил з апаратів і наступного виділення мастил із системи при низькому тиску.

Підбираємо маслозбірник Bitzer OAHС6505А.

Таблиця 3.19 Характеристики маслозбірників

Марка	Bitzer OAHС6505А
D	325
S	9
B	650
H	1280
h	890
h ₁	205
h ₂	925
d	260
d ₁	310
d ₂	18
Ємність, л	60

3.16 Розрахунок і добір градирні

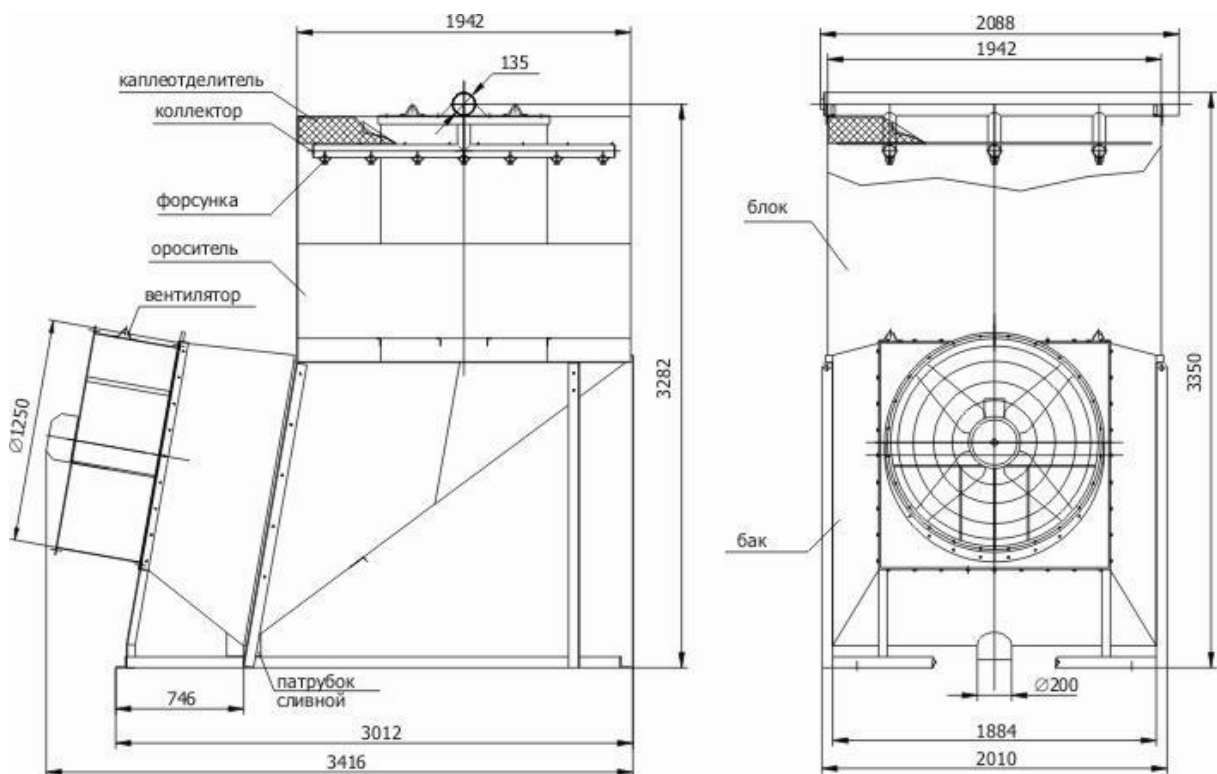
Площа поперечного перетину

$$F_{\text{ПП}} = \frac{Q_k}{q_k} \quad (3.54)$$

$$F_{\text{ПП}} = \frac{102,7}{40}$$

$$F_{\text{ПП}} = 2,57 \text{ м}^2$$

По площі поперечного перетину підбираємо градирню MFRP1 (виробник «СТР», Україна) із $F = 3,77 \text{ м}^2$



Параметри обраної градирні наведені в таблиці.

					ФМХ55.003.000 ДПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Характеристика вентиляторної градирні MFRP1

Количество охлаждаемой, м ³ /час	60
Площадь поверхности оросителя, м ²	378
Расчетный тепловой поток при разности температур по воде $\Delta t=5^{\circ}\text{C}$, кВт	350
Диапазон регулирования производительности, %	50-100
Площадь орошения, м ²	3,77
Количество форсунок, шт.	12
Количество вентиляторов, шт.	1
Тип вентилятора	06-300
Диаметр рабочего колеса, мм	1250
Частота вращения колеса вентилятора, об/мин	750
Установленная мощность электродвигателя, кВт	4,0
Уровень звука на расстоянии 1 м, дБА	96
Напряжение/частота сети, В/Гц	380/50
Масса, кг	844

					ФМХ55.003.000 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

3.17 Розрахунок діаметрів трубопроводів

$$d_{mp} = \sqrt{\frac{4 \cdot M_a}{\pi \cdot \rho \cdot \omega}}, \text{ м} \quad (3.55)$$

де M_a – масова витрата холодоагенту, кг/с;
 ρ – щільність холодоагенту, кг/м³;
 ω – розрахункова швидкість руху потоку, м/с

Розрахунки зводимо в таблицю:

Таблиця 3.20 Розрахунок трубопроводів.

Призначення трубопроводу	M_a , кг/с	ρ , кг/м ³	ω , м/с	d_{mp} , м	$d_z \times \delta_{mp}$, мм
$t_0 = -10 \text{ }^\circ\text{C}$					
Всмоктуючий	0,077	2,32	15	0,055	60 × 2,5
Нагнітальний	0,077	7,25	20	0,026	32 × 1,6
Рідинний Вт	0,077	587,3	0,6	0,016	18 × 1,6

4. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

4.1. Організація ремонту і монтажу устаткування

У процесі експлуатації холодильної установки відбувається знос усіх її елементів, що призводить до зниження її продуктивності. При значному зносі вузлів і деталей з'являється небезпека аварії. Щоб уникнути цього необхідно своєчасне проведення профілактичних оглядів і ремонтів. Розрізняють механічний, хімічний і тепловий знос. У процесі експлуатації холодильного устаткування виникають раптові і поступові відмови устаткування. Раптові відмови пов'язані з наявністю прихованих дефектів деталей і помилками допущеними при монтажі. Виражаються в поломці деталей і вузлів, пар тертяляві тріщин і розривів. Такі відмови не піддаються прогнозуванню.

Поступові відмови відбуваються в результаті природного зносу тертьових частин, корозії, засмічення теплообмінної поверхні апаратів. При ньому відбуваються зменшення продуктивності, збільшення витрати електроенергії, води й масла. Прогнозування поступових відмов відбувається виходячи з досвіду експлуатації однотипного устаткування, на підставі даних лабораторних досліджень. Для того щоб холодильне устаткування знаходилося в справному стані, повинне провадитися комплексне виконання робіт із його ремонту й обслуговування. Профілактичні огляди і ремонти відбуваються із метою попередження відмов унаслідок поломки деталей, що швидко зношуються, саме відгвинчуючих різьбових з'єднань, передчасного зносу базових деталей абразивними частинками, раптовою поломкою деталі. Технічне обслуговування передбачає роботи протягом кожної зміни. Для планування оглядів і ремонтів складають графік ППР. Його упорядкування варто робити з обліком завантаженості підприємства і потреби в холодильній потужності в різноманітний час року. Монтаж холодильного устаткування - це комплекс робіт із його настанови, налагодки і пуску в експлуатацію. Розрізняють три основних засоби ведення монтажних ро-

					ФМХ55.003.000 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

біт. Господарчий, підрядний, і змішаний. Фундаменти машин і апаратів не повинні бути пов'язані з фундаментами стін і колон будинку машинного відділення. При монтажі компресорів найкращим є таке їхнє розміщення, коли вони встановлені в один або два ряди, а передня частина компресорів виходить убік центрального проходу, що має мінімальну ширину 1,5 м. Прохід між виступаючими частинами компресора повинний бути не менше 1,0м. Після за стівання бетону фундаменту під компресор подальша послідовність робіт повинна бути такої; видаляють шаблон, очищають поверхню фундаменту від забруднень, на поверхні роблять насічку для руйнації цементної плівки ,що забезпечує гарне тужавлення з подальшою бетонною підливою, у безпосередній близькості від фундаментних болтів укладаються пакети підкладок . що мають ухил 1:10 або 1:20, різьбу фундаментах болтів очищають і змашують нижню частину, компресора промивають і очищають від бруду, устанавлюють на пакети підкладок виставляють компресор у двох взаємно перпендикуляр них площинах за рівнем ,що розміщують у вертикальних компресорів на верхній поверхні блока циліндрів. Припустима не горизонтальність компресора уздовж осі колінчатого вала 0,1-0,2 мм, поперек -0,2,-0,3мм на їм погонної довжини. Ревізія компресора. Розрізняють повну і неповну ревізію компресора. Неповна ревізія компресора робить при дотриманні правил транспортування і збереження устаткування не більш ніж б мес. Вона містить у собі перевірку якості зборки, стан шатунно-поршневої групи .системи мастила, КОТ і автоматики, розміри мертвого простору і висоти підйому пластин усмоктувальних клапанів.легкості обертання колінчатого вала. Повна ревізія робить при збереженні компресора більш б міс. або наявності в нього ушкоджень. У цьому випадку компресор розбирають на вузли і деталі для проведення перевірки їхньої справності, чистоти поверхні і відсутності корозії.

Монтаж апаратів. З метою підвищення безпеки експлуатації холодної установки рекомендуються: конденсатори.лінійні ресивери й мас-

					ФМХ55.003.000 ДПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ловідокремлювачі /апарати високого тиску/ із великою кількістю холоди- льного агента розміщати зовні машинного відділення. Це устаткування, як і реси- вери для збереження запасу холодоагенту ,повинні бути обгороджені мета- левим бар'єром із входом, що замикається. Ресивери повинні бути захище- ні від сонячних променів і осадків. Апарати і судини .встановлювані в по- мешканні , можуть розміщатися в компресорному цеху або спеціальному помешканні апаратної, якщо воно має окремий вихід назовні. Прохід між гладкою стіною й апаратом повинний бути не менше 0,8 м , але припуска- ється установка апаратів у стін без проходів. Відстань між виступаючими частинами апаратів повинно бути не менше 1,0м, а якщо цей прохід є ос- новним- 1.5 м. При монтажі посудин і апаратів на кронштейнах або консо- льних балках останні повинні бути забиті в капітальну стіну на глибину не менше 250 мм. Припускається установка апаратів на колонах за допомо- гою хомутів. Забороняється пробивати отвори в колонах для кріплення устаткування. Для монтажу і подальшого обслуговування конденсаторів і циркуляційних ресиверів улаштовуються металеві площадки з огорожен- ням і сходами. При довжині площадки більш 6 метрів сходів повинно бути дві. Площадки і сходів повинні мати поруччя. Висота поруч їм. Відстань між стійками поруч не більш 2 м. Испити апаратів, посудин і систем трубо- проводів на тривалість і щільність провадиться по закінченні монтажних робіт і в термін передбачений "Правилами устрою і безпечної експлуатації холодильних установок".

					ФМХ55.003.000 ДППЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Експлуатація холодильного устаткування

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 закрип. Пуск компресора провадиться у напівавтоматичному режимі. Перевіряють наявність різниці тисків олії по манометрах на сальнику і картері. При наявності у компресора байпаса відкривають нагнітальний ventиль перевіривши різницю тисків масла, закривають байпасний ventиль і, спостерігаючи за манометром усмоктування. відкривають усмоктувальний гвинтиль компресора.

Перед зупинкою компресора закривають РВ і відсмокчуть ХА із випарника, не допускаючи підвищення температури нагнітання більш 160°C . Це роблять із метою зниження рівня ХА у випарнику для полегшення наступного пуску. Потім закривають усмоктувальний ventиль компресора. Відсмокчуть пар із картера компресора до тиску 0 МПа. Зупиняють компресор, закривають нагнітальний ventиль і відкривають байпас. Після цього зупиняють насоси холодоагенту води і холодоносія.

					ФМХ55.003.000 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

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

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

У теплообмінних апаратах і що прохолоджуються помешканнях для забезпечення нормального теплообміну між середовищами зберігається певна різниця температур або температурний напір. Температура кипіння визначається по 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.

					ФМХ55.003.000 ДПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3. Автоматизація холодильної установки

Введення.

На багатьох об'єктах холодильної промисловості для організації правильного технологічного процесу необхідно довгостроково підтримувати задані значення різноманітних фізичних параметрів чи змінювати їх у часі по відомому закону. В наслідок різних зовнішніх дій на об'єкт ці параметри відхиляються від заданих. Оператор чи машиніст повинен подіяти на об'єкт таким чином, щоб значення параметрів, що регулюються не виходили за допустимі межі, тобто керувати об'єктом. Окремі функції оператора можуть виконувати різноманітні автоматичні прилади. Дія їх на об'єкт здійснюється за керівництвом людини, яка спостерігає за станом параметрів. Таке управління називають автоматичним. Щоб повністю виключити людину з процесу управління система повинна бути замкнутою і прилади повинні спостерігати за відхиленням параметру, що регулюється та відповідно давати команду на керування об'єктом. Така замкнена система називається системою автоматичного регулювання.

Перші найпростіші автоматичні системи регулювання для підтримки заданих значень рівня рідини, тиску пари, швидкості обертання з'явилися в другій половині XVIII ст. з розвитком парових машин. Винайдення перших автоматичних регуляторів йшло інтуїтивно та було заслугою окремих митців. Для подальшого розвинення приладів автоматизації необхідні були методи розрахунку автоматичних регуляторів.

Вже у другій половині XIX ст. була винайдена струнка теорія автоматичного регулювання, що опиралась на математичні методи. В роботах Д. К. Максвела "О регуляторах" (1866 р.) та И. А. Вишеградського "О загальній теорії регуляторів" (1876 р.) регулятори та об'єкт регулювання вперше розглядаються як єдина динамічна система.

Сучасний етап розвинення автоматизації характеризується значними ускладненнями задач автоматичного управління:

- збільшенням кількості регулюємих параметрів та взаємозв'язком об'єктів регулювання;
- підвищенням потрібної безпохибності регуляторів та їх швидкодійсності;
- підвищенням дистанційності управління та ін.

Широке використання та розповсюдження автоматизації на холодильних установках почалося лише у XX ст., але вже у 60-ті було створено повністю автоматизовані ХУ. З того часу прилади автоматизації зробили ще декілька великих кроків вперед і цей рух не зупиняється ані на хвилину.

					ФМХ55.003.000 ДПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Параметри, що потребують автоматизації.

Задачею автоматизації холодильних установок є забезпечення надійної, безпечної та безвідмовної експлуатації обладнання. Задля досягнення цієї мети використовують наступні прилади:

- пристрої автоматичного регулювання – дистанційно впливають на параметри, що регулюються;
- сигналізація – дистанційна передача інформації у вигляді світлових, звукових та ін. сигналів;
- пристрої контролю – дистанційне вимірювання та, якщо необхідно, записування значень робочих параметрів установки;
- пристрої автоматичного захисту

Автоматичний захист – це відключення з роботи холодильної установки (компресора), якщо хоча б один з параметрів, що контролюються досягає предельно допустимого значення.

Захист проводиться по наступним параметрам:

- недопустимо високий тиск нагнітання;
- недопустимо висока температура нагнітання;
- недопустимо низький тиск всмоктування;
- недопустимо низький перепад тисків мастила в системі змащування компресора;
- недопустимо низька витрата охолоджуючої води крізь рубильники блоку циліндрів компресора;
- рівень рідкого холодильного агента у проміжній посудині віддільнику рідини у всіх типах ресиверів;
- температура розсолу на виході з випарника;
- перепад тисків рідини на вході-виході аміачного водяного та розсільного насосів;
- недопустима концентрація пари аміаку в атмосфері приміщення компресорного цеху.

Параметрів, що підлягають прямому чи побічному регулюванню значно менше:

- температура в камері;
- тиск кипіння;
- температура розсолу;
- ступінь заповнення апаратів;
- тиск конденсації;

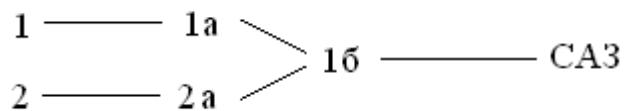
Схема автоматизації одноступінчатої холодильної машини зображена у Додатку1.

Автоматизація процесів проводиться наступним чином:

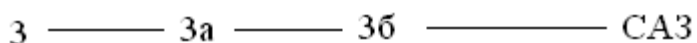
Найбільш автоматизованою частиною як цієї функціональної схеми, так і більшості холодильних схем взагалі є компресор.

Контроль тисків всмоктування та нагнітання проводиться за допомогою двоблочного реле тиску по схемі:

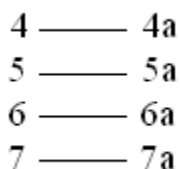
					ФМХ55.003.000 ДППЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



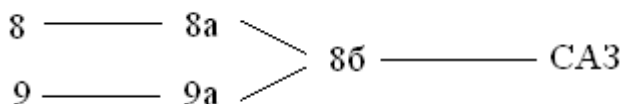
Контроль за температурою нагнітання проводиться за допомогою реле температури по схемі:



Тиск всмоктування, тиск нагнітання, температури всмоктування та нагнітання контролюються за допомогою відповідно показуючи манометрів та термометрів по схемах:



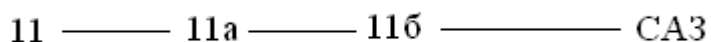
Різниця тисків мастила у мастило насосі контролюється за допомогою реле контролю змащування по схемі:



На лінії виходу з рубашки компресору охолоджуючої води стоїть сигналізатор температури



та реле потоку



На конденсаторі також контролюють :

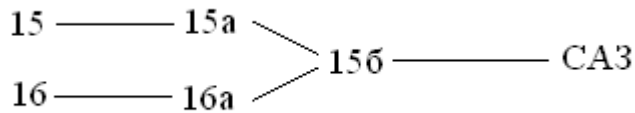
Температуру води на вході 12 – 12а

Температуру води на виході 13 – 13а

Витрату води через конденсатор 14 – 14а – 14б – CA3

Різницю тисків води по різні боки насосу

					ФМХ55.003.000 ДПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Тиск конденсації 17 – 17а

На лінійному ресивері проводять такі вимірювання:

Тиск 18 – 18а

Мінімальний рівень заповнення 19 – 19а

Максимальний рівень заповнення 20 – 20а

На дренажному ресивері вимірюють:

Максимальний рівень заповнення 21 – 21а

Тиск 22 – 22а

Встановлено сигналізатор підвищення

Температури в камері 23 – 23а

При підвищенні перегріву пари агенту на виході з випарника подається сигнал на обмотки відповідного соленоїду 24 – 24а – 24б - 28

Відділювач рідини перевіряється по наступним параметрам:

Робочій рівень 25 – 25а – 25б

Підвищений рівень 26 – 26а – 26б

Максимально допустимий рівень 27 – 27а – 27б – САЗ

В схемах автоматики використовуються такі прилади фірми Danfoss.

При виході одного з контролюємих параметрів за межі допустимого повинна оказуватись відповідна регулююча дія або вимикатись з роботи компресор холодильної установки.

					ФМХ55.003.000 ДППЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.4. Охорона навколишнього середовища

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

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

Одним з основних джерел забруднення атмосферного повітря є промислові викиди. Відходи від експлуатації різноманітних видів транспорту і сжигання енергоносіїв. Заходи, спрямовані на попередження забруднення навколишнього середовища і зниження шкідливих домішок можна привести в трьох групи:

- поліпшення існуючих і впровадження нових технологічних процесів, що виключають виділення шкідливих речовин в самому джерелі їхньої утворення. поліпшення состава палива. апаратів, зменшення або усунення влучення шкідливих викидів в атмосферу за допомогою очисних споруд.

- запобігання забруднення атмосфери шляхом створення зелених зон навколо підприємств із шкідливими виробництвами. Холодильні установки споживають щорічно 1320 млн.м³ води і тільки 70% якої іде на оборотне водопостачання. Холодильні підприємства є енергоємним виробництвом при виробітку електроенергії необхідної для, роботи холодильної установки порушується екологічна рівновага. Необхідно знижувати енергоємність холодильних підприємств за рахунок використання сучасних апаратів і техніки. Зменшення забруднення навколишнього середовища холодильними установками досягається підтримкою герметичності систем хладоносіїв, використанням оборотного водопостачання. застосуванням

					ФМХ55.003.000 ДППЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конденсаторів повітряного охолодження-скороченням витрат електроенергії на роботу холодильної установки.

					ФМХ55.003.000 ДПІЗ	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		64

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок капітальних вкладень

Капітальні витрати складаються з витрат на обладнання і будівлі холодильника:

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

Вартість будівлі холодильника визначається по укрупненим показникам:

$$B_{хол} = V * Ц_{хол} \quad (5.2)$$

де V - об'єм будівлі холодильника, м³;

$Ц_{хол}$ - вартість будівлі холодильника, грн.

$$B_{хол} = 828 * 2800 = 2\,318\,400 \text{ грн.}$$

Вартість обладнання визначаємо по прейскуранту і зводимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 Вартість обладнання

№ з/п	Найменування обладнання	Марка	Кількість	Вартість одиниці обладнання, грн.	Загальна вартість обладнання, грн.
1	Компресор	W4HA	2	100 000	200000
2	Конденсатор	CRW 14/303.1200 2/4P	2	65 000	130000
3	Водяний насос	F32/160C	3	10 000	30000
4	Повітроохолоджувач	АНТ 156.46	1	30 000	30000
5	Повітроохолоджувач	АНТ 150.48	2	20 000	40000
6	Відокремлювач рідини	VR-6	1	20000	20000
7	Градирня	MFRP1	1	20000	20000
8	Мастиловіддільник магістральний	ОАНС65051А	1	20000	20000
9	Ресивер дренажний	F552ТА	1	20000	20000
10	Лінійний ресивер	F252НА	2	13000	26000
11	Лінійний ресивер	F302Н	2	14000	28000
Сумарна вартість обладнання			564000		
Вартість іншого обладнання 10%			56400		

					ФМХ55.003.005 ДППЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункова вартість обладнання	620400
Витрати на транспортування 15%	93060
Витрати на монтаж 20%	124080
Разом вартість обладнання (Воб)	837540

Тоді сума капітальних вкладень по проекту складає:

$$KB_{хол} = 2318400 + 837540 = 3155940 \text{ грн.}$$

5.2 Розрахунок кількості виробленого холоду

Визначимо виробіток холоду в робочих умовах:

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

де $\sum Q_0$ - холодопродуктивність компресорів в робочих умовах, кВт;

k – коефіцієнт, який враховує втрати в трубопроводах;

t - час роботи компресора за рік, секунд;

n - кількість компресорів даного типу, од.

$$Q_{0роб} = 49,9 \cdot 1,05 \cdot 19\,440\,000 \cdot 2 = 2,04 \cdot 10^9 \text{ кДж}$$

Сумарний виробіток холоду за рік:

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

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

$$Q_{0ст} = 2,04 \cdot 10^9 \cdot 0,45 = 0,92 \cdot 10^9 \text{ кДж}$$

5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат

До експлуатаційних (поточних) витрат відносяться витрати на:

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

					ФМХ55.003.005 ДППЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3.1 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

До допоміжних матеріалів відносяться:

- а) холодоагент;
- б) змащувальні матеріали.

Розрахунок вартості річної потреби холодоагенту:

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

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

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

Річна потреба холодильного агента при ремонті

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

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

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

$$G_{xa} = (0,9 * 49,9 * 2 * 1,2) / 1000 = 107,78 \text{ кг}$$

$$B_{xa} = 107,78 * 90 = 9701 \text{ грн.}$$

Розрахунок вартості річної потреби змащувальних матеріалів:

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

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

G_m - річна потреба змащувальних матеріалів, кг

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

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

n - кількість компресорів;

R - кількість разів заміни масла на рік;

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

$$G_m = 4,7 * 2 * 2 * 1,2 = 22,56 \text{ кг}$$

$$B_m = 22,56 * 300 = 6768 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на допоміжні матеріали зводимо в таблицю 5.2

					ФМХ55.003.005 ДППЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.2 Допоміжні матеріали

№ з/п	Стаття витрат	Витрати, грн.
1.	Вартість холодоагенту	9 701
2.	Вартість змащувальних матеріалів	6 768
	Разом	16 469
	Витрати на інші допоміжні матеріали (5%)	823
	Всього	17 292

5.3.2 Розрахунок витрат на силову електроенергію

Розрахунок річного споживання електроенергії визначається за формулою:

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

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

$n_{дв}$ – кількість електродвигунів;

T – тривалість роботи при максимальному навантаженні;

K – коефіцієнт використання обладнання

Таблиця 5.3 Розрахунок споживання силової електроенергії

№	Назва обладнання	Кількість одиниць	Потужність, кВт	Тривалість роботи за рік, годин	Коефіцієнт використання обладнання	Загальна потреба в електроенергії, кВт-годину
1	Компресор	2	12,2	5400	0,7	92 232
2	Градирня	1	0,75	5400	0,7	2 835
3	Повітроохолоджувач	3	0,56	3000	0,7	3 528
4	Насос	2	0,3	5400	0,7	2 268
	Разом					100 863

					ФМХ55.003.005 ДППЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати на силову електроенергію розраховуємо за формулою:

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

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

$$B_{ел} = 100863 * 4,3 = 433711 \text{ грн.}$$

5.3.3 Розрахунок витрат на воду для виробничих цілей

Вартість річного споживання води визначаємо за формулою:

$$B_e = G_e * Ц_e; \quad (5.11)$$

де G_e - річне споживання води, м³;

$Ц_e$ - вартість 1м³ води, грн.;

Річне споживання води:

$$G_e = g_e \cdot \frac{Q_{ост}}{1000} * 0,15; \quad (5.12)$$

де g_e - норма споживання води на 1000 кДж холоду, м³;

0,15 – коефіцієнт, який враховує наявність оборотного водопостачання

$$G_B = (0,0048 * 1,42 * 10^9 / 1000) * 0,15 = 660,0 \text{ м}^3$$

$$B_e = 660,0 * 45 = 29701,0 \text{ грн.}$$

5.3.4 Визначення кількості виробничого персоналу

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

Таблиця 5.4 Розрахунок балансу робочого часу на рік одного середньооблікового робітника

№з/п	Показники	Число днів
1.	Кількість календарних днів на рік	365
2.	Кількість вихідних днів на рік	104
3.	Кількість святкових днів на рік	12
4.	Номінальний фонд робочого часу	249
5.	Тривалість відпустки	24
6.	Невиходи на роботу через хворобу	5
7.	Інші невиходи на роботу з дозволу адміністрації	1
8.	Число днів корисної роботи одного працівника	219
9.	Середня тривалість робочого дня, годин	7,96
10.	Ефективний фонд робочого часу, годин	1743

					ФМХ55.003.005 ДППЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт перерахування планової кількості робітників в облікову визначається за формулою:

$$K_{\text{п}} = \Phi_{\text{н}} / \Phi_{\text{еф}} \quad (5.13)$$

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

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

$$K_{\text{п}} = (249 * 8) / 1743 = 1,14$$

Кількість машиністів і слюсарів-ремонтників визначається за формулою:

$$K_{\text{р}} = \sum N_{\text{ч}} * \text{п} * K * K_{\text{п}} \quad (5.14)$$

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

п - кількість компресорів одного типу в групі;

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

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

Кількість машиністів холодильної установки:

$$K_{\text{м}} = 1,2 * 2 * 0,8 * 1,14 = 3 \text{ робітника}$$

Кількість слюсарів-ремонтників холодильної установки:

$$K_{\text{м}} = 0,24 * 2 * 0,8 * 1,14 = 1 \text{ робітник}$$

5.3.5 Розрахунок витрат на заробітну плату

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

Основна заробітна плата визначається за формулою:

$$З_{\text{Посн}} = ГТС_i * T_{\text{еф}} * K_{\text{р}} \quad (5.15)$$

де $T_{\text{еф}}$ - ефективний фонд робочого часу одного робітника за рік, годин

$K_{\text{р}}$ - кількість робітників, обслуговуючих холодильне обладнання, осіб

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

$$ГТС_i = ГТС_{\text{мін}} * ТК_i \quad (5.16)$$

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

$ТК_i$ - тарифний коефіцієнт відповідного розряду

					ФМХ55.003.005 ДППЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.5 Розрахунок заробітної плати робітників

Назва професії	Кількість робітників	Розряд	ГТС, грн	Ефективний фонд робочого часу, годин	Основна зарплата, грн.
Машиніст	3	VI	68,78	1743	359650,62
Слюсар-ремонтник	1	VI	68,78	1743	119883,54
Разом	4	-	-	-	479534,16

Додаткова заробітна плата становлять 50 % від основної заробітної плати.

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

Таблиця 5.6 Заробітна плата виробничих робочих з нарахуваннями

№ з/п	Стаття витрат	Сума, грн.
1.	Фонд основної заробітної плати	479534,16
2.	Фонд додаткової заробітної плати	239767,08
3.	Єдиний соціальний внесок	158 246,27
	Всього	877 547,51

5.3.6 Амортизація холодильного обладнання

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

$$V_a = V_{об} * N_a / 100\%, \text{ грн.} \quad (5.17)$$

$$V_a = 2318400 * 5 / 100 + 837540 * 20 / 100 = 283428 \text{ грн.}$$

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

$$V_{п.р} = 283428 * 0,1 = 28343 \text{ грн.}$$

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

$$V_{ін} = (17 292 + 433 711 + 29 701 + 877 548 + 283 428 + 28 343) * 0,05 = 82 016 \text{ грн.}$$

Всі статті витрат зводимо в таблиці 5.7.

					ФМХ55.003.005 ДППЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ

Вступ

Відповідно до Закону України "Про охорону праці" на виробництві існують певні правила безпечних умов праці. Ці правила поширюються на всіх суб'єктів господарювання (далі - підприємства) незалежно від їх підпорядкування і форм власності та на працівників цих підприємств. Правила регламентують безпечне виконання робіт та технологічних процесів у виробництві. Вимоги цих правил є обов'язковими для всіх працівників, які беруть участь у проектуванні, будівництві та експлуатації підприємств холодильного виробництва, для роботодавців, які організовують безпечну роботу на виробництві та контролюють роботу з охорони праці на підприємствах.

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

6.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що впливають на працівників

При експлуатації холодильних установок можливий вплив на працівників ряду небезпечних і шкідливих виробничих факторів, в тому числі:

- осколків, що розлітаються, обладнання і струменів холодильного агенту (рідкого, газоподібного під тиском), холодоносіїв за умови руйнування елементів обладнання і трубопроводів;
- розташування робочих місць на значній висоті відносно поверхні землі (підлоги);
- рухомих частин обладнання (компресори, насоси, вентилятори);
- підвищеної загазованості повітря робочих зон (через можливих витоків холодильного агенту з холодильних систем і внаслідок пожежі);
- підвищеної або зниженої температури поверхонь обладнання і трубопроводів;

					ФМХ55.003.006 ДППЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

- зниженої температури повітря робочих зон (в холодильних камерах; при обслуговуванні обладнання взимку на зовнішніх майданчиках);
- підвищеного рівня шуму на робочих місцях;
- підвищеного рівня вібрації;
- підвищеної рухливості повітря в холодильних камерах і на зовнішніх (відкритих) майданчиках тощо.

Захист працівників від впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів повинен здійснюватися також на основі виконання вимог пожежної безпеки, будівельних і санітарних норм щодо розміщення обладнання і влаштування систем, приміщень, вимог безпеки при монтажі та ремонті.

Вміст шкідливих речовин і кількість небезпечних факторів в робочих зонах не повинен перевищувати значень, визначених чинними стандартами і гігієнічними нормативами.

Для обслуговування обладнання, трубопроводів, арматури та інших елементів холодильних установок, розташованих на висоті вище 1,8 м від підлоги (землі), повинні передбачатися відповідні майданчики, драбини.

6.2 Гігієнічні вимоги до виробничого середовища.

Для безаварійної експлуатації компресорних і холодильних установок слід дотримуватись вимог безпеки, що викладені в державних стандартах та інструкціях з техніки безпеки.

6.2.1 Виробничі приміщення

При плануванні виробничого приміщення врахована санітарна характеристика виробничих процесів, дотримуються норми корисної площі для працюючих, а також нормативи площ для розташування устаткування, що забезпечують безпечну роботу та зручне обслуговування устаткування.

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

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

					ФМХ55.003.006 ДППЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Кількість хладону в установках, які розміщені в машинних відділеннях, не обмежується. В деяких випадках створення спеціального машинного відділення не має. Допускається розміщення хладонових холодильних установок в виробничих приміщеннях сумісно з іншим технологічним обладнанням при умові, що в цих приміщеннях знаходиться персонал, який пройшов інструктаж по техніці безпеки на хладонових холодильних установках.

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

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

Вхід сторонніх людей в машинне відділення не дозволяється. На вхідних дверях вивіщується табличка «Компресорний цех. Стороннім вхід заборонено». Для виклику машиніста встановлюється дзвінок

6.2.2 Освітлення робочого місця, шум, вібрація

Організація раціонального освітлення виробничих приміщень і робочих місць. Проектом передбачено використання в виробничих приміщеннях холодильників змішаного освітлення, тобто сполучення природного і штучного освітлення. Природне освітлення здійснюється через вікна в зовнішніх стінах будинку.

Штучне передбачає три типа освітлення: робоче, місцеве (для огляду і ремонту) і аварійне. Освітленість машинних і апаратних відділень повинна відповідати СНіП II-4-79 «Естественное и искусственное освещение».

6.2.3 Безпека праці

Холодоагент це речовина без запаху і кольору. Вважається найбільш безпечним сполученням з точки зору екології, так як не містить броду і хлору. Бромовмісні та хлоровмісні фреони діють на склад атмосфери, порушують озоновий шар.

					ФМХ55.003.006 ДППЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Друга позитивна якість, яка дає широке застосування цього холодоагенту – не токсичність. Система повинна бути повністю герметичною, так як при сполученні холодоагенту з повітрям створюються горючі суміші.

Для обслуговування обладнання, трубопроводів, арматури та інших елементів холодильних установок, розташованих на висоті вище 1,8 м від підлоги (землі), повинні передбачатися відповідні майданчики, драбини.

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

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

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

До самостійної роботи допускаються робітники не молодше 18 років, що пройшли медичний огляд і навчання, мають посвідчення на право виконання робіт.

6.3 Пожежна безпека.

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

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 при-

					ФМХ55.003.006 ДППЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

міщеннях холодильників водопровід проектується об'єднаним. В охолоджених приміщеннях прокладка водопроводу не допускається.

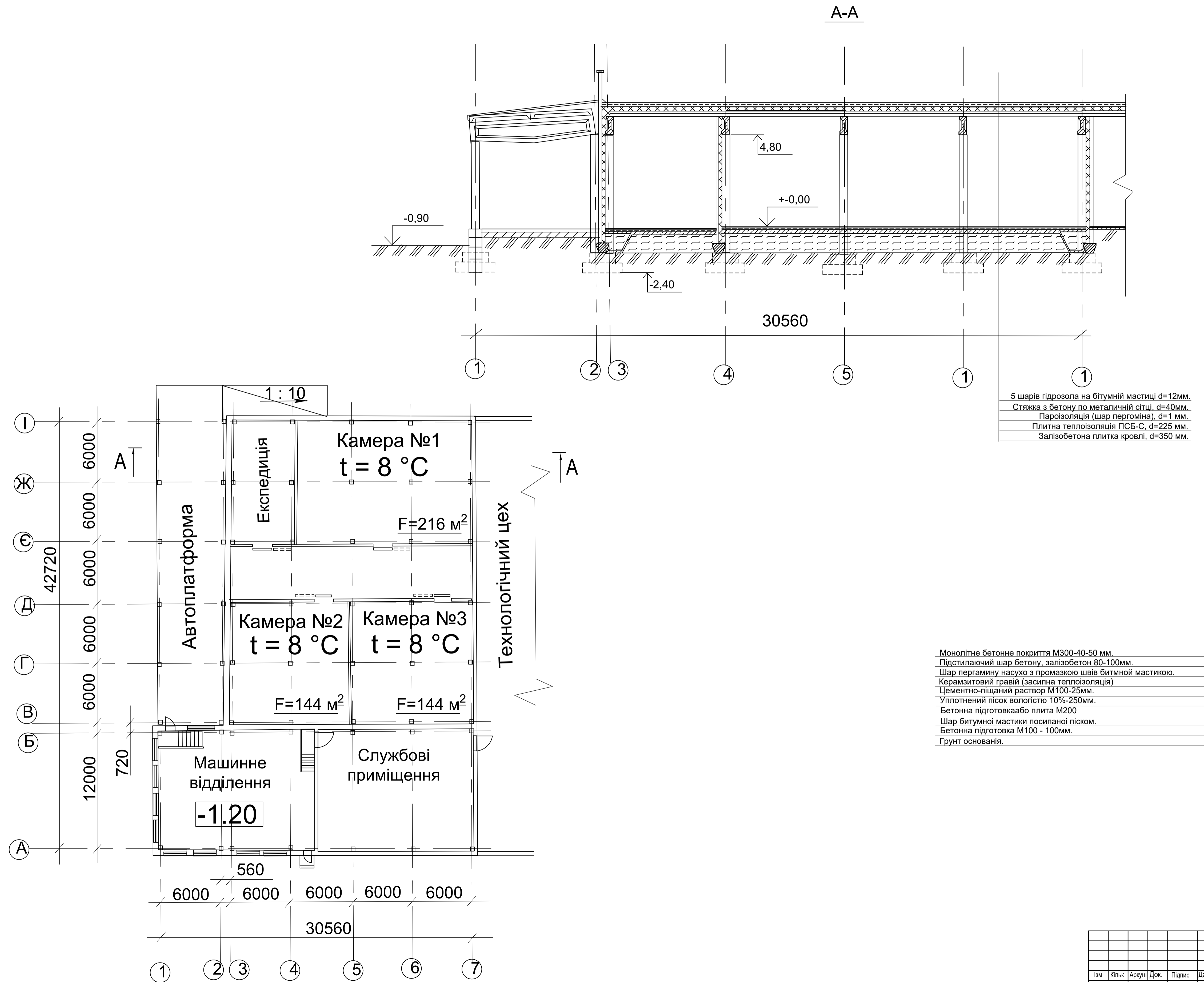
Для гасіння пожеж на початкових стадіях широко застосовуються вогнегасники. У виробничих приміщеннях це головним чином пінні та вуглекислотні вогнегасники, достоїнством яких є висока ефективність гасіння пожежі, збереження електричного устаткування. Розташовують вогнегасники на видних місцях, на висоті 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. Двері повинні мати освітлений надпис « Запасний вихід». План евакуації вивіщується на видному місці у основного виходу із приміщення.



					ФМХ55.003.006 ДППЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документу	Підпис	Дата		

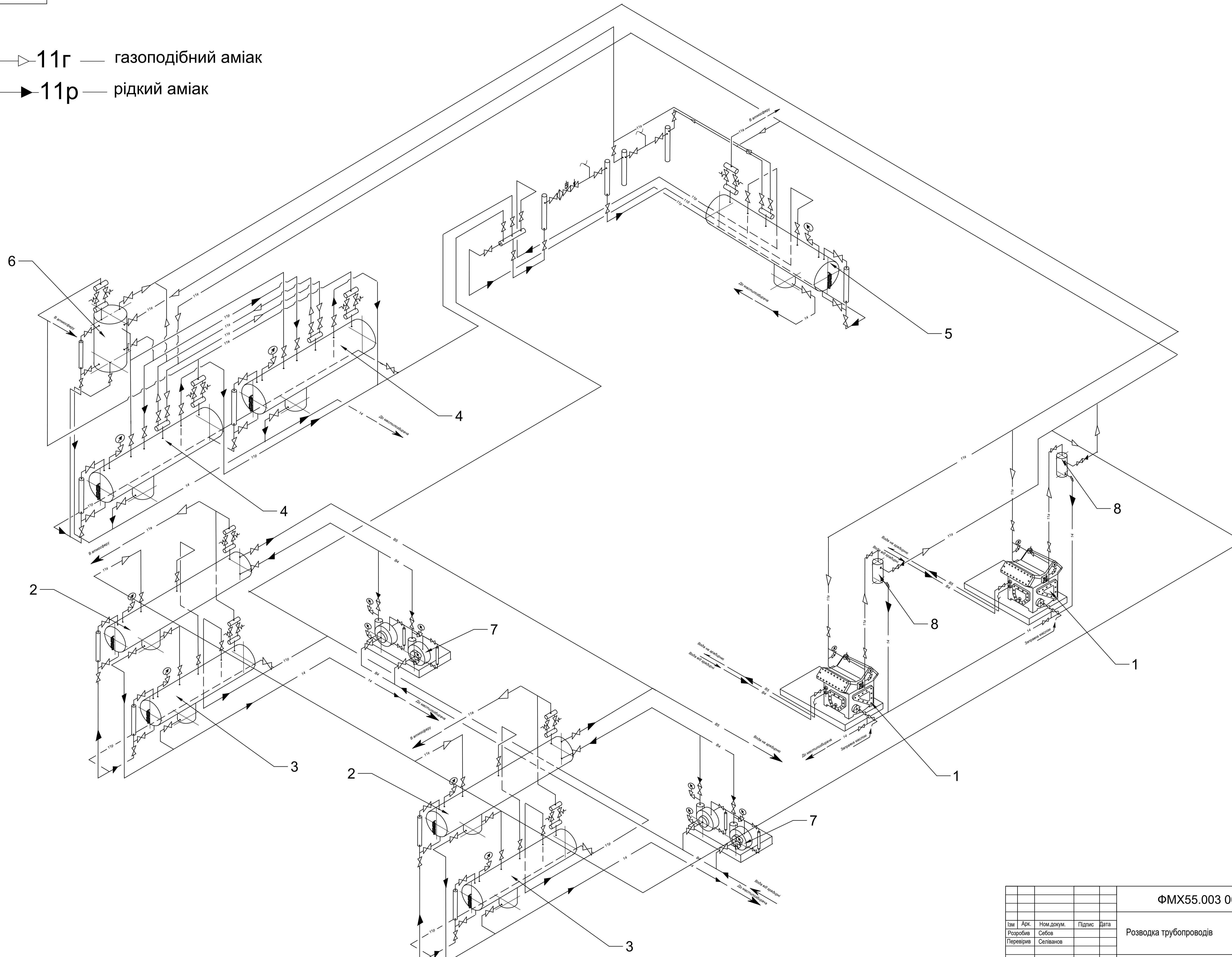


5 шарів гідрозола на бітумній мастиці d=12мм.
 Стяжка з бетону по металічній сітці, d=40мм.
 Пароізоляція (шар пергоміна), d=1 мм.
 Плита теплоізоляція ПСБ-С, d=225 мм.
 Залізобетона плитка кровлі, d=350 мм.

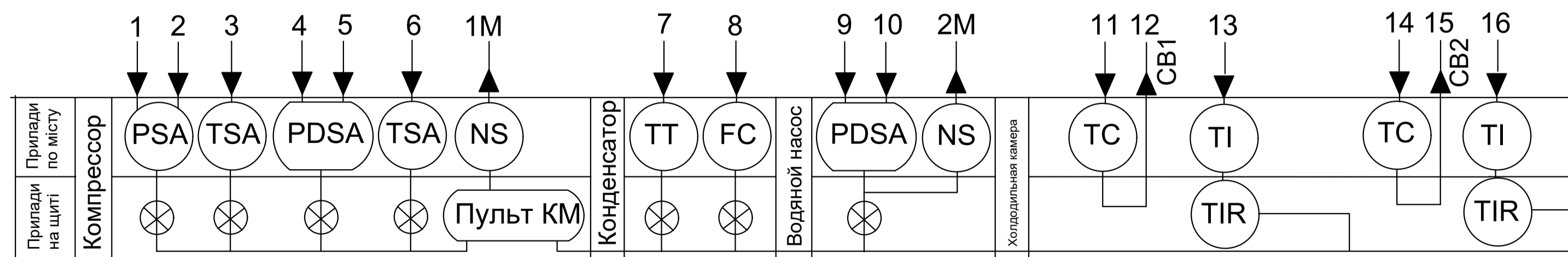
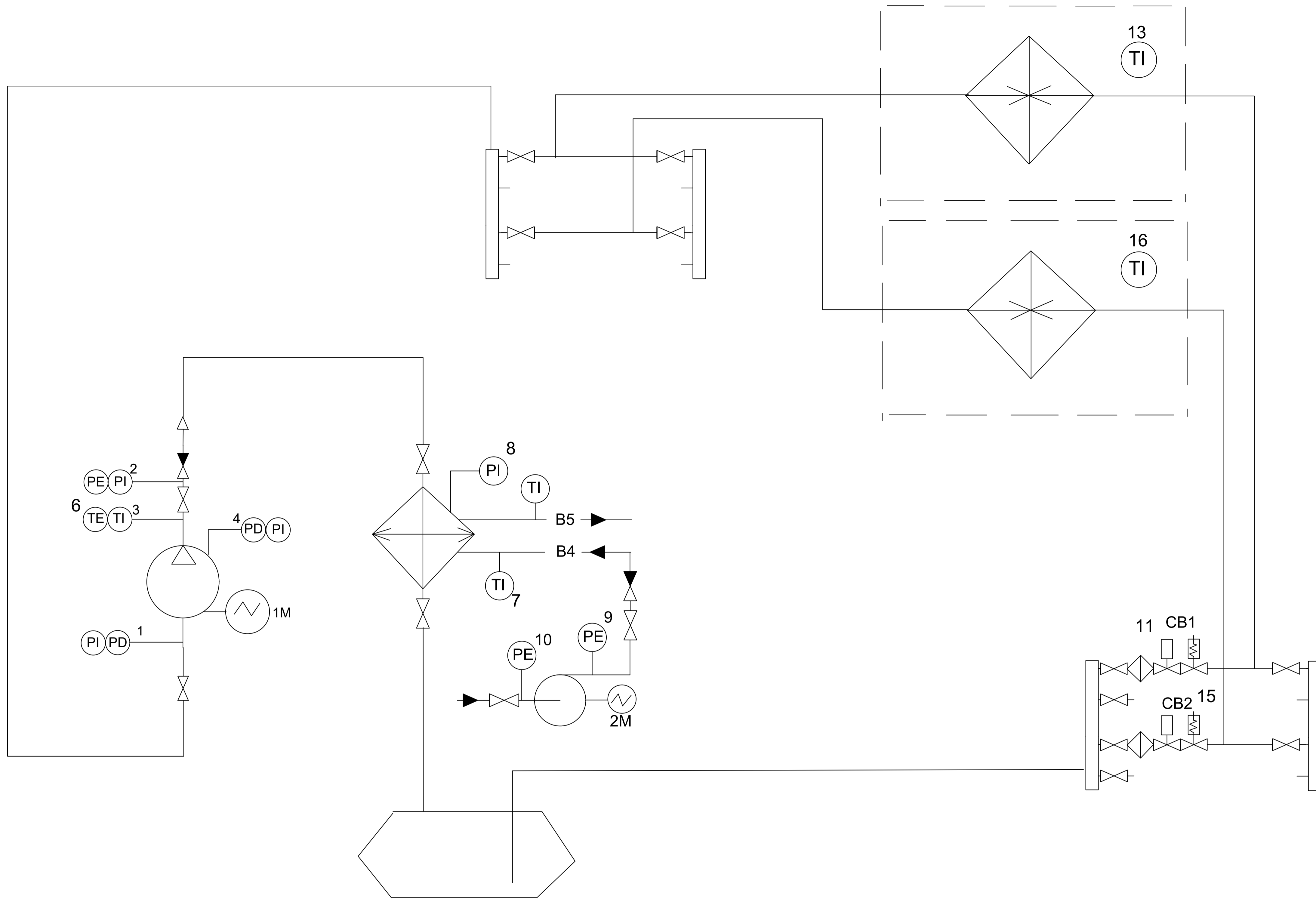
Монолітне бетонне покриття М300-40-50 мм.
 Підстилаючий шар бетону, залізобетон 80-100мм.
 Шар пергаменту насухо з промазкою швів бітумною мастикою.
 Керамзитовий гравій (засипна теплоізоляція)
 Цементно-піщаний розтвор М100-25мм.
 Уплотнений пісок вологістю 10%-250мм.
 Бетонна підготовка або плита М200
 Шар бітумної мастики посипаної піском.
 Бетонна підготовка М100 - 100мм.
 Грунт оснований.

						ФМХ55.003 000 01.ДП БК		
Ізм	Кільк	Архус	Док.	Підпис	Дата	Стадія	Маса	Масштаб
Розробив	Себов					План та розріз будівлі холодної камери		1:200
Перевірив	Селіванов					Архус 1	Архусів 3	
Консульт.	Волянська					ВСП ОТФК ОНТУ		

 11г — газоподібний аміак
 11р — рідкий аміак



					ФМХ55.003 000 02.ДП С7		
Ізм.	Арх.	Ном.докум.	Підпис	Дата	Розводка трубопроводів		
Розробив	Себов						
Перевірив	Селіванов				Літ	Маса	Масштаб
					Аркуш 2	Аркуш 3	
					ВСП ОТФК ОНТУ		
					гр. 4ФМХ-55		
					формат А1		



ФМХ55.003 000 03.ДП С7					
Лп	Маса	Масштаб			
Ізм	Арк	Ном. докум.	Підпис	Дата	Схема автоматизації
Розробив	Себев	Селіванов			
Перевірив	Селіванов				
Аркуш 3			Аркушів 3		
ВП ОТФК ОНТУ					

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

**СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 142 «ЕНЕРГЕТИЧНЕ
МАШИНОБУДУВАННЯ»**

**ОСВІТНЯ ПРОГРАМА «МОНТАЖ І
ОБСЛУГОВУВАННЯ ХОЛОДИЛЬНО-
КОМПРЕСОРНИХ МАШИН І УСТАНОВОК»**

ГР. 4ФМХ-55

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

Розробка холодильника при фермерському господарстві для зберігання і переробки томатів ємністю 330 т., Кіровоградська обл.

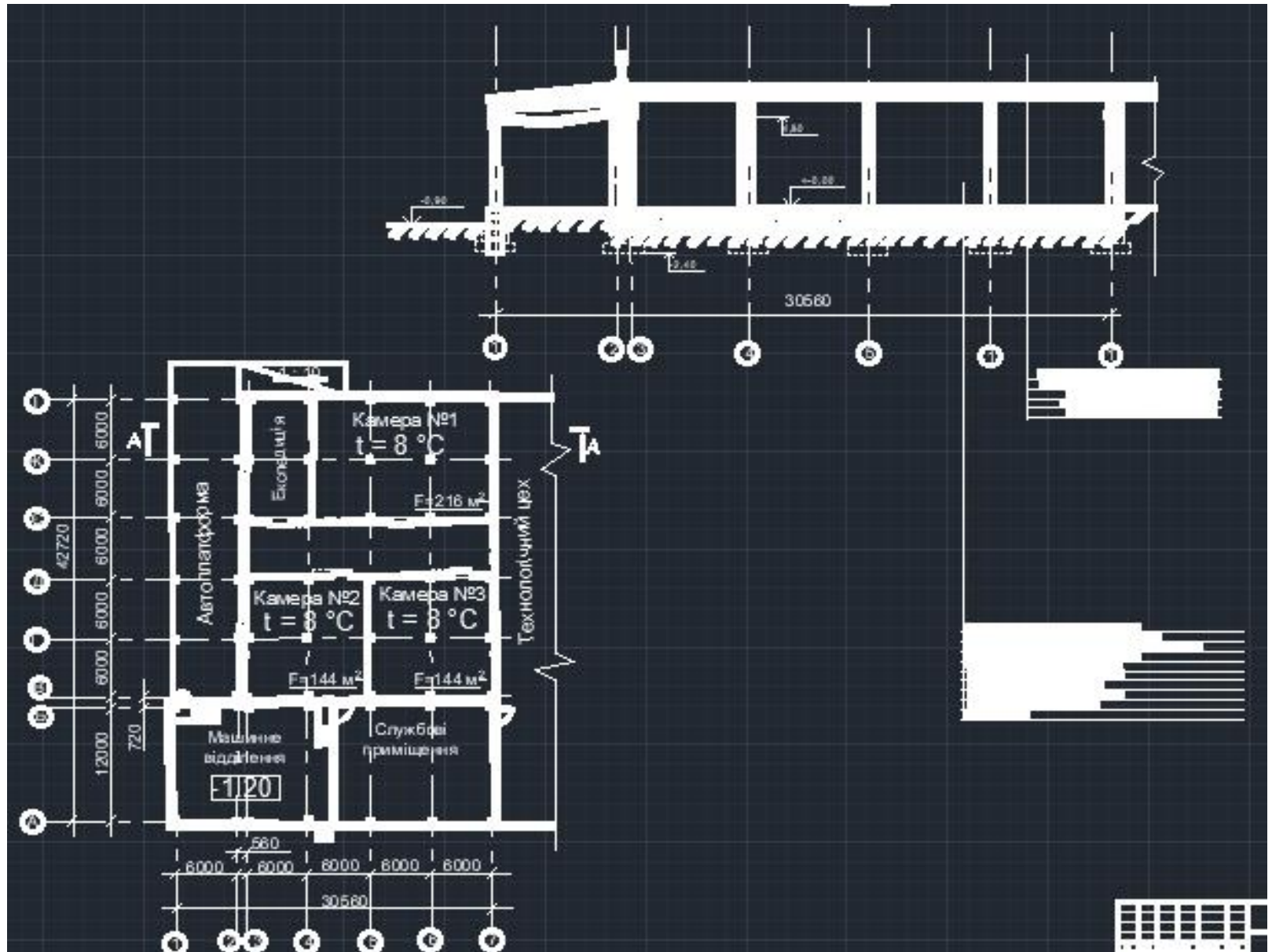
Дипломник: Себов А.К.

Керівник: Селіванов А.П.

Мета проекту.

- В умовах дефіциту нових потужностей з переробки овочів безпосередньо по місцю їх вирощування, створити проект холодильника при фермерському господарстві в регіоні із розвиненим сільським господарством.
- Застосувати класичні методики розрахунку та добору обладнання для холодильних установок.
- В процесі виконання проекту використати відповідну діючу нормативну та довідникову документацію.

ПЛАНУВАННЯ ХОЛОДИЛЬНИКА



Будівельні та ізоляційні матеріали

Стандартні залізобетонні
конструкції



Пінопласт полістирольний
самозгасаючий ПСБ-С



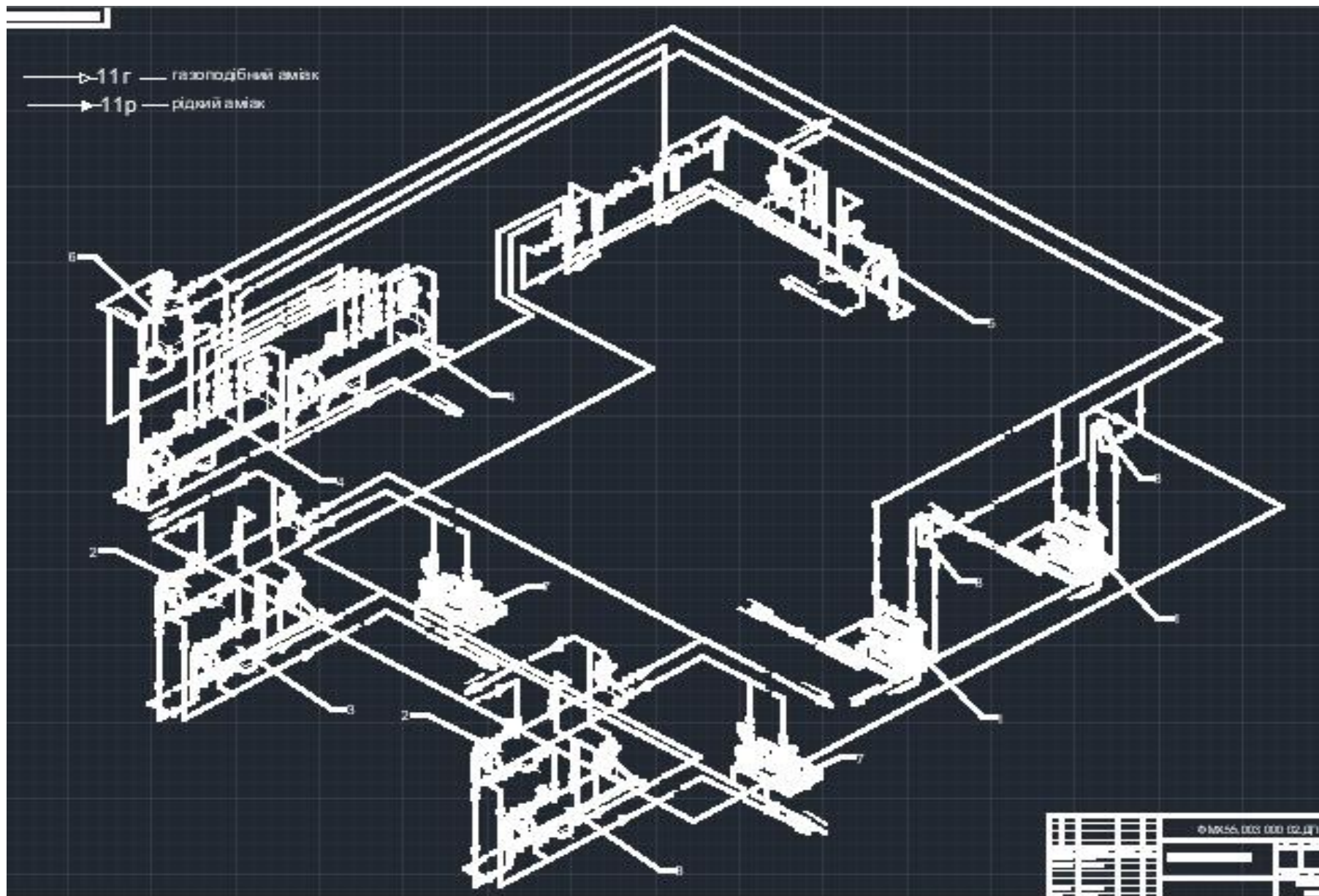
Система охолодження

Система охолодження повітряна за допомогою аміачної одноступінчатої холодильної установки.

Переваги аміаку, як холодильного агенту:

- Велика холодопродуктивність
- Екологічна безпечність
- Відносно низька вартість
- Розчинність та нейтралізація водою
- Можливість отримання низьких температур при виску, вище за атмосферний

РОЗВОДКА ТРУБОПРОВОДІВ

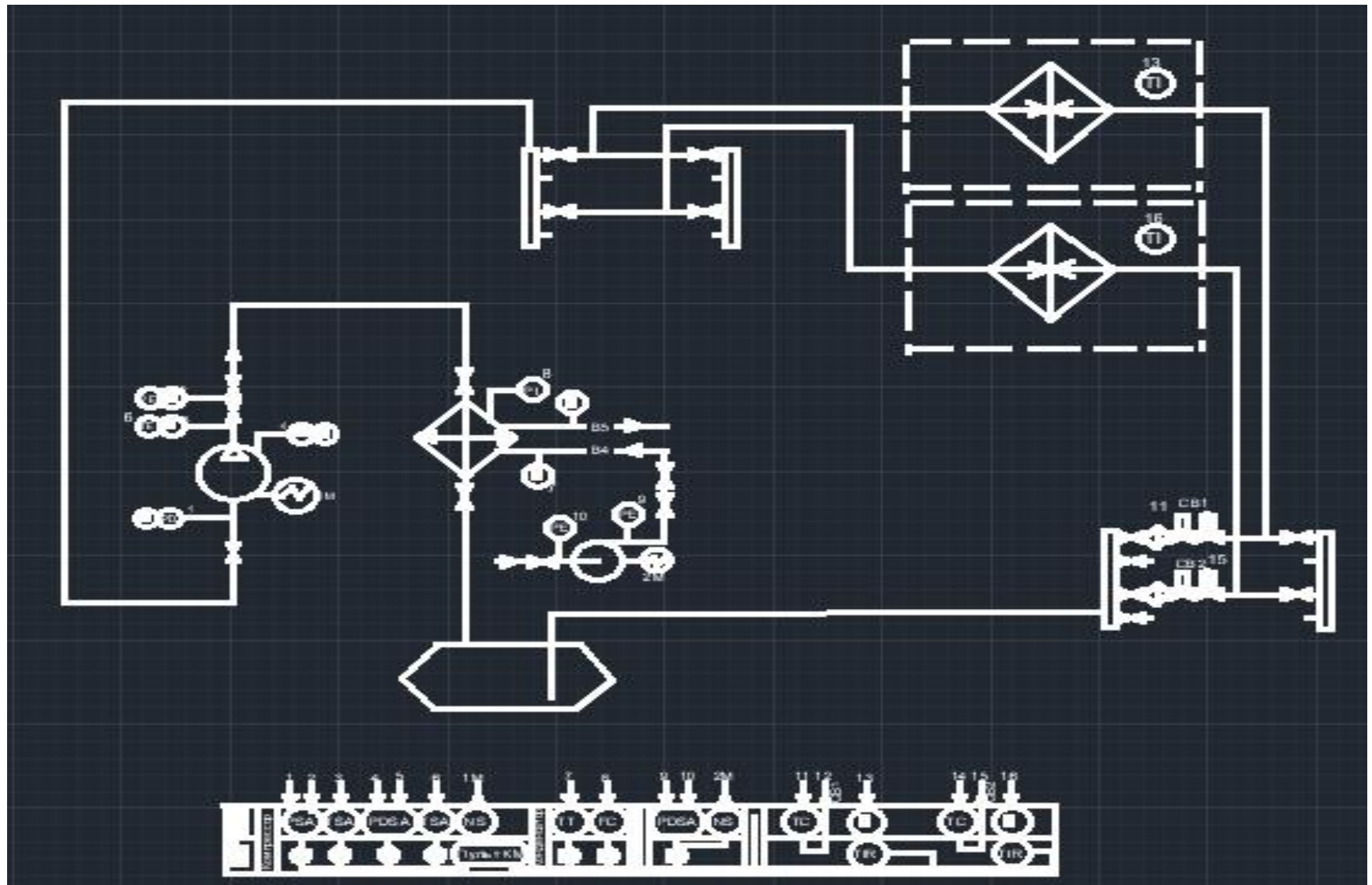


Система зворотного водопостачання

Для ефективного охолодження конденсаторів аміачних холодильних машин використовують системи зворотного водопостачання на базі вентиляторної градирні вітчизняного виробництва. При розпиленні води на теплообмінну поверхню градирні, частина води випаровується, здійснюючи випарне охолодження.



Схема автоматизації холодильної установки



ДЯКУЮ ЗА УВАГУ