

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С.Гулого
Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

«До захисту в ЕК»

Директор інституту

_____ Блаженко С.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2021 р.

«До захисту допущено»

В.о.завідувача кафедри

_____ Петренко В.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності 142 Енергетичне машинобудування
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми _____

Холодильна техніка та технології

на тему: Проект картоплесховища місткістю 1000 т. у м. Житомир на базі
різних схемних рішень ХУ

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ХМ-2-9М

_____ Єрємін Михайло Вадимович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник _____ Мирошник Марія Миколаївна
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

_____ (підпис)

Консультант _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

_____ (підпис)

Рецензент _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

_____ (підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2021 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь _____

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Холодильна техніка та технології
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафедри TEXT

“ 10 ” листопада 2020 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Єрємійна Михайла Вадимовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект картоплесховища місткістю 1000 т. у м. Житомир на базі різних схемних рішень ХУ

керівник роботи доц. Мирошник М.М.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 05 ” 11 2020 року № 925-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2021р.

3. Вихідні дані до роботи _____

Холодоагент R134a

Тип схем варіативний розрахунок схем ХУ (безпосеред., пром. тепл-нос.)

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

1). Технолог. схема оброблення продукції.

2). Розрахунок холодильної частини проекту

3). Техніко економічні показники

4). Охорона праці

5). Автоматизація, Електрична частина, ЦЗ

5. Перелік графічного матеріалу

1. План та розріз будівлі холодильника

2. Схема холодильної установки

3. Автоматизація

4. Електрична частина

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____ 10 листопада 2020р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на дипломний проект	09.11-13.11	виконано
2	Виконання холодильної частини ДП	14.11-28.12	виконано
3	Вибір обладнання холодильної(их) установок	05.01-10.01	виконано
4	Варіативний розрахунок схем ХУ	11.01-15.01	виконано
5	Оформлення креслень та ПЗ	16.01-31.01	виконано
6	Здача готової роботи	01.02.2021р.	виконано

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

Єрьомін М.В. _____
(прізвище та ініціали)

Мирошник М.М. _____
(прізвище та ініціали)

Анотація

Дипломний проект був розроблений та спроектований на базі картоплесховища місткістю 1000 т. у м. Житомир на базі різних схемних рішень ХУ. В проекті розроблена холодильна схема та виконаний підбір необхідного холодильного обладнання для умов експлуатації даного холодильника. Розроблений проект має на меті отримання максимальної енерго-ефективності та досягнення необхідного ефекту в отриманні штучного холоду при мінімальних капітальних та експлуатаційних затратах. Також в проекті наведений повний розрахунок та опис технології та холодопостачання під час зберігання продукції в охолоджену вигляді, а також приведений детальний підбір основного та допоміжного обладнання холодильної установки.

Ключові слова: картоплесховище, проміжний теплоносій, фреон, R134a, фрікулінг.

Зміст

стор.

Вступ.....	
1 Розробка технологічної схеми холодильної обробки продукції.....	
2 Визначення основних розмірів та планування приміщень холодильника.....	
3. Розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника.....	
4. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень.....	
5. Визначення навантаження на обладнання камер та компресор.....	
6. Вибір розрахункового робочого режиму, побудова циклу та тепловий розрахунок холодильної машини. Вибір компресорів.....	
7. Розрахунок та вибір тепломасообмінних апаратів (конденсатор, градирня).....	
8. Розрахунок та вибір теплообмінного обладнання холодильних камер...	
9. Розрахунок та підбирання допоміжного обладнання (ресивери, мастиловіддільники).....	
10. Електрообладнання та електропостачання.....	
11. Автоматизація.....	
12. Монреальський протокол. Загальні відомості	
13. Розрахунок економічної ефективності.....	
14. Охорона праці.....	
Список використаної літератури.....	

Вступ

Загальновідомо, що вирощування і збір врожаю – це всього лише півсправи. Головне ж, зуміти отриманий врожай зберегти. У зв'язку з цим, багато хто може пригадати, ще не так давно широко вживалась таке словосполучення, як «битва за врожай», коли цю «битву» регулярно насилу вигравали спільними зусиллями, а ось зберегти результати цієї «перемоги» не могли. Особливо, дана ситуація стосується овочів і фруктів, які зберегти не так вже і просто, не маючи спеціально обладнаного овочесховища.

Зв'язане це з тим, що при зберіганні, не в спеціально обладнаному овочесховищі овочі і фрукти досить сильно «дихають» внаслідок того, що в них відбувається окислення цукрів, через яке відбувається втрата живильних речовин, виділяється значна кількість вологи, вуглекислого газу і тепла. При протіканні цих процесів відбувається втрата якості овочів і фруктів, що зберігаються, а також зменшується їх вага, а в результаті це призводить до втрати продукції.

Якщо ж є овочесховища, з устаткуванням, яке здатне підтримувати оптимальний режим вологи і температури, регулювати газове середовище в приміщенні, то дані процеси практично зупиняються. Випаровування вологи неминуче супроводжується зменшенням маси плодів і овочів і такі втрати називаються природними. Їх можна скоротити шляхом регулювання інтенсивності дихання, а отже, і випаровування вологи, що має серйозне практичне значення.

1. Розробка технологічної схеми холодильної обробки продукції.

Наша держава займає третє місце у світі за масштабами споживання картоплі. В Україні її вперше посадили у 1805 році в Харківській губернії. На територію Карпат вона потрапила з Австрійської імперії та довгий час не сприймалась місцевим населенням. На сьогодні найбільші площі для посіву картоплі відведені у Китаї та Індії, де вирощується третина всього врожаю бульби у світі. А у 1995 році картопля стала першою рослиною, вирощеною у космосі.

При великих витратах праці і матеріальних ресурсів її врожайність залежить від ґрунтово-кліматичних умов. Картоплю вирощують в різних зонах України: на піщаних і суглинкових ґрунтах, чорноземах — від Полісся до Степу. Рослина картоплі характеризується високою пластичністю, проте нормальний ріст і розвиток проходить при забезпеченні у відповідних кількостях світлом, теплом, повітрям, водою і елементами живлення. Всі сорти мають генетичний потенціал якості. Як цей показник буде використовуватись у кожному конкретному випадку у виробничих умовах, залежить не лише від технології вирощування картоплі, але й від погодних умов вегетаційного періоду. Водночас вплив метеорологічних чинників не можна розглядати окремо від ґрунтових умов, внесення добрив, біологічних особливостей сорту.

Сорти ранньої групи стиглості збирають із настанням фізіологічної стиглості бульб, а саме у серпні, середньостиглі — до середини вересня, а пізньостиглі — до початку жовтня.

Періоди зберігання

Ключове місце в підготовці картоплі до закладання на зберігання є післязбиральна доробка. При цьому враховується цільове призначення

картоплі (для харчових цілей, промислової переробки, корму для тварин, насіння), тривалість зберігання, фізіологічний стан, рівень ураженості фітопатогенами.

При правильних умовах зберігання цим свіжим овочем можна насолоджуватися і в весняний період. Способи зберігання картоплі залежать від масштабів виробництва.



Перш ніж закладати картоплю на зберігання, її необхідно ретельно перебрати, аби не допустити потрапляння бульб, пошкоджених хворобами та шкідниками, порізаних, битих. Також перед закладанням картоплю треба просушити на відкритому повітрі протягом декількох годин. Це сприяє зміцненню шкірки, підвищує стійкість картоплі до механічних пошкоджень, зменшує розвиток збудників хвороб.

Під час зберігання розрізняють основні періоди:

- лікувальний;
- пониження температури;
- зберігання.

Лікувальний період починається відразу після збирання і триває від 5 днів до 3 тижнів, залежно від ступеня визрівання і наявності механічних пошкоджень. Максимально довгий лікувальний період триває близько 20 днів.

Його необхідно проводити за температури 11–13 °С. Скоротити лікувальний період до 10 днів можливо, коли температура зберігання становить 17–19 °С.

Після закінчення лікувального періоду настає плавний перехід до **зниження температури**. Під час цього періоду температуру від 15–18 °С необхідно знизити до 2–4 °С. Темп зниження 0,5 °С за добу. Тривалість періоду зниження температури залежить від сорту. Чим пізніше сорт дозріває, тим довше триває період зниження.

Основні вимоги до зберігання

Після досягнення оптимальних показників настає основний період зберігання. При 2–4 °С гальмуються всі біохімічні та фізіологічні процеси всередині бульб.

Більшість насінної і кормової картоплі зберігають у буртах і траншеях. При зберіганні картоплі, особливо в південних областях, важливо стежити за тим, щоб запобігти з осені її самозігріванню.

Взимку настає стан глибокого спокою бульб, який триває, залежно від сорту, 140–230 днів до початку їх проростання, тобто до весни. Великий вплив на збереження картоплі має відносна вологість повітря. Оптимальні показники становлять 90–95%. Підвищення вологості стимулює утворення паростків, що є не допустимим. Підвищення більше 95% призводить до утворення крапельної вологості на поверхні бульб, і як наслідок, викликає розвиток хвороб і втрату врожаю.

Для **зберігання картоплі** придатне сухе прохолодне темне приміщення, найкращим для цього є підвал або льох, які не промерзають. При зберіганні на світлі в бульбах виробляється шкідлива для людського організму речовина — соланін.

Зберігати картоплю можна в ящиках з отворами для вентиляції. Ящики ставлять на підставку висотою 15–20 см, з невеликою відстанню між стіною.

Можна зберігати картоплю, розсипавши на соломі, прикривши урожай зверху соломою або рогожею. Бульби з дефектами слід зберігати окремо і використовувати передусім.

Іноді при зберіганні картоплі промерзає верхній шар, де потім розвиваються хвороби та гnilі. Аби цього уникнути, верхній шар вкривається порожніми ящиками або мішками.

Способи зберігання врожаю картоплі

Найбільш поширений спосіб зберігання картоплі в **буртах** (кагатах), коли на високому сухому місці викопують завглибшки 35 см коло діаметром 4,5 м. В середині облаштовують душник із нещільно збитих трьох дощок для вентиляції повітря з картоплі, яку насипають навколо нього висотою понад 1,5 м. Потім бульбу прикривають тонким шаром соломи, щоб до неї не торкалася земля. Поверх насипають викопану землю. Якщо кагат розташовано не на високому місці, де б вода стікала природним чином, навколо викопують невеличкий рівчачок для її стоку. При настанні сталих температур сформований кіпець додатково накривають гноєм, перемішаним із соломою, або іншими рихлими матеріалами (листя дерев, хвої тощо). Під час сильних морозів отвір душника прикривають солом'яним снопом. У такий спосіб картопля зберігається до нового врожаю.

Догляд за овочами та картоплею, закладеними на зберігання у погребі, полягає в тому, щоб не допускати, з одного боку, занадто великої вологості і високої температури, для чого потрібно своєчасно провітрювати приміщення через спеціальну витяжну трубу, а з іншого — не допускати взимку промерзання врожаю, для цього необхідно провести утеплення погребу зовні, присипавши його землею, тирсою, торфом, а взимку снігом.

Перед закладанням на зберігання категорично не можна мити картоплю. У домашніх умовах картоплю зберігають у льохах, підпіллях, комірках. Найголовніші умови для кращого збереження картоплі:

- температура повітря від +2 до +3 °С;
- помірна вологість повітря;
- відсутність світла;
- вентиляція.

В ящиках

Якщо немає льохи, рекомендується зробити утеплений герметичний ящик для зберігання картоплі. Його конструкція забезпечує підтримання плюсової температури і циркуляцію теплого повітря всередині. Ящик об'ємом 1 м³ вміщує близько 350 кг картоплі. Для надійного утримання тепла стінки, дно і кришка ящика повинні бути подвійними. Простір у них заповнюється будь-яким утеплювачем, наприклад, сухою тирсою, листовим пінопластом. Щоб картопля не зеленіла від світла, її потрібно прикрити зверху темною тканиною. З метою захисту картоплі від промерзання у нижніх кутах, а також для запобігання її від загнивання, при зберіганні необхідно забезпечити циркуляцію теплого повітря всередині ящика. Для цього перед закладенням картоплі на дно ящика необхідно покласти дерев'яну решітку з товстих (приблизно 20–30 мм) рейок.

У ямі

Бувають випадки, коли весь урожай у льох або інші приміщення не поміщається, і доводиться зберігати картоплю в ямі прямо на городі.

Яму слід вирити на високому сухому місці з низьким стоянням ґрунтових вод. Для відтоку дощових і талих вод влаштовують канавки.



Картоплю, призначену для використання наприкінці зими або на початку весни, можна зберігати в ямі. Останню виривають в сухому щільному ґрунті глибиною у 2 м. Яма заповнюється до половини картоплею, а інша половина засипається спочатку сухим піском шаром 5–10 см, а потім сухою землею. Зверху над землею яму накривають соломою, торфом.

Можна зробити яму вдосконаленого типу. Для цього необхідно зробити над нею стелю, утеплити землею, а в стелі зробити люк. З такої ями картоплю можна виймати протягом усієї зими.

Якщо картоплю завантажують у яму в гарну погоду, її можна закривати не відразу, а почекати, поки бульби охолонуть, і з них випарується зайва волога. У дощову погоду, коли яму доводиться закривати відразу, на дно її ставлять вертикально снопи зі стебел кукурудзи або пучки соломи, які є своєрідною витяжною трубою, що проходить через насип картоплі та укриття.

Продовольчу картоплю зберігають переважно у стаціонарних сховищах з активною і примусовою вентиляцією. Залежно від типу вентиляції, висота насипу картоплі у засіках може бути як 2–2,5 м, так і 3–4. Якщо сховища не обладнані калориферами для створення в зимовий час теплової завіси, то у верхніх шарах насипу чи у верхніх контейнерах при зберіганні утворюється конденсаційна волога, яка призводить до великих втрат бульб від гнилі. Для зниження негативної дії значного перепаду температур над поверхнею насипу та всередині його, картоплю накривають гігроскопічним матеріалом (матами

з соломи або рогами) або у контейнер зверху насипають столові буряки (1/4 місткості), які стійкі проти конденсаційної вологи.

При зберіганні бульби витрачають запасні поживні речовини. Втрати їх маси залежать як від умов вирощування, так і від якості закладених на зберігання бульб.

Зі встановленням постійної температури вентилявання проводять лише з метою обміну повітря. У сховищах щоденна тривалість вентилявання становить 30–60 хвилин. При настанні морозів та нерізкому коливанні температури вентиляцію проводять через день 20–30 хвилин.

Для зберігання бульб в умовах фермерських господарств і присадибних ділянок будують тимчасові польові сховища у вигляді надземних, напівзаглиблених і глибоких траншей, які в різних регіонах мають свої особливості конструкції, де принцип системи вентилявання здебільшого є природним, але краще застосовувати примусове.

Частина городників під час закладання бульб на зберігання часто перешаровують їх із дрібно нарізаним листям горобини, нагідків, полину гіркого, що значно зменшує відсоток зараження бульб мокрою бактеріальною, сухою фузаріозною гнилями.

У південному Лісостепу та Степу України восени довести картоплю до певного режиму зберігання за допомогою вентилявання неможливо, оскільки навіть уночі температура повітря не буває низькою. Оскільки вирощена на півдні України картопля проростає набагато раніше, ніж вирощена на півночі, треба поєднувати вентилявання з використанням холоду від пересувної холодильної установки. Таким способом можна вивести в режим зберігання картоплю, яка знаходиться у буртах і траншеях південної зони.

Порівняння різних способів зберігання картоплі показує, що зберігання врожаю навалом обходиться дешевше, ніж у контейнерах. Це зумовлено

високою вартістю тари. Але процес зберігання необхідно контролювати щодня.

У ранньовесняний період продовольчу картоплю зазвичай перевозять у холодильники, де врожай досягає зниження температури та відбувається гальмування процесу проростання.

Товарну обробку та фасування картоплі перед її реалізацією проводять на сортувальних і фасувальних машинах. Свіжі рани на бульбах у весняний період не заживають, тому перебирання картоплі треба проводити на механізмах, які не пошкоджують бульб. Як правило, сортувальні машини у великих сховищах розміщені всередині і при сортуванні та фасуванні бульб, крім загального, встановлюють додаткове освітлення, яке дає змогу повністю видаляти пошкоджені бульби й використовувати їх залежно від якості.

Насіннєву картоплю сортують і розміщують під тонким шаром соломи для захисту її від весняних приморозків та для озеленення. Особливо ретельно відбирають хворі бульби від здорових, а придатні для садіння обов'язково дезінфікують, обробляючи фунгіцидами.

Частими причинами втрат врожаю картоплі в основний і весняний періоди зберігання, крім інфекційних захворювань, є задуха, переохолодження та підморожування. Щоб запобігти їхньому прояву, підтримують рекомендований для кожного сорту режим зберігання.

Таблиця 1. Температура надходження продукту

Вид продукту	Картопля
Температура, °C	18

*Таблиця 2. Температурно–вологісні умови та термін зберігання
овочевої продукції*

Вид продукту	Маса продукту, т	Температура, °C	Відносна вологість, %	Термін зберігання, місяців
Картопля	1000	+3	70–75	4–8

Продукція буде зберігатися в спеціальних дерев'яних контейнерах.
Розміри контейнера: L1600xW1200xH1250.

2. Визначення основних розмірів та планування приміщень холодильника.

2.2.1. Планування приміщень холодильника.

Будівля будується на основі залізного каркасу. Стіни та перегородки самонесучі, виконані з сендвіч-панелей на основі утеплювача пінополіуретану.

Приймаємо розміри сітки колон 12х24м та 12х36м.

Визначаємо потрібну площу камер зберігання:

Визначаємо розміри камер для зберігання цибулі. Відстань від стін до контейнерів становить 0,3 м., відстань між контейнерами 0,1м., висота камер 7,5 м., вантажна висота 6,25 м.

$$F_{к.зб.охл.} = \frac{B_k}{q_v \times h_{zp} \times \beta};$$

де B_k – місткість камер зберігання, т ($B_k = 1000 \text{ т}$); h_{zp} – вантажна висота, м (

$h_{zp} = 1,6 \text{ м}$); β – коефіцієнт використання будівельної площі камер ($\beta = 0,7$);

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

$q_v = 0,38 \text{ т/м}^3$.

$$F_{к.зб.циб.} = \frac{B_k}{q_v \times h_{zp} \times \beta} = \frac{1000}{0,38 \times 1,6 \times 0,7} = 2380 \text{ м}^2;$$

Кількість будівельних прямокутників камер:

$$n = \frac{2380}{288} = 8,26$$

Приймаємо 9 будівельних прямокутників.

5) Визначаємо загальну площу камер зберігання:

$$F_{к.зб.} = F_{к.зб.циб.} = 2592 \text{ м}^2$$

6) Площа допоміжних приміщень:

$$F_{доп.} = 0,2 \times F_{к.зб.} = 0,2 \times 2592 = 556 \text{ м}^2$$

Кількість будівельних прямокутників камер:

$$n = \frac{556}{288} = 1,93$$

Приймаємо 2 будівельних прямокутники.

7) Площа службових приміщень:

$$F_{сл.} = (0,1 \div 0,4) \times F_{к.зб.} = 0,1 \times 2592 = 278 м^2$$

Кількість будівельних прямокутників:

$$n = \frac{278}{288} = 0,97$$

Приймаємо 1 будівельний прямокутник.

8) Визначаємо площу машинного відділення:

$$F_{м.в.} = 0,05 \times F_{к.зб.} = 0,05 \times 2592 = 139 м^2$$

Кількість будівельних прямокутників камер:

$$n = \frac{139}{288} = 0,48$$

Приймаємо 0,5 будівельного прямокутника.

9) Визначаємо площу камери експедиції та сортувального відділення:

$$F_{м.в.} = 0,2 \times F_{к.зб.} = 0,2 \times 2592 = 556 м^2$$

Кількість будівельних прямокутників камер:

$$n = \frac{556}{288} = 1,93$$

Приймаємо 2 будівельних прямокутники.

10) Наносимо на плані машинне та службові приміщення, автомобільну платформу шириною 7,5 м.

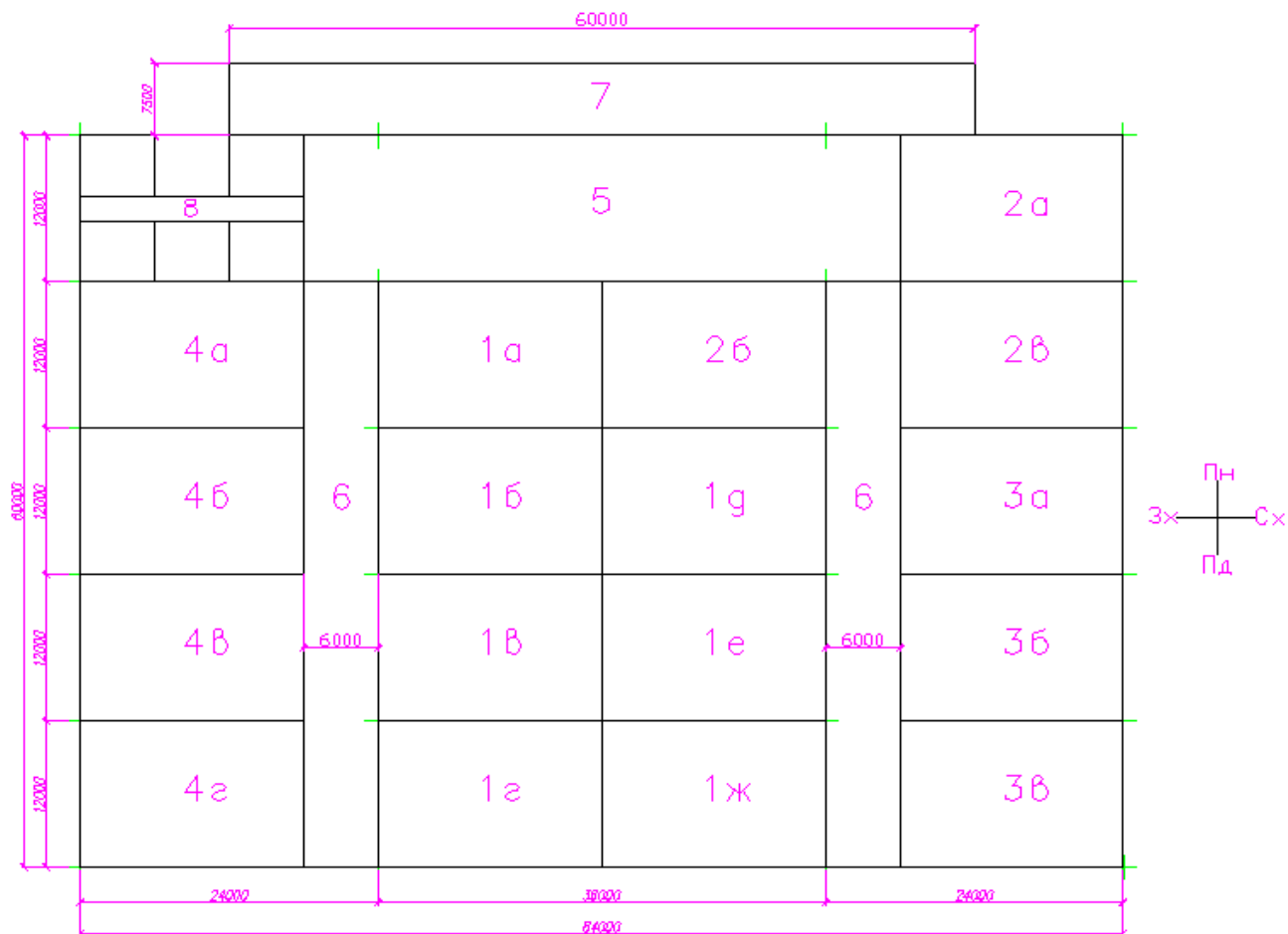


Рис.2.2.1. План холодильника:

1-камери зберігання цибулі, $t=0^{\circ}\text{C}$; 2 – резервні камери зберігання дефектного вантажу, 3 – додаткові камери зберігання(майбутнє розширення), $t=0^{\circ}\text{C}$; 4-камери короткочасного зберігання, $t=0^{\circ}\text{C}$; 5-сортувальне відділення, експедиція; 6-коридори; 7-автомобільна платформа; 8-службове приміщення.

3. Розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника.

Теплоізоляція камер та службових приміщень виконана із сендвіч-панелей на основі утеплювача – пінополіуретан (табл.2.4.1.). Підлога ізоляції не має, так як температура в камерах вища або рівна 0°C .

Стеля виконана з сендвіч-панелей на основі утеплювача – пінополіуретан. Для розрахунку товщини ізоляції зовнішніх стін необхідні параметри зовнішнього повітря місця будівництва холодильника (табл. 2.4.2.).

Таблиця 2.4.1. Характеристики сендвіч-панелей

Найменування показників	Величина показників
Густина, кг/м^3 , не більше	55
Теплопровідність, $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$, не більше	0,022
Волого-поглинання за 24 години при відносній вологості повітря 96%, % від об'єму, не більше	0,1
Міцність зчеплення з металевим листом, $\text{МПа}(\text{кгс/см}^2)$	-
при рівномірному відриві	0,20 (2,0)
при зміщенні	0,25 (2,5)
Міцність при розтягненні, $\text{МПа}(\text{кгс/см}^2)$, не менше	0,20 (2,0)
Міцність при зміщенні, $\text{МПа}(\text{кгс/см}^2)$, не менше	0,25 (2,5)
Модуль пружності при розтягненні, $\text{МПа}(\text{кгс/см}^2)$, не менше	12 (120)
Модуль зміщення, $\text{МПа}(\text{кгс/см}^2)$, не менше	4,5 (45)
Склад добавок, що гасять полум'я, % від ваги, не менше	5
Товщина металевого листа δ , мм	0,5
Коефіцієнт теплопровідності металевого листа λ , $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$	46,5

Стандартний ряд товщин панелей, мм: 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 150.

Таблиця 2.4.2. Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Місто	Розрахункова температура, $^{\circ}\text{C}$			Відносна вологість повітря, %	
	літня	зимова	середньорічна	літня	зимова
Житомир	31	-21	7,2	66	88

2.4.1. Розрахунок теплоізоляції огорож.

1) Визначаємо потрібну товщину ізоляційного шару для зовнішніх стін за формулою [8.2 літ. 1]. Розраховуємо для камер, температура в яких найнижча $t_{кам} = 0^{\circ}C$:

$$\delta_{із} = \lambda_{із} \cdot \left[\frac{1}{K_0} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) \right], м,$$

де $\lambda_{із}$ - коефіцієнт теплопровідності ізоляції, $Вт/(м \cdot K)$; K_0 - оптимальний коефіцієнт теплопередачі, $Вт/(м^2 \cdot K)$; α_3 - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої або більш теплої сторони огородження, $Вт/(м^2 \cdot K)$; α_6 - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої або більш холодної сторони огородження, $Вт/(м^2 \cdot K)$
 $\lambda_{із} = 0,022 \text{ Вт}/(м \cdot K)$; $K_0 = 0,4 \text{ Вт}/(м^2 \cdot K)$; $\alpha_3 = 23 \text{ Вт}/(м^2 \cdot K)$; $\alpha_6 = 9 \text{ Вт}/(м^2 \cdot K)$.

Сумарний термічний опір:

$$R = \frac{\delta_i}{\lambda_i} = \frac{0,0005 \times 2}{46,5} = 0,000022 \text{ (м}^2 \cdot K) / \text{Вт}$$

Потрібна товщина теплоізоляції:

$$\delta_{із}^n = 0,022 \cdot \left[\frac{1}{0,4} - \left(\frac{1}{23} + 0,000022 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,0516 \text{ м};$$

Товщину сендвіч-панелей приймаємо зі стандартного ряду $\delta_{із}^o = 60 \text{ мм}$.

Оскільки прийнята товщина теплоізоляції відрізняється від потрібної, визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі:

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_{зов.}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{вн.}} \right) + \frac{\delta_{із}^o}{\lambda_{із.}}};$$

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0,000022 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,06}{0,022}} = 0,35 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times K};$$

2) Визначаємо потрібну товщину стін сендвіч-панелей між коридором та камерами зберігання з температурою $t_{кам} = 0^{\circ}C$:

$$\lambda_{із} = 0,022 \text{ Вт}/(м \cdot K); K_0 = 0,46 \text{ Вт}/(м^2 \cdot K); \alpha_3 = 8 \text{ Вт}/(м^2 \cdot K); \alpha_6 = 9 \text{ Вт}/(м^2 \cdot K)$$

Сумарний термічний опір:

$$R = \frac{\delta_i}{\lambda_i} = \frac{0,0005 \times 2}{46,5} = 0,000022 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)} / \text{Вт}$$

Потрібна товщина теплоізоляції:

$$\delta_{iz}^n = 0,022 \cdot \left[\frac{1}{0,46} - \left(\frac{1}{8} + 0,000022 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,049 \text{ м} ;$$

Товщину сендвіч- панелей приймаємо зі стандартного ряду $\delta_{iz}^o = 50 \text{ мм}$.

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі:

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{8} + 0,000022 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,05}{0,022}} = 0,4 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}} ;$$

3) Визначаємо потрібну товщину сендвіч-панелі для перегородок між камерами зберігання $t_{кам} = 0^\circ \text{C}$:

$$\lambda_{iz} = 0,022 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}) ; K_0 = 0,58 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) ; \alpha_3 = 9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) ; \alpha_6 = 9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Сумарний термічний опір:

$$R = \frac{\delta_i}{\lambda_i} = \frac{0,0005 \times 2}{46,5} = 0,000022 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)} / \text{Вт}$$

Потрібна товщина теплоізоляції:

$$\delta_{iz}^n = 0,022 \cdot \left[\frac{1}{0,58} - \left(\frac{1}{9} + 0,000022 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,033 \text{ м} ;$$

Товщину сендвіч- панелей приймаємо зі стандартного ряду $\delta_{iz}^o = 40 \text{ мм}$.

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі:

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{9} + 0,000022 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,04}{0,022}} = 0,49 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}} ;$$

4) Визначаємо потрібну товщину сендвіч-панелей покрівлі камер з температурою $t_{кам} = 0^\circ \text{C}$:

$$\lambda_{iz} = 0,022 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}) ; K_0 = 0,407 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) ; \alpha_3 = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) ; \alpha_6 = 9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Сумарний термічний опір:

$$R = \frac{\delta_i}{\lambda_i} = \frac{0,0005 \times 2}{46,5} = 0,000022 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)} / \text{Вт}$$

Потрібна товщина теплоізоляції:

$$\delta_{iz}^n = 0,022 \cdot \left[\frac{1}{0,407} - \left(\frac{1}{23} + 0,000022 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,051 \text{ м} ;$$

Товщину сендвіч- панелей приймемо зі стандартного ряду $\delta_{iz}^o = 60 \text{ мм}$.

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі:

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0,000022 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,06}{0,022}} = 0,35 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}} ;$$

Таблица 2.4.3. Товщини теплоізоляції та коефіцієнти теплопередачі
огорожуючих конструкцій

Огородження	t _в , °С	$\alpha_{зов},$ Вт/(м ² · К)	$\alpha_{в},$ Вт/(м ² · К)	Товщина теплоізоляційного шару, мм		Коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м ² · К)	
				δ_{iz}^n	δ_{iz}^o	K_0	K_0^D
Зовнішні стіни	0	23	9	0,0516	0,060	0,4	0,35
Стіни між камерою екс. та коридором	0	8	9	0,049	0,050	0,46	0,4
Стіни між камерами	0	9	9	0,033	0,040	0,58	0,49
Покриття камер	0	23	9	0,051	0,060	0,407	0,35

2.4.2. Гідро та пароізоляція.

Шаром гідро та пароізоляції є металевий лист у сендвіч-панелей, з товщиною шарів металу по 0,55 мм. Стики панелей герметизують силіконом марки CERESIT Silikon (білий).

4. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень.

Загальна кількість теплоти, що надходить в охолоджуване приміщення холодильника:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5, Bm,$$

де Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5 – надходження теплоти відповідно через огорожувальні будівельні конструкції, від продуктів при холодильному обробленні, від вентиляції приміщень, пов'язане з експлуатацією камери, що виділяється продуктами під час дихання.

Камера №1а (камера зберігання картоплі).

2.4.1. Теплонадходження через загороджуючі конструкції:

$$Q_1 = Q_{1m} + Q_{1c}, Bm;$$

де Q_{1m}, Q_{1c} - надходження теплоти відповідно через стіни, простінки, перекриття, покрівлю, через підлогу, від сонячної радіації, Вт.

$$Q_{1m} = K_{\partial} \times F \times \theta \times 10^{-3} = K_{\partial} \times F \times (t_{\text{зов.}} - t_{\text{вн.}}) \times 10^{-3}, Bm;$$

1) Визначаємо теплонадходження через стіну між камерою 5 та камерою

$$1a: t_{\text{к.зб.}} = 4^{\circ}\text{C}; K_{\partial} = 0,4 \frac{Bm}{m^2 \times K}; t_{\text{зов.}} = 18^{\circ}\text{C};$$

$$F = 18 \times 7,5 = 135 m^2;$$

$$Q_{1m} = 0,4 \times 135 \times (18 - 4) \times 10^{-3} = 0,756 \text{кВт};$$

$$\theta = (t_{\text{зов.}} - t_{\text{вн.}}) = (18 - 4) = 14^{\circ}\text{C};$$

Для всіх інших камер розрахунки робимо так само і результати заносимо до таблиці 2.4.1.

2) Визначаємо теплонадходження через стіну між камерою 2б та камерою

$$1a: t_{\text{к.зб.}} = 4^{\circ}\text{C}; K_{\partial} = 0,49 \frac{Bm}{m^2 \times K}; t_{\text{зов.}} = 0^{\circ}\text{C};$$

$$F = 12 \times 7,5 = 90 m^2;$$

$$Q_{1m} = 0,49 \times 90 \times (0 - 4) \times 10^{-3} = -0,177 \text{кВт};$$

$$\theta = (t_{\text{зов.}} - t_{\text{вн.}}) = (0 - 4) = -4^{\circ}\text{C};$$

Для всіх інших камер розрахунки робимо так само і результати заносимо до таблиці 2.4.1.

3) Визначаємо теплонадходження через стіну між камерою 1б та камерою

$$1a: t_{к.зб.} = 4^{\circ}C; K_o = 0,49 \frac{Bm}{M^2 \times K}; t_{зов.} = 4^{\circ}C;$$

$$F = 18 \times 7,5 = 135 M^2;$$

$$Q_{1m} = 0,49 \times 135 \times (0 - 0) \times 10^{-3} = 0 \text{кВт};$$

$$\theta = (t_{зов.} - t_{вн.}) = (0 - 0) = 0^{\circ}C;$$

Для всіх інших камер розрахунки робимо так само і результати заносимо до таблиці 2.4.1.

4) Визначаємо теплонадходження через стіну між коридором та камерою

$$1a: t_{к.зб.} = 4^{\circ}C; K_o = 0,4 \frac{Bm}{M^2 \times K}; t_{зов.} = 18^{\circ}C;$$

$$F = (12 \times 7,5) - 7,5 = 82,5 M^2;$$

$$Q_{1m} = 0,4 \times 82,5 \times (18 - 4) \times 10^{-3} = 0,462 \text{кВт};$$

$$\theta = (t_{зов.} - t_{вн.}) = (18 - 4) = 14^{\circ}C;$$

Для всіх інших камер розрахунки робимо так само і результати заносимо до таблиці 2.4.1.

5) Визначаємо теплонадходження через двері:

$$t_{к.зб.} = 4^{\circ}C; K_o = 0,34 \frac{Bm}{M^2 \times K}; t_{зов.} = 18^{\circ}C;$$

$$F = 3 \times 2,5 = 7,5 M^2;$$

$$Q_{1m} = 0,34 \times 7,5 \times (18 - 4) \times 10^{-3} = 0,0357 \text{кВт};$$

$$\theta = (t_{зов.} - t_{вн.}) = (18 - 4) = 14^{\circ}C;$$

Для всіх інших камер розрахунки робимо так само і результати заносимо до таблиці 2.4.1.

6) Визначаємо теплонадходження між покрівлею та камерою 1а: $t_{к.зб.} = 4^{\circ}C$;

$$K_o = 0,35 \frac{Bm}{M^2 \times K}; t_{зов.} = 31^{\circ}C;$$

$$F = 12 \times 18 = 216 M^2;$$

$$Q_{1m} = 0,35 \times 216 \times (31 - 4) \times 10^{-3} = 2,04 \text{кВт};$$

$$\theta = (t_{зов.} - t_{вн.}) = (31 - 4) = 27^{\circ}C;$$

Для всіх інших камер розрахунки робимо так само і результати заносимо

до таблиці 2.4.1.

7) Визначаємо теплонадходження від сонячної радіації: $K_{\delta} = 0,35 \frac{Bm}{m^2 \times K}$;

$$Q_{lc} = K_{\delta} \times F \times \Delta t_c \times 10^{-3}, KBm;$$

де Δt_c – надлишкова різниця температур від впливу прямого сонячного випромінювання на дане огороження

$$Q_{lc} = 0,35 \times 216 \times 4,5 \times 10^{-3} = 0,34 KBm;$$

Для всіх інших камер розрахунки робимо так само і результати заносимо до таблиці 2.4.1.

8) Визначаємо теплонадходження через підлогу:

підлога розміщена на ґрунті та не має обігрівуючих пристроїв тому теплопритоки через неї визначається сумою тепловтрат через умовні зони шириною 2 м за формулою (9.5 [1]):

$$Q_{lm} = \sum K_{ym} \times F \times (t_{зов.} - t_{вн.}) \times m \times 10^{-3}, Bm;$$

де K_{ym} — умовний коефіцієнт теплопередачі відповідної зони підлоги, Вт/(м²×К) [для I, II, III зон K_{ym} дорівнює відповідно 0,47; 0,23; 0,12 Вт/(м²×К), а інша зона підлоги (IV зона) $K_{ym} = 0,07$ Вт/(м²×К)]; площа частини підлоги розміром 2×2, прилегла до кутка зовнішніх стін, враховується двічі.

Для неізольованих підлог, що лежать на ґрунті, $m=1$.

$$Q_{lm} = 0,07 \times 216 \times (31 - 4) \times 10^{-3} = 0,4 KBm;$$

$$Q_1 = Q_{lm} + Q_{lc} = 0,756 + 0,462 + 0,0357 + 2,04 + 0,4 + 0,34 = 4 KBm;$$

Для всіх інших камер розрахунки робимо так само і результати заносимо до таблиці 2.4.1.

4.2.2) Теплонадходження від вантажів при холодильний обробці:

Картопля надходить в камеру з температурою $t = 15^{\circ}C$, $t_{к.зб.} = 4^{\circ}C$;

$$Q_{2np} = M_{np} \times \Delta h \times \frac{10^3}{24 \times 3600};$$

де M_{np} - добове надходження продуктів, т/добу; Δh - різниця питомих ентальпій продуктів, КДж/кг;

$$Q_{2np} = 100 \times (328 - 287) \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 47,45 KBm;$$

Теплонадходження від тари $Q_{2m}, \text{кВт}$:

$$Q_{2m} = M_m \times c_m \times (t_1 - t_2) \times \frac{10^3}{24 \times 3600}, \text{кВт};$$

де M_m - добове надходження тари (20% від маси вантажу), т/добу; c_m - питома теплоємність тари, кДж/кг×К; t_1 і t_2 - початкова і кінцева температура тари (приймаються рівними початковій і кінцевій температурі продукту), °С;

$$c_m = 2,3 \text{кДж/кг} \times \text{К}$$

$$Q_{2m} = 20 \times 2,3 \times (15 - 4) \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 5,85, \text{кВт};$$

$$Q_2 = Q_{2np} + Q_{2m} = 47,45 + 5,85 = 53,3 \text{кВт}$$

Для всіх інших камер розрахунки робимо так само і результати заносимо до таблиці 2.4.2.

2.4.3.) Теплонадходження при вентиляції приміщення:

$$Q_3 = M_{нов} \times (h_{зов} - h_{вн}), \text{кВт};$$

де $M_{нов}$ — масова витрата вентиляційного повітря, кг/с; $h_{зов}$, $h_{вн}$ — питомі ентальпії зовнішнього повітря та повітря в камері, кДж/кг.

$$M_{нов} = \frac{V_k \times a \times \rho_{нов}}{24 \times 3600}, \text{кг/с};$$

де V_k — об'єм вентилязованого приміщення, м³; a — кратність повітрообміну; $\rho_{нов}$ — густина повітря при температурі та відносній вологості повітря в камері, кг/м³. $V_k = 1620, \text{м}^3$; $a = 4$; $\rho_{нов} = 1,27, \text{кг/м}^3$.

$$M_{нов} = \frac{1620 \times 4 \times 1,27}{24 \times 3600} = 0,095, \text{кг/с};$$

$$Q_3 = 0,095 \times (77 - 16) = 5,8 \text{кВт};$$

Для всіх інших камер розрахунки робимо так само і результати заносимо до таблиці 2.4.4.

4.4.4) Експлуатаційні теплонадходження:

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

де q_1, q_2, q_3, q_4 — надходження теплоти відповідно від освітлення, перебування

людей, працюючих електродвигунів та відчинення дверей.

Теплонадходження від освітлення:

$$q_1 = A \times F \times 10^{-3}, \text{кВт}$$

де A – теплота, яка виділяється джерелами освітлення за одиницю часу на 1 м^2 площі пола, Вт/м^2 ; F – площа камера, м^2 .

$$q_1 = 2,3 \times 216 \times 10^{-3} = 0,5 \text{ кВт}$$

Теплонадходження від перебування людей:

$$q_2 = 0,35 \times n, \text{кВт}$$

де $0,35$ – тепловиділення однієї людини, кВт; n – число людей, які працюють в даному приміщенні.

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

Теплонадходження від працюючих електродвигунів:

$$q_3 = N_{\text{ел.дв.}} = 3, \text{кВт}$$

Теплонадходження при відкриванні дверей:

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

де K – питоме надходження теплоти від відкривання дверей, Вт/м^2 ; F – площа камери, м^2 . $K=4 \text{ Вт/м}^2$ (табл.9.2., [1]); $F=216 \text{ м}^2$;

$$q_4 = 4 \times 216 \times 10^{-3} = 0,86 \text{ кВт};$$

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 0,5 + 1,05 + 3 + 0,86 = 5,41 \text{ кВт};$$

Для всіх інших камер розрахунки робимо так само і результати заносимо до таблиці 2.4.3.

2.4.5) Теплонадходження від «дихання» плодів:

$$Q_5 = B_k \times (0,1 \times q_n + 0,9 \times q_{зб}) \times 10^{-3}, \text{кВт}$$

де B_k — місткість камери, т; q_n , $q_{зб}$. — тепловиділення плодів при температурах надходження та зберігання (додаток 8[1]), Вт/т . $q_n=31, \text{Вт/т}$; $q_{зб}=21, \text{Вт/т}$.

$$Q_5 = 430 \times (0,1 \times 36 + 0,9 \times 24) \times 10^{-3} = 10,84, \text{кВт}$$

$$Q = 4 + 53,3 + 5,8 + 5,41 + 10,84 = 79,34, \text{кВт},$$

Для всіх інших камер розрахунки робимо так само і результати заносимо до таблиці 2.4.4.

Таблиця 2.4.2. Теплонадходження від вантажів при холодильній обробці

№камери	Темп. Продукту, °C		Час охол., год	Питома ент.продукту		$Q_{2np}, кВт$	$Q_{2m}, кВт$	$Q_{2об}, кВт$
	t_1	t_2		i_1	i_2			
1а	15	4	24	328	287	47,45	5,85	53,30
1б	15	4	24	328	287	47,45	5,85	53,30
1в	15	4	24	328	287	47,45	5,85	53,30
1г	15	4	24	328	287	47,45	5,85	53,30
1д	15	4	24	328	287	47,45	5,85	53,30
1е	15	4	24	328	287	47,45	5,85	53,30
1ж	15	4	24	328	287	47,45	5,85	53,30
2а	15	0	24	328	272	16,13	2,72	18,85
2б	15	0	24	328	272	16,13	2,72	18,85
2г	15	0	24	328	272	16,13	2,72	18,85
3а	10	0	24	309	272	14,56	1,81	16,37
3б	10	0	24	309	272	14,56	1,81	16,37
3в	10	0	24	309	272	14,56	1,81	16,37
4а	10	0	24	309	272	14,56	1,81	16,37
4б	10	0	24	309	272	14,56	1,81	16,37
4в	10	0	24	309	272	14,56	1,81	16,37
4г	10	0	24	309	272	14,56	1,81	16,37

аблиця 2.4.3. Експлуатаційні теплонадходження

№камери	$F_k, м^2$	$A, Вт / м^2$	$q_1, кВт$	$n, людей$	$q_2, кВт$	$q_3, кВт$	$K, Вт / м$	$q_4, кВт$	$Q_{4об}, кВт$
1а	216	2,3	0,50	3	1,05	3,00	4	0,86	5,41
1б	216	2,3	0,50	3	1,05	3,00	4	0,86	5,41
1в	216	2,3	0,50	3	1,05	3,00	4	0,86	5,41
1г	216	2,3	0,50	3	1,05	3,00	4	0,86	5,41
1д	216	2,3	0,50	3	1,05	3,00	4	0,86	5,41
1е	216	2,3	0,50	3	1,05	3,00	4	0,86	5,41
1ж	216	2,3	0,50	3	1,05	3,00	4	0,86	5,41
2а	216	2,3	0,50	3	1,05	3,00	4	0,86	5,41
2б	216	2,3	0,50	3	1,05	3,00	4	0,86	5,41
2в	216	2,3	0,50	3	1,05	3,00	4	0,86	5,41
3а	216	2,3	0,50	3	1,05	3,00	4	0,86	5,41
3б	216	2,3	0,50	3	1,05	3,00	4	0,86	5,41
3в	216	2,3	0,50	3	1,05	3,00	4	0,86	5,41
4а	216	2,3	0,50	3	1,05	3,00	4	0,86	5,41
4б	216	2,3	0,50	3	1,05	3,00	4	0,86	5,41
4в	216	2,3	0,50	3	1,05	3,00	4	0,86	5,41
4г	216	2,3	0,50	3	1,05	3,00	4	0,86	5,41

Таблиця 2.4.4. Загальні теплонадходження

№камери	F_k, M^2	Температура, °C	Навантаження на камерне обладнання					$\Sigma Q_{об}$
		t_B	$Q_{1 об}$	$Q_{2 об}$	$Q_{3 об}$	$Q_{4 об}$	$Q_{5 об}$	
1а	216	4	4,00	53,3	5,80	5,41	10,84	79,34
1б	216	4	3,28	53,3	5,80	5,41	10,84	78,62
1в	216	4	3,28	53,3	5,80	5,41	10,84	78,62
1г	216	4	5,49	53,3	5,80	5,41	10,84	80,83
1д	216	4	3,28	53,3	5,80	5,41	10,84	78,62
1е	216	4	3,28	53,3	5,80	5,41	10,84	78,62
1ж	216	4	5,49	53,3	5,80	5,41	10,84	80,83
2а	216	0	7,36	18,85	6,56	5,41	7,15	45,32
2б	216	0	5,14	18,85	6,56	5,41	7,15	43,10
2в	216	0	5,30	18,85	6,56	5,41	7,15	43,26
3а	216	0	5,30	16,37	6,46	5,41	9,89	43,43
3б	216	0	5,30	16,37	6,46	5,41	9,89	43,43
3в	216	0	7,70	16,37	6,46	5,41	9,89	45,83
4а	216	0	5,94	16,37	6,46	5,41	9,38	43,56
4б	216	0	5,37	16,37	6,46	5,41	9,38	42,99
4в	216	0	5,37	16,37	6,46	5,41	9,38	42,99
4г	216	0	7,76	16,37	6,46	5,41	9,38	45,38
Сума, кВт								994,75

2.4.6) Розрахунок теплонадходжень для зимового періоду.

Всі дані заносимо до таблиць, які наведені нижче.

Таблиця 2.4.5. Теплонадходження через огорожуючі конструкції взимку

Таблиця 2.4.6. Експлуатаційні тепло надходження взимку

№камер	F_k, M^2	$A, Вт / M^2$	$q_1, кВт$	$n, людей$	$q_2, кВт$	$q_3, кВт$	$K, Вт / м$	$q_4, кВт$	$Q_{4 об}, кВт$
1а	216	2,3	0,00	3	0	3,00	4	0,00	3,00
1б	216	2,3	0,00	3	0	3,00	4	0,00	3,00
1в	216	2,3	0,00	3	0	3,00	4	0,00	3,00
1г	216	2,3	0,00	3	0	3,00	4	0,00	3,00
1д	216	2,3	0,00	3	0	3,00	4	0,00	3,00
1е	216	2,3	0,00	3	0	3,00	4	0,00	3,00
1ж	216	2,3	0,00	3	0	3,00	4	0,00	3,00
2а	216	2,3	0,00	3	0	3,00	4	0,00	3,00
2б	216	2,3	0,00	3	0	3,00	4	0,00	3,00
2в	216	2,3	0,00	3	0	3,00	4	0,00	3,00
3а	216	2,3	0,00	3	0	3,00	4	0,00	3,00
3б	216	2,3	0,00	3	0	3,00	4	0,00	3,00
3в	216	2,3	0,00	3	0	3,00	4	0,00	3,00
4а	216	2,3	0,00	3	0	3,00	4	0,00	3,00
4б	216	2,3	0,00	3	0	3,00	4	0,00	3,00
4в	216	2,3	0,00	3	0	3,00	4	0,00	3,00
4г	216	2,3	0,00	3	0	3,00	4	0,00	3,00

Таблиця 2.4.7. Загальні теплонадходження взимку

№камер и	$F_{\text{к}}, \text{М}^2$	Темпера тура, °С	Навантаження на камерне обладнання					$\sum Q_{\text{об}}$
		$t_{\text{в}}$	$Q_{1\text{об}}$	$Q_{2\text{об}}$	$Q_{3\text{об}}$	$Q_{4\text{об}}$	$Q_{5\text{об}}$	
1а	216	4	-1,00	0	-3,42	3	10,32	8,90
1б	216	4	-1,77	0	-3,42	3	10,32	8,13
1в	216	4	-1,77	0	-3,42	3	10,32	8,13
1г	216	4	-3,50	0	-3,42	3	10,32	6,40
1д	216	4	-1,77	0	-3,42	3	10,32	8,13
1е	216	4	-1,77	0	-3,42	3	10,32	8,13
1ж	216	4	-3,50	0	-3,42	3	10,32	6,40
2а	216	0	-3,63	0	-2,66	3	6,68	3,39
2б	216	0	0,00	0	-2,66	3	6,68	7,02
2в	216	0	-2,30	0	-2,66	3	6,68	4,72
3а	216	0	-2,30	0	-2,76	3	9,35	7,30
3б	216	0	-2,30	0	-2,76	3	9,35	7,30
3в	216	0	-4,00	0	-2,76	3	9,35	5,60
4а	216	0	-1,26	0	-2,76	3	8,25	7,24
4б	216	0	-2,23	0	-2,76	3	8,25	6,27
4в	216	0	-2,23	0	-2,76	3	8,25	6,27
4г	216	0	-4,00	0	-2,76	3	8,25	4,50
Сума, кВт								113,80

5. Визначення навантаження на обладнання камер та компресор.

При проектуванні холодильника овочесховища слід враховувати, що навантаження на компресор в період збору врожаю є набагато більшим, ніж потім при подальшому його зберіганні.

Розрахункову холодопродуктивність для підбору компресорів визначаємо за формулою:

$$Q_{0m} = \frac{k \times \sum Q_{км}}{b};$$

де k – коефіцієнт, що враховує втрати в трубопроводах та апаратах холодної установки; $k=1,12$; b – коефіцієнт робочого часу; $b=0,9$;

Навантаження на компресор, що працює при температурі кипіння $t_0 = -10^\circ\text{C}$, визначаємо за формулою:

$$\sum Q_{км} = \sum Q_{1об} + 0,6 \times \sum Q_{2об} + \sum Q_{3об} + 0,5 \times \sum Q_{4об} + \sum Q_{5об}; \text{кВт}$$

$$\begin{aligned} \sum Q_{км} = & (4 + 3,28 + 3,28 + 5,49 + 3,28 + 3,28 + 5,49 + 7,36 + 5,14 + 5,3 + 5,3 + 5,3 + 7,7 + 5,94 + \\ & 5,37 + 5,37 + 7,74) + 0,6 \times ((7 \times 53,3) + (3 \times 18,85)) + ((7 \times 5,8) + (3 \times 6,56) + (7 \times 6,46)) + 0,5 \times \\ & \times (17 \times 5,41) + ((7 \times 10,84) + (3 \times 7,15) + (3 \times 9,89) + (4 \times 9,38)) = 662,5 \text{ кВт}; \end{aligned}$$

Розрахункова холодопродуктивність компресора:

$$Q_{0m} = \frac{1,12 \times 662,5}{0,9} = 824,4 \text{ кВт};$$

					00.MP.142.004.007.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Вибір розрахункового робочого режиму, побудова циклу та тепловий розрахунок холодильної машини. Вибір компресорів.

1. Розрахунковий (робочий) режим холодильної установки характеризується температурами кипіння t_0 , конденсації t_k , всмоктування (пари на вході в компресор) $t_{\text{вс}}$ і переохолодженням рідкого холодильного агента перед регулюючим вентилем t_u . Значення цих параметрів обирають в залежності від призначення холодильної установки і розрахункових зовнішніх умов.

Температуру кипіння х.а. приймаємо на $5 - 8^\circ\text{C}$ нижчою, ніж температура у камерах.

$$t_0 = t_g - (5 \div 8)^\circ\text{C} = t_g - 5^\circ\text{C}.$$

Температуру конденсації для установок з повітряним охолодженням конденсатора приймають на $(10 \div 12)^\circ\text{C}$ вище розрахункової температури зовнішнього повітря:

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

Для м. Житомир $t_c = 33^\circ\text{C}$; $\varphi = 41\%$.

Визначаємо температуру конденсації:

$$t_k = t_{\text{зов}} + 12 = 33 + 12 = 45^\circ\text{C}.$$

Величина переохолодження холодильного агента:

$$\Delta t_{\text{пер}} = 3^\circ\text{C}.$$

Величина корисного перегрівання пари холодильного агента у випарнику:

$$t_{\text{нз}} = (3 \div 10)^\circ\text{C} = 5^\circ\text{C}$$

Загальний перегрів холодоагенту приймаємо:

$$\Delta t_{\text{з.п.}} = 20^\circ\text{C}.$$

Температура всмоктування парів холодильного агента компресором:

$$t_{\text{вс}} = 15^\circ\text{C}.$$

2.6.1. Вибір схеми та побудова циклу.

Приймаємо одноступеневу схему. Температура кипіння у випарниках $t_{01} = -5^\circ\text{C}$. Через значну довжину трубопроводів приймаємо тиск х.а. на всмоктуванні в компресор нижчим за тиск кипіння на 0,5 бар.

За принциповою схемою установки (рис. 2.7.1.) будемо цикли в $\lg P-i$ діаграмах для R134a (рис. 2.7.2.), а значення параметрів х.а. у вузлових точках циклу заносимо до табл. 2.7.1.

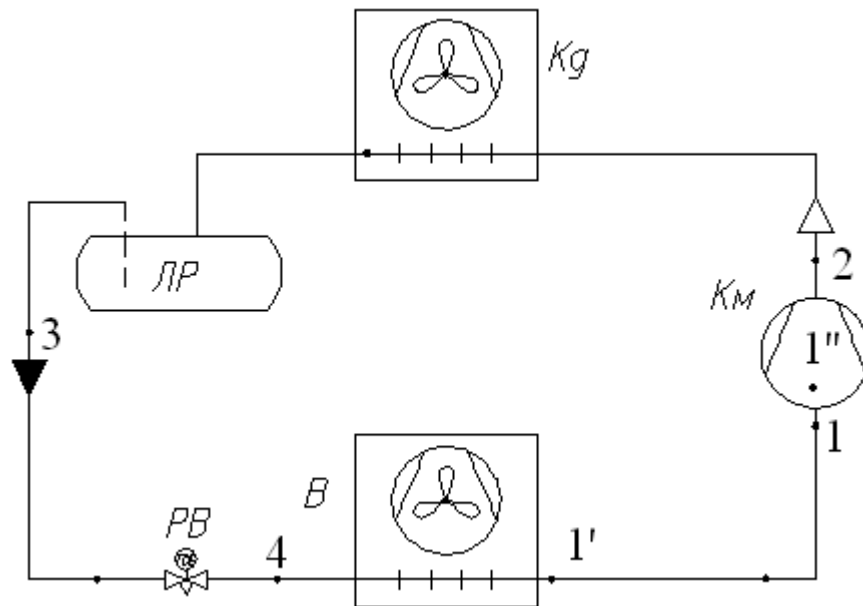


Рис 2.6.1. Схема холодильної установки

Таблиця 2.6.1. Параметри вузлових точок.

№ точки	t, °C	P, МПа	V, м3/кг	h, кДж/кг
1	15	0,24	0,0906	412,2
1'	0	0,24	-	398,9
1''	13,6	0,193	0,1149	412,2
2	74	1,16	0,021	454,13
2'	83,3	1,16	-	464,6
3	42	1,16	-	259,2
4	-5	0,24	-	259,2

2.6.2. Тепловий розрахунок холодильної машини.

Задачами теплового розрахунку холодильної машини є: визначення потрібної об'ємної продуктивності компресора; підбір компресора; визначення споживаної потужності; визначення теплового навантаження на конденсатор.

Визначаємо основні параметри теоретичного циклу і потрібну об'ємну подачу компресора.

Питома масова холодопродуктивність холодильного агента (в кДж/кг)

$$q_0 = i_1 - i_4$$

Питома масова холодопродуктивність холодильного агента з температурою кипіння $t_0 = -5^\circ\text{C}$:

$$q_0 = i_1 - i_4 = 398,9 - 259,2 = 139,2 \text{ кДж/кг}$$

Питоме теплове навантаження конденсатора:

$$q_{k1} = i_2 - i_3 = 454,13 - 259,2 = 194,93 \text{ кДж/кг}$$

Питома теоретична робота стискування в компресорі:

$$l_T = i_2 - i_1 \text{ кДж/кг}$$

$$l_T = i_2 - i_1 = 454,13 - 412,2 = 41,93 \text{ кДж/кг}$$

Масова витрата циркулюючого холодильного агента, який потрібен для відводу теплопритоків:

$$M_{m(-5)} = \frac{Q_{0m(-5)}}{q_0} = \frac{845,5}{139,2} = 6,07 \frac{\text{кг}}{\text{с}};$$

Визначаємо потрібну об'ємну продуктивність гвинтових компресорів. З рис. 11.2 літ.1 приймаємо коефіцієнт подачі.

$$p_k/p_1 = 1,16/0,193 = 6,01 \quad \lambda = 0,8$$

2.6.3. Розрахунок компресора:

Дійсний об'єм всмоктування:

$$V_o = M_{\text{км}} \times v_{1''} = 6,07 \times 0,1149 = 0,698 \frac{\text{м}^3}{\text{с}};$$

Об'єм, що описується поршнем:

$$V_h = \frac{V_o}{\lambda} = \frac{0,698}{0,8} = 0,87 \frac{\text{м}^3}{\text{с}};$$

Вибираємо до встановлення три напівгерметичних компактних компресори Bitzer CSH95113-320Y – об'ємною подачею

$$V_{\kappa\mu} = 1120 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} = 0,311 \frac{\text{м}^3}{\text{с}};$$

Коефіцієнт робочого часу компресорів:

$$b = \frac{V_h}{V_{\kappa\mu}} = \frac{0,87}{3 \times 0,311} = 0,935$$

Для централізованих систем коефіцієнт робочого часу повинен бути не менше 0,9. Умова виконується.

Дійсна масова витрата:

$$M_{\kappa\mu} = \lambda \times V_{\kappa\mu} / v_{1''} = 0,8 \times 0,311 / 0,1149 = 2,17 \frac{\text{кг}}{\text{с}};$$

Теоретична потужність компресора:

$$N_{m(\kappa\mu)} = M_{\kappa\mu} \times (i_2 - i_{1''}) = 2,17 \times (454,13 - 412,2) = 91 \text{ кВт};$$

Дійсна (індикаторна) потужність компресора:

$$\eta_i = \lambda$$

$$\eta_i = 0,8;$$

$$N_{i(\kappa\mu)} = N_{m(\kappa\mu)} / \eta_i = 91 / 0,8 = 113,7 \text{ кВт};$$

Ефективна потужність:

$$N_{e(\kappa\mu)} = \frac{N_{i(\kappa\mu)}}{\eta_{\text{мех}}} = \frac{113,7}{0,9} = 126,1 \text{ кВт};$$

Електрична потужність:

$$N_{\text{ел}(\kappa\mu)} = \frac{N_{e(\kappa\mu)}}{\eta_{\text{ел}}} = \frac{126,1}{0,9} = 140,1 \text{ кВт};$$

Для знаходження реального навантаження на конденсатор потрібно знайти реальне положення точок 2 через індикаторний ККД.

$$\eta_i = \frac{h_2 - h_{1''}}{h_{2'} - h_{1''}}$$

$$h_{2'} = h_{1''} + \frac{h_2 - h_{1''}}{\eta_i} = 412,2 + \frac{454,13 - 412,2}{0,8} = 464,6 \text{ кДж/кг}$$

Теплове навантаження на конденсатор:

$$Q_k = M \cdot q_k = 6,9 \cdot (464,6 - 259,2) = 1337,2 \text{ кВт}$$

Компресор Bitzer	Об'ємна продуктивність, м ³ /год.	Розміри, мм	d _{вх} , мм	d _{вих} , мм	Швидкість Обертання, об/хв.	Потужність електродвигуна, кВт	Маса, кг.
---------------------	--	-------------	-------------------------	--------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------

		Д	Ш	В					
CSH95113-320Y	1120	1975	750	812	125	100	3000	277	1500

Табл. 2.6.2. Технічні характеристики компресорів

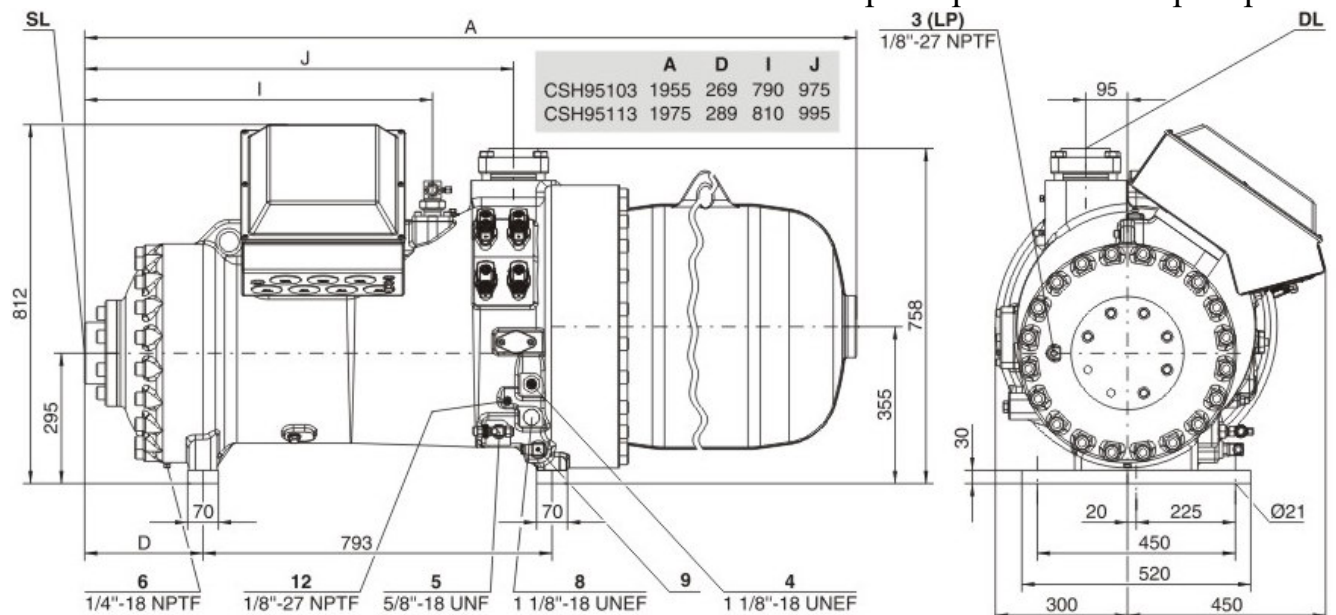


Рис. 2.6.3. Загальний вигляд компресора Bitzer CSH95113-320Y

2.6.4. Тепловий розрахунок комплексної холодильної машини для охолодження проміжного теплоносія. Вибір компресорів.

Приймаємо одноступеневу холодильну машину з проміжним холодоносієм (пропіленгліколем), холодильний агент R134A.

В холодильних установках з проміжним холодоносієм температуру кипіння холодильного агента приймають на 4-6 °C нижче середньої температури холодоносія у приладах охолодження:

$$t_0 = t_s - (4 \div 6)^\circ\text{C};$$

де t_s середня температура холодоносія в приладах охолодження, яка визначається за формулою:

$$t_s = t_a - (7 \div 10)^\circ\text{C};$$

$$t_s = 0 - 7 = -7^\circ\text{C};$$

Визначаємо температуру кипіння холодильного агента:

$$t_0 = -7 - 5 = -12^\circ\text{C};$$

Температура конденсації, переохолодження, корисного перегріву приймається та ж сама що і в п. 2.7..

$$t_k = 45^{\circ}\text{C}. \Delta t_{\text{пер}} = 3^{\circ}\text{C}. t_{\text{нз}} = 5^{\circ}\text{C}$$

Повний перегрів складає $t_{\text{ec}} = t_0 + (10) = -12 + 10 = -2^{\circ}\text{C}$.

Оскільки в комплексній машині незначна довжина трубопроводів, приймаємо тиск х.а. на всмоктуванні в компресор рівним тиску кипіння.

Будуємо цикл в $\lg P - i$ діаграмі для R134a. Значення параметрів холодильного агента у вузлових точках циклу заносимо до табл. 2.7.3.

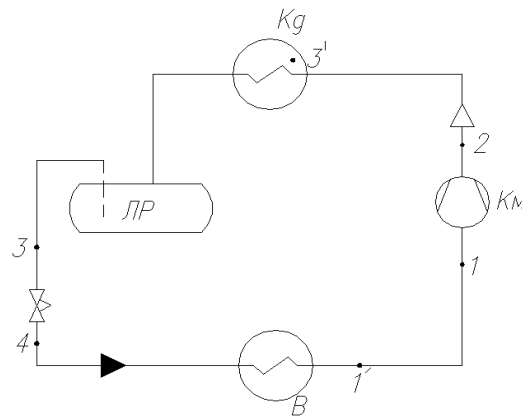


Рис. 2.6.4. Схема холодильної установки.

Таблиця 2.6.3. Параметри холодильного агента

№ точки	$t, ^{\circ}\text{C}$	$P, \text{МПа}$	$v, \text{м}^3/\text{год}$	$h, \text{кДж/кг}$
1'	-7	0,185	-	393
1	-2	0,185	0,112	398,8
2	60,5	1,16	0,019	438,8
2'	70	1,16	0,02	449,4
3'	45	1,16	-	264
3	42	1,16	-	259,2
4	-12	0,185	-	259,2

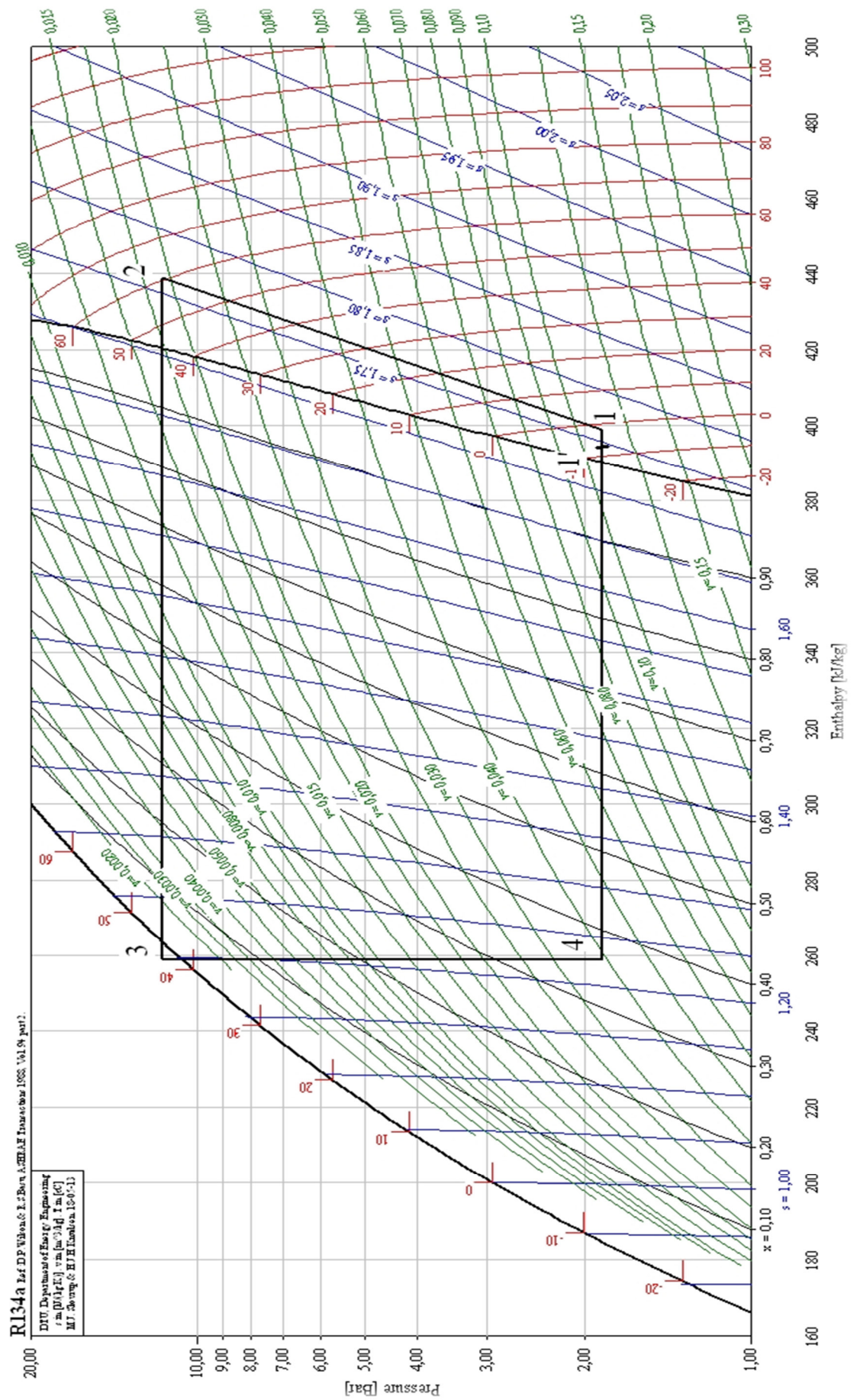


Рис. 2.6.5. Цикл холодильної установки.

Визначаємо основні параметри теоретичного циклу і потрібну об'ємну подачу компресора.

1) Питома масова холодопродуктивність:

$$q_0 = h_1 - h_4 = 393 - 259,2 = 133,8 \text{ кДж} / \text{кг};$$

2) Питоме теплове навантаження конденсатора:

$$q_k = h_2 - h_3 = 438,8 - 259,2 = 179,6 \text{ кДж} / \text{кг};$$

3) Питома теоретична робота стискання в компресорі:

$$l_T = h_2 - h_1 = 438,8 - 393 = 45,8 \text{ кДж} / \text{кг};$$

4) Масова витрата холодильного агента:

$$M_{\text{км}} = \frac{Q_0}{q_0} = \frac{845,5}{133,8} = 6,32 \frac{\text{кг}}{\text{с}};$$

5) Визначаємо потрібну об'ємну продуктивність гвинтових компресорів.

З рис. 11.2 літ.1 приймаємо коефіцієнт подачі.

$$p_k/p_0 = 1,16/0,185 = 6,3 \quad \lambda = 0,79$$

Розрахунок компресора:

1) Дійсний об'єм всмоктування:

$$V_d = M_{\text{км}} \times v_1 = 6,32 \times 0,112 = 0,708 \frac{\text{м}^3}{\text{с}};$$

2) Теоретичний об'єм всмоктування:

$$V_h = \frac{V_d}{\lambda} = \frac{0,708}{0,79} = 0,896 \frac{\text{м}^3}{\text{с}};$$

Вибираємо до встановлення три напівгерметичних компактних компресори Bitzer CSH95113-320Y – об'ємною подачею

$$V_{\text{км}} = 1120 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} = 0,311 \frac{\text{м}^3}{\text{с}};$$

Коефіцієнт робочого часу компресорів:

$$b = \frac{V_h}{V_{\text{км}}} = \frac{0,896}{3 \times 0,311} = 0,96$$

Для централізованих систем коефіцієнт робочого часу повинен бути не менше 0,9. Умова виконується.

3) Дійсна масова витрата:

$$M_{\text{км}} = \lambda \times V_{\text{км}} / v_1 = 0,79 \times 0,311 / 0,112 = 2,19 \frac{\text{кг}}{\text{с}};$$

4) Теоретична потужність:

$$N_T = M_{\text{км}} \times (h_2 - h_1) = 2,19 \times (438,8 - 393) = 100,47 \text{ кВт};$$

5) Індикаторний ККД:

$$\eta_i = \lambda = 0,79;$$

6) Індикаторна потужність компресора:

$$N_i = \frac{N_T}{\eta_i} = \frac{100,47}{0,79} = 127,2 \text{ кВт};$$

7) Ефективна потужність:

$$N_e = \frac{N_i}{\eta_m} = \frac{127,2}{0,9} = 141,3 \text{ кВт};$$

8) Електрична потужність:

η_{el} - ККД електродвигуна (для електродвигунів малих компресорів, $\eta_{el}=0,85 - 0,9$, для великих $\eta_{el}=0,9 - 0,95$), приймаємо $\eta_{el}=0,9$.

$$N_{el} = \frac{N_e}{\eta_{el}} = \frac{141,3}{0,9} = 157 \text{ кВт};$$

Для знаходження реального навантаження на конденсатор потрібно знайти реальне положення точок 2 через індикаторний ККД.

$$\eta_i = \frac{h_2 - h_1}{h_{2'} - h_1}$$

$$h_{2'} = h_1 + \frac{h_2 - h_1}{\eta_i} = 398,8 + \frac{438,8 - 398,8}{0,79} = 449,4 \text{ кДж/кг}$$

Теплове навантаження на конденсатор:

$$Q_k = M \cdot q_k = 6,9 \cdot (449,4 - 259,2) = 1249,6 \text{ кВт}$$

2.6.5. Висновок

Зважаючи на:

- більш якісне завантаження компресорів,
 - менше навантаження на конденсатор,
 - значно меншу необхідну заправку холодильним агентом системи,
 - можливість використання фрікулінгу для охолодження в зимовий та перехідний сезон,
- приймаємо для подальшого розрахунку систему з проміжним теплоносієм.

2.7. Розрахунок і вибір тепломасообмінних апаратів (конденсатор, градирня).

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

$$F = \frac{Q_{\kappa}}{k \times \theta_m^{ap}}, \text{ м}^2;$$

k – коефіцієнт теплопередачі конденсатора, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$. Для горизонтальних кожухотрубних конденсаторів, що встановлюються при оборотній системі водопостачання для фреону: $k=(1800\dots2500) \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$, приймаємо $k=2300 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$.

1) Дійсне теплове навантаження на кожухотрубний конденсатор (з урахуванням втрат) визначаємо за формулою:

$$Q_{\kappa} = Q_{om} + N_i = 824,4 + 236,2 = 1060,6 \text{ кВт};$$

2) Оскільки в кожухотрубних конденсаторах підігрів води не великий, можна використовувати значення середньоарифметичного температурного напора:

$$\theta_m^{ap} = t_{\kappa} - \frac{t_{w1} + t_{w2}}{2} = 32 - \frac{30 + 26}{2} = 4^{\circ}\text{C};$$

де t_{w1} та t_{w2} температура води на вході і на виході конденсатора.

3) Визначаємо площу теплообміну:

$$F = \frac{1060,6 \times 10^3}{2300 \times 4} = 115,3 \text{ м}^2$$

Приймаємо конденсатор виробництва компанії ONDA CT – 1120.

Таблиця 2.7.1. Технічні характеристики ONDA CT – 1120

Q_{κ} , кВт	Витрата води, $\text{м}^3/\text{год}$	Втрати тиску, кПа	Об'єм х.а., л	Об'єм води, л	Маса, кг	$d_{\text{вх}}$, мм	$d_{\text{вих}}$, мм
1120	194	44	182	130	470	76	54

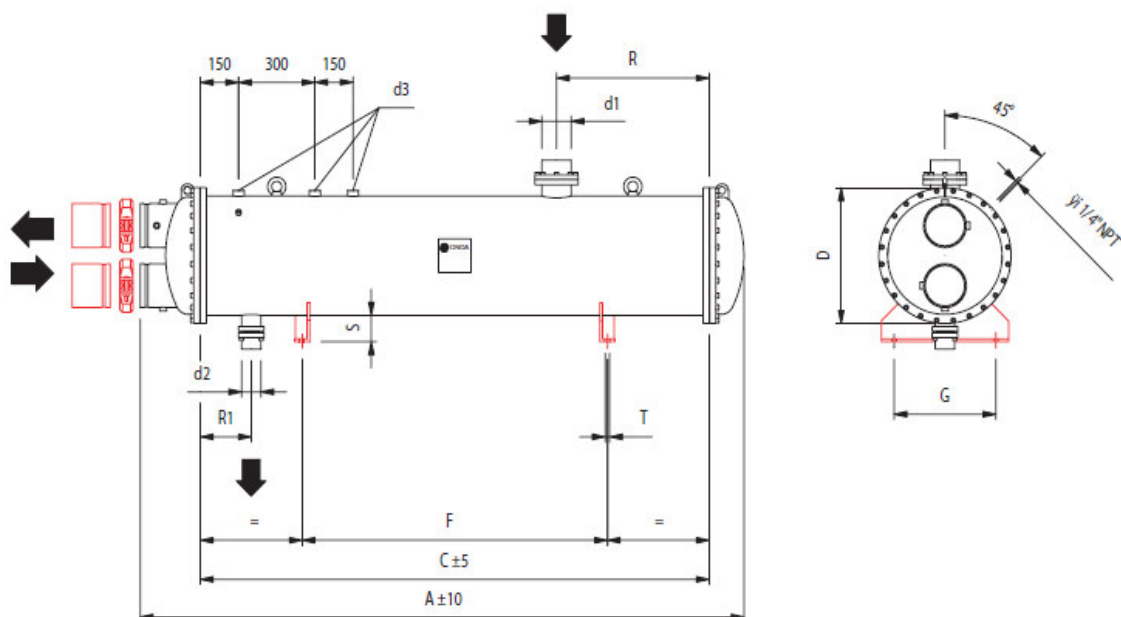


Рис.2.7.1. Габаритні розміри конденсатора, мм.

A	B	C	D	F	G	R	R1	S	T
2385	457	2000	520	1200	400	600	200	100	16

2.7.2. Розрахунок градирні.

Теплове навантаження на градирню визначаємо за формулою:

$$Q_{gr} = 1,03 \times Q_k = 1,03 \times 1060,6 = 1092,4 \text{ кВт};$$

Приймаємо дві градирні ГРД – 100.

Таблиця 2.7.1. Технічні характеристики градирні ГРД – 100

Витрата охолоджуючої води, м ³ /год	100
Тепловий потік, кВт	580
Номінальне охолодження води, °C	5
Кількість форсунок, шт.	21
Діаметр вентилятора, мм	800
Макс. витрата повітря, м ³ /год	44000
Частота обертів, об/хв	1420
Потужність електродвигуна, кВт	3(4)
Маса, кг	1048
Витрата підпитаної води, м ³ /год	1
Габаритні розміри, мм	2130x2018x3370

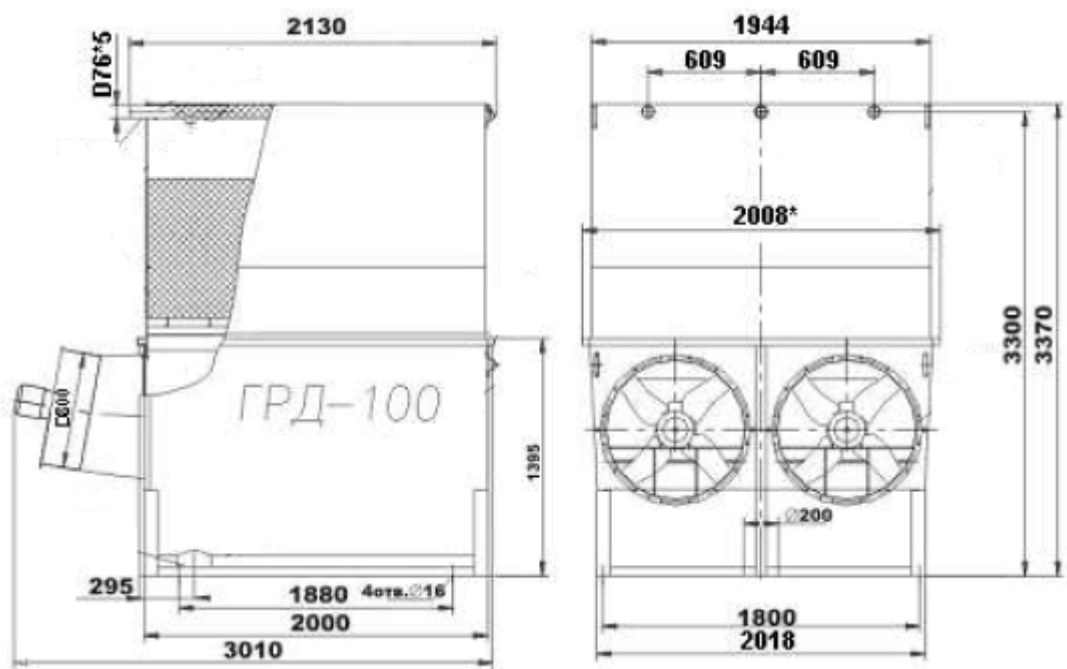


Рис.2.7.2. Габаритні розміри градирні, мм.

8. Розрахунок та вибір теплообмінного обладнання холодильних камер. Розрахунок кожухотрубного випарника та повітроохолодників.

1. Розрахунок кожухотрубного випарника.

1) Тепловий потік теплообмінника визначаємо за формулою:

$$Q_g = M_{\kappa\mu} \times (h_1 - h_4) = 7 \times (358 - 238) = 840 \text{ кВт};$$

де $M_{\kappa\mu}$ - дійсна масова витрата компресора, h_1 та h_4 - ентальпія холодильного агента на виході та вході випарника відповідно.

2) Як і при розрахунку конденсаторів, можна використовувати значення середньоарифметичного температурного напору, який визначається за формулою:

$$\theta_m^{ap} = \frac{t_{s1} + t_{s2}}{2} - t_0 = \frac{-4 + (-8)}{2} - (-12) = 6 \text{ } ^\circ\text{C};$$

де t_{s1} і t_{s2} - температура розсолу на вході і виході випарника, t_0 - температура кипіння холодильного агента.

3) Площу теплообміну визначаємо за формулою:

$$F = \frac{Q_g}{k \times \theta_m^{ap}} = \frac{840 \times 10^3}{1200 \times 6} = 116,7 \text{ м}^2;$$

де k_v – коефіцієнт теплопередачі випарника, приймаємо $k=1200 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{K})$.

Для отримання достатньо високого значення k_v в кожухотрубних хладонових випарниках швидкість руху розсолу повинна бути не менше 1м/с (зазвичай приймають 1 – 2 м/с).

Приймаємо випарник виробництва компанії ONDA TBE 872.

Таблиця 2.8.1. Технічні характеристики випарника ONDA TBE – 872

Q_v , кВт	Витрата розсолу, м ³ /год	Втрати тиску, кПа	Об`єм х.а., л	Об`єм розсолу, л	Маса, кг	$d_{вх}$, мм	$d_{вих}$, мм	$d_{вх}$, та $d_{вих}$, розсолу, мм
871,7	328	66	150	390	470	54	89	DN 200

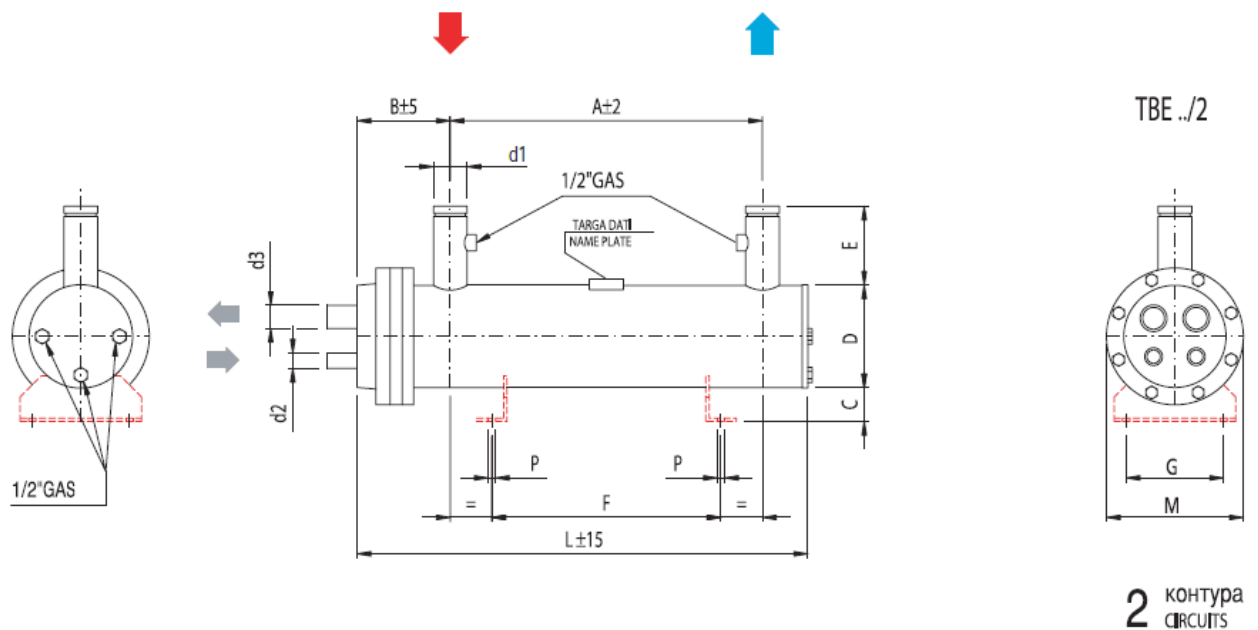


Рис.2.8.1. Габаритні розміри випарника ONDA TBE – 872, мм.

A	B	C	D	E	F	G	L	M	P
2500	313	94	406	200	2000	400	3005	520	16

2.8.2. Розрахунок повітроохолодників для пропіленгліколя.

Повітроохолодники вибираємо по тепловому навантаженні $Q = Q_{обл.}$ на кожну камеру. При підборі користуємося програмою Scelte 32 V3R7M1 виробництва компанії ECO LUVATA. Для підбору задаємо наступні параметри: теплове навантаження на обладнання, температуру повітря в камері, температуру розсолу на вході та виході повітроохолодника.

1) Розраховуємо повітроохолодники для камер зберігання картоплі. Теплове навантаження на одну камеру становить $Q_{обл.} = 81 \text{ кВт}$.

Приймаємо для кожної камери по два підвісних кубічних повітроохолодника ECO LUVATA CTE504A8W18ED, технічні характеристики яких наведені в табл. 2.8.2.

Перевіряємо, чи достатня об'ємна подача встановлених вентиляторів:

$$V_{ns} = \frac{Q_{обл.}}{(\rho_{ns} \times (i_1 - i_2))}, \text{ м}^3 / \text{с};$$

де $\rho_{пв}$ - густина повітря, яке виходить з повітроохолодника (визначається за I-d діаграмою); i_1, i_2 – ентальпії повітря на вході і на виході повітроохолодника. $i_1 = 24 \frac{кДж}{кг}$, $i_2 = 16 \frac{кДж}{кг}$.

$$V_{пв} = \frac{81}{1,3 \times (24 - 16)} = 7,8 м^3 / с;$$

Об'ємна подача встановлених вентиляторів достатня.

Таблиця 2.8.2. Технічні характеристики повітроохолодника STE504A8W18ED

Q, кВт	44
Об'ємна подача, м ³ /с	7,86
Об'єм пропіленгліколя, л	44,5
Витрата рідини, л/с	4,9
Маса, кг	236
d _{вх.} / d _{вих.}	2"
К-ть вентиляторів	4
Загальна потужність вент., кВт	3,44
Діаметр вентиляторів, мм	500
Довжина струменя, м	26

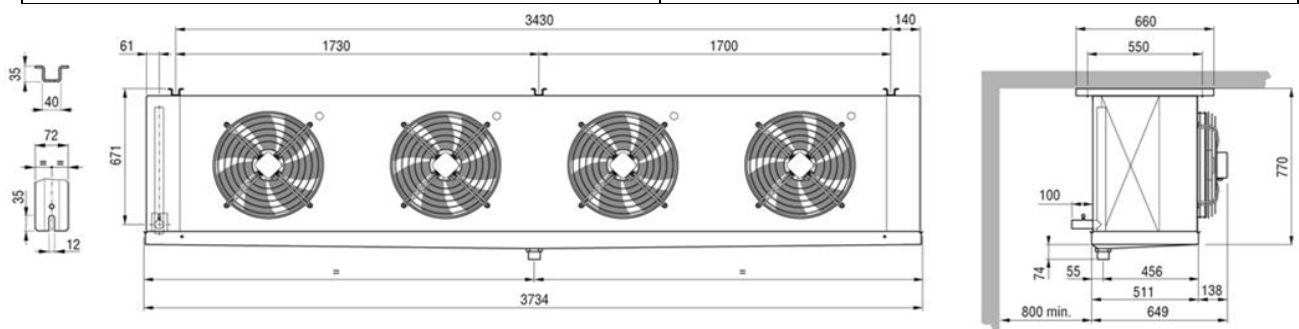


Рис.2.8.2. Габаритні розміри повітроохолодника STE504A8W18ED, мм.

2) Розраховуємо повітроохолодники для камер зберігання цибулі. Теплове навантаження на одну камеру становить $Q_{обл.} = 46 кВт$.

Приймаємо для кожної камери по одному підвісному кубічному повітроохолоднику ECO LUVATA STE504B8W18ED, технічні характеристики якого наведені в табл. 2.8.3.

Перевіряємо, чи достатня об'ємна подача встановлених вентиляторів:

$$V_{не} = \frac{46}{1,3 \times (14 - 8)} = 5,8 м^3 / с;$$

Об'ємна подача встановлених вентиляторів достатня.

Таблиця 2.8.3. Технічні характеристики повітроохолодника STE504B8W18ED

Q, кВт	47
Об'ємна подача, м³/с	7,6
Об'єм пропіленгліколя, л	59,3
Витрата рідини, л/с	2,2
Маса, кг	274
d _{вх.} / d _{вих.}	1 1/4"
К-ть вентиляторів	4
Загальна потужність вент., кВт	3,44
Діаметр вентиляторів, мм	500
Довжина струменя, м	26

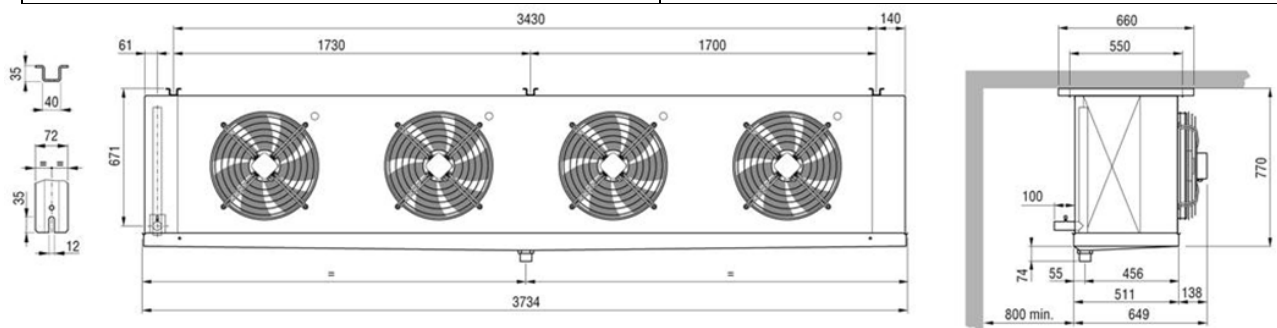


Рис.2.8.3. Габаритні розміри повітроохолодника STE504B8W18ED, мм.

3) Розраховуємо повітроохолодники для камер зберігання моркви. Теплове навантаження на одну камеру становить $Q_{обл.} = 46 кВт$.

Приймаємо для кожної камери по одному підвісному кубічному повітроохолоднику ECO LUVATA STE504B8W18ED, технічні характеристики якого наведені в табл. 2.8.3.

Перевіряємо, чи достатня об'ємна подача встановлених вентиляторів:

$$V_{не} = \frac{46}{1,3 \times (14 - 8)} = 6 м^3 / с;$$

Об'ємна подача встановлених вентиляторів достатня.

4) Розраховуємо повітроохолодники для камер зберігання капусти.

Теплове навантаження на одну камеру становить $Q_{обл.} = 46 \text{ кВт}$.

Приймаємо для кожної камери по одному підвісному кубічному повітроохолоднику ECO LUVATA STE504B8W18ED, технічні характеристики якої наведені в табл. 2.8.3.

Перевіряємо, чи достатня об'ємна подача встановлених вентиляторів:

$$V_{ng} = \frac{46}{1,3 \times (14 - 8)} = 6 \text{ м}^3 / \text{с};$$

Об'ємна подача встановлених вентиляторів достатня.

9. Розрахунок та підбирання допоміжного обладнання (ресивер, мастиловіддільники, мастилозбірники).

1. Розрахунок лінійного ресивера.

Ємність лінійного ресивера при умові його заповнення на 80%, визначаємо за формулою:

$$V_{л.р.} = 0,6 \times (V_{\bar{o}} + V_{\bar{v}o});$$

$$V_{T.O.} = 0,15 \text{ м}^3;$$

$$V_{л.р.} = 0,6 \times 0,15 = 0,09;$$

До установки приймаємо горизонтальний лінійний ресивер Bitzer F1602N.

Таблиця 1. Технічні характеристики ресивера Bitzer F1602N

Тип	Об'єм, л	Маса R507a, кг	Маса, кг	d _{вх} , мм	d _{вих} , мм
F1602N	160	157	142	54	42

2. Розрахунок мастиловіддільників.

Мастиловіддільники підбираємо по діаметру нагнітального патрубку компресора та об'єму масла яке заправляється в цей компресор.

Біля кожного гвинтового компресора Bitzer HSK8571-110, у якого d_{наг}=76 мм, на лінії нагнітання встановлюємо по одному мастиловіддільнику Bitzer OA 4188.

Таблиця 2.9.2. Технічні характеристики мастиловіддільника Bitzer OA 4188

Тип	Об'єм, л	d _{вх} , мм	d _{вих} , мм
OA 4188	40	76	76

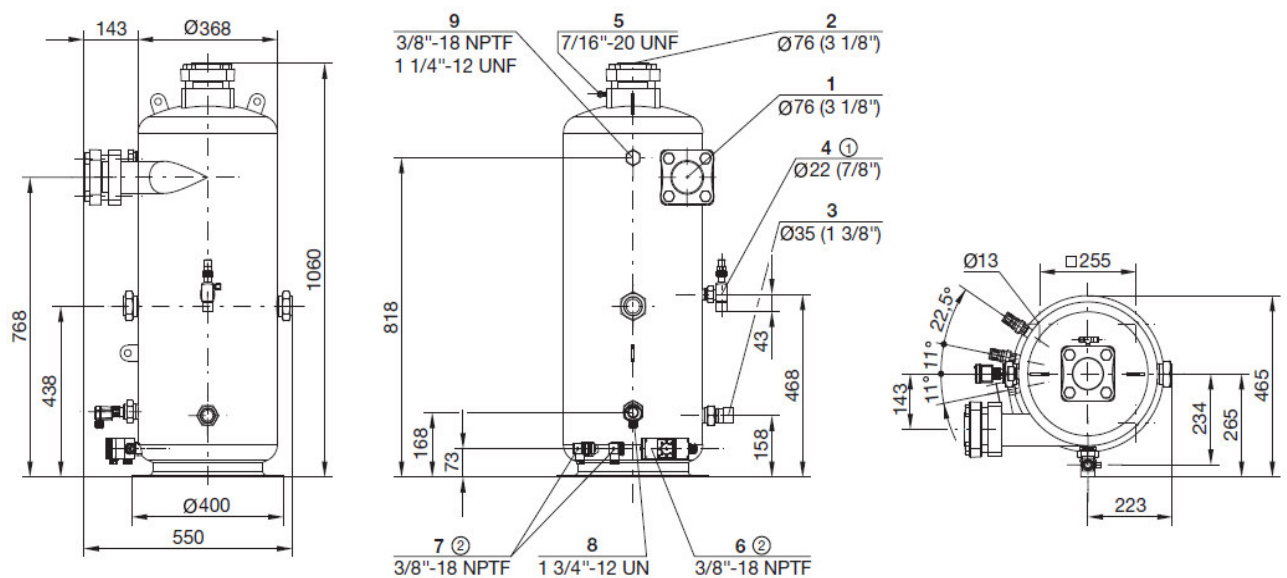


Рис.2.9.1. Габаритні розміри мастиловіддільника Bitzer OA 4188

3. Розрахунок мастилозбірника.

В якості мастилозбірника приймаємо вертикальну ємність Bitzer FS1122.

Таблиця 2.9.3. Технічні характеристики ресивера Bitzer FS1122

Тип	Об'єм, л	Маса, кг	d _{вх} , мм	d _{вих} , мм
FS1122	112	86,5	54	42

4. Розрахунок мастилоохолодника.

Приймаємо мастилоохолодник Bitzer OL 300.

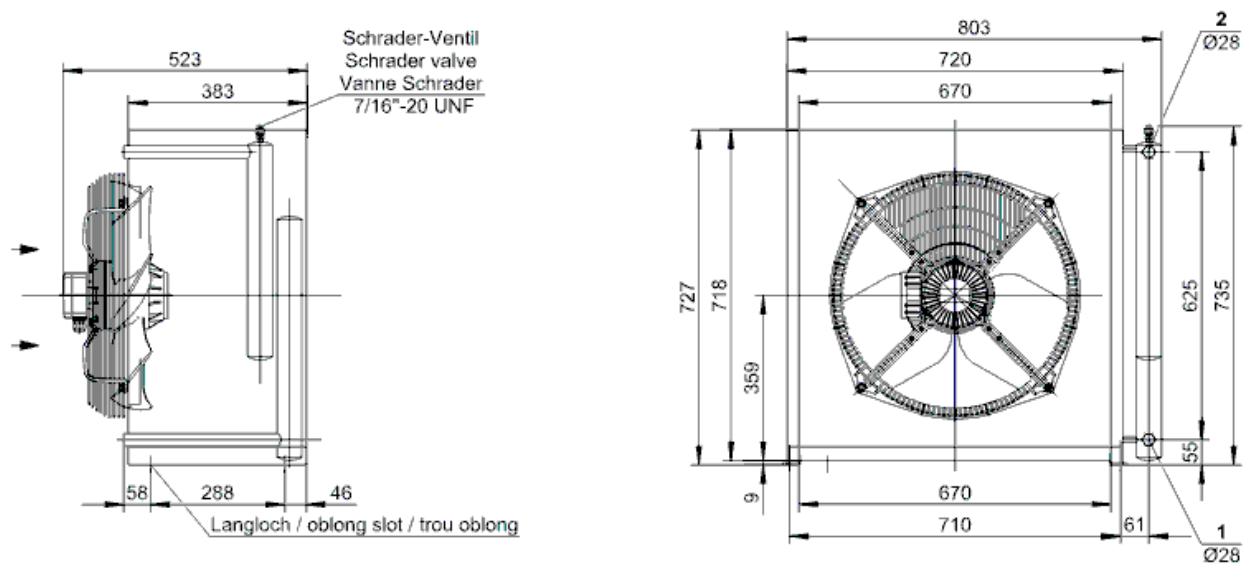


Рис.2. Габаритні розміри мастилоохолодника Bitzer OL 300.

10. Електрообладнання та електропостачання

1. Загальні положення

Схема електропостачання з холодильною установкою (ХКУ) централізованого типу мають дві незалежні лінії електроживлення:

1 – увід №1 робочий, від районної трансформаторної підстанції (ТП РЕМ) з $U_{\text{ном}} = 10,5 \text{ кВ}$;

2 – увід №2 від трансформаторної підстанції (ТП) підприємства з $U_{\text{ном}} = 10,5 \text{ кВ}$.

На підприємстві розподіл електроенергії здійснюється по кабельним лініям. Енергія приймається на підприємстві через ТП зв'язку з енергосистемою. На трансформаторах встановлені захисти: відсічення диференціальне, струмове, максимально струмове, від замикань на землю.

На ХКУ з заданою холодопродуктивністю встановлені з відповідною потужністю $P_{\text{ном}}$ компресорні агрегати і інше допоміжне електрообладнання ХКУ (електродвигуни приводу насосів, вентиляторів та ін.), яке розраховується на цілодобову роботу. Робота електроприводу допоміжного обладнання ХКУ після пуску основного технологічного устаткування характеризується довготривалим мало змінним (в межах 10% $P_{\text{ном}}$) режимом.

Розподіл електричної енергії на підприємстві з установленою потужністю трансформаторів $S_{\text{ном}} = 2500 \text{ кВА}$ виконується на наступних рівнях напруги:

- 380 / 220 В - для споживання електроенергії основним цеховим електрообладнанням, враховуючи електроосвітлення (робоче і аварійне);

- 36 - 12 В – в мережі живлення місцевих трансформаторів для ремонтних робіт.

Основними електроприймачами ХКУ є асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором. По ступені надійності електропостачання електроприймачів ХКУ відносять, частково, до 1-ої і, в основному, до 2-ої

категорії.

Надійність живлення електроприймачів 1-ої і 2-ої категорії забезпечують проведенням наступних заходів:

1 – вибором відповідної структури схеми електропостачання: власні потреби ХУ живлять на стороні високої напруги від незалежних джерел живлення не менш чим двома трансформаторами, які підключають до індивідуальних шаф і до різних секцій розподільного пристрою РПр – 10кВ (при наявності двосекційного пристрою);

2 – на стороні низької напруги джерела живлення резервують, передбачаючи "потайний резерв" шляхом комутаційної перемички між двома секціями РПр ТП; перемичка має для комутації з двох сторін два роз'єднувачі і між ними один автомат (або тільки один межсекційний роз'єднувач);

3 – потужність кожного трансформатора ТП вибирають із розрахунку забезпечення одночасного живлення як власних електроприймачів, так і електроприймачів аварійно відключеного джерела; у цьому випадку ушкоджений трансформатор відключають власним перемикачем від його секції РПр на стороні низької напруги і через міжсекційну перемичку її підключають відповідним перемикачем до другої секції працюючого трансформатора.

З метою підвищення надійності і на перспективу розвитку мережі підприємства на кожній секції розподільного пристрою ТП для групи електроприймачів, а також для окремих приймачів передбачають резервні ланки з відповідними апаратами. Аналогічно, в цехових шафах силових розподільних пунктів (РП) передбачають резервні електроапарати.

3.2. Низьковольтна мережа

Основне цехове споживання електричної енергії здійснюють при напрузі 380/220 В. Основними електроприймачами ХКУ є асинхронні двигуни з короткозамкнутим ротором. При об'єднанні приймачів у групи варто враховувати однотипність, рід навантаження, потужність споживання.

Для підвищення коефіцієнта активної потужності до нормованого значення 0,92 встановлюються на кожній секції РПр ТП батареї статичних конденсаторів

КУ1, КУ2.

Розподілення електроенергії між приймачами передбачено на напругу 380 / 220В від шаф РПр - 0,4кВ трансформаторної підстанції через відповідні розподільні пункти РП1, РП2 на технологічних ділянках ХКУ.

Освітлення приміщень виробничого характеру (ХКУ забезпечує ОУ з лампами типу ЛДЦ (машинна зала) та з лампами розжарювання (аварійне освітлення). Для приміщень РПр машзали, а також перед фасадом шаф КВПіА, передбачене освітлення газорозрядними лампами низького тиску (люмінесцентними).

Відповідно вимогам ПУЕ передбачаються наступні види освітлення: робоче, аварійне і місцеве. Крім того, існує мережа зниженої напруги 12В при проведенні ремонтних робіт, а також вентиляційні установки. Живлення мереж робочого і аварійного освітлення для надійної їх роботи здійснюється від різних секцій трансформаторної підстанції. Мережі місцевого освітлення і ремонтного живляться відповідно від мереж аварійного і робочого освітлення через стаціонарні знижувальні трансформатори 220/12 В.

3.3. Високовольтна мережа

Приймання електроенергії на холодильнику від джерел живлення і її розподіл між цеховими трансформаторними підстанціями виконує розподільний пристрій (РПр) із відповідним числом ланок. РПр встановлений в місці поруч з цехом, який має найпотужніше електроустаткування, що відповідає найменшій відстані від центру електричних навантажень. РПр виконується, згідно сучасних вимог до проектних рішень, як конструктивно комплектний набір шаф відповідного заводу - виробника. Електролінія зв'язку підприємства з РЕМ (від шаф РПр ТП до шаф районної ТП; загальноприйнятий термін - "лінія зв'язку з системою") підключається до своїх шаф комплектного розподільного пристрою КРПр - 10 кВ силовими кабелями, відповідно, через роз'єднувач і масляний вимикач (або високовольтний запобіжник).

Трансформаторна підстанція цеху з ХКУ, як і інші ТП підприємства, і потужні високовольтні двигуни підключені силовими кабелями, відповідно, до

своїх шаф КРПр – 10кВ. На високій стороні цехової трансформаторної підстанції встановлені високовольтні запобіжники, роз'єднувачі і вимірювальні трансформатори струму.

Вибір високовольтного електрообладнання в лінії живлення трансформаторної підстанції може бути проведеним тільки на основі порівняння паспортних параметрів апаратів та результатів розрахунку струмів короткого замкнення (к.з.).

3.4. Розрахунок номінальної потужності електричних двигунів приводу компресорів, вентиляторів, насосів

Номінальна потужність електричних двигунів приводу вентиляторів в перш. набл. за техн. парам:

$$P_{ном} = \frac{1,1 \cdot Q_n \cdot H_n \cdot 10^{-2}}{3670 \cdot \eta},$$

де Q_n - продуктивність вентилятора, м³/год;

H_n - напір вентилятора;

H_n = 285 мм.вд.ст. (числовий еквівалент вентиляційних труб);

η - ККД вентилятора, $\eta = 0,91$.

Залежно від потужності вибираємо електродвигуни до приводу компресорів, вентиляторів, насосів . Умова вибору :

$$P > P_{дв}.$$

Визначення номінального струму:

$$I_n = \frac{P_n \cdot 10^3 \cdot \beta}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 10^3 \cdot \cos \varphi \cdot \eta},$$

де β - коефіцієнт використання, $\beta = 1$;

η - ККД двигуна.

Результати розрахунків та відомі паспортні дані зводимо до табл.3.1.

Приклад розрахунку:

$$P_{ном} = \frac{1,1 \cdot Q_n \cdot H_n \cdot 10^{-2}}{3670 \cdot \eta} = \frac{1,1 \cdot 12000 \cdot 19 \cdot 10^{-2}}{3670 \cdot 0,91} = 1,9 \text{ кВт}$$

$$I_H = \frac{P_H \cdot 10^3 \cdot \beta}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 10^3 \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{1,9 \cdot 10^3 \cdot 1,0}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 10^3 \cdot 0,91 \cdot 0,91} = 3,48 A$$

Таблиця 3.1. Розрахунок номінальної потужності електричних двигунів

№ п/п	Назва позиції	К- сть	P _н , кВт	I _н , А	$\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{н}}}$,	η, %	Cosφ	n, об/хв
1	Компресори гвинтові Bitzer HSK8571-110	4	110	182	4,5	0,9	0,91	2900
2	Вентилятори ПО СТЕ504А8W18ЕD	56	0,86	1,52	7	0,91	0,87	1450
3	Вентилятори ПО СТЕ504В8W18ЕD	40	0,86	1,52	7	0,91	0,87	1450
4	Вентилятори градирні	4	1,5	2,5	7	0,90	0,87	1420
5	Насоси Grundfos TP 150-160/4	2	11	18	7	0,93	0,84	1460
6	Насоси Grundfos TP 200-400/4	2	55	92	7	0,95	0,87	1460
7	Витяжний вентилятор КМ-цеху(робочий)	1	1,9	3,48	7	0,91	0,84	1450
8	Приточний вентилятор КМ-цеху	1	7,5	13,5	7	0,91	0,84	1450

3.5. Розрахунок та вибір низьковольтного обладнання

Вибір магнітних пускатів.

Магнітні пускаті вибирають і застосовують для дистанційного управління електричними приймачами різної потужності. Їх використовують на пультах управління або безпосередньо біля двигунів.

Для захисту електричних двигунів від режимів перевантаження в магнітних пусках встановлено теплове реле захисту.

Магнітні пускаті вибираються з умов:

1. $I_{\text{мп}} > I_{\text{н.дв.}}$
2. $U_{\text{мп}} = U_{\text{н.дв.}}$
3. $I_{\text{спр.т.р.}} > 1,1 I_{\text{н}}$

де $I_{\text{мп}}$ і $I_{\text{н}}$ - номінальний струм машин,

$I_{\text{спр.т.р.}}$ - струм спрацьовування теплового реле.

Результати вибору зводимо в табл. 3.2.

Таблиця 3.2. Розрахунок та вибір низьковольтного обладнання

№ п/п	I_n , А	$1,1 \cdot I_n$, А	МП		Теплове реле	
			Тип	I_n , А	Тип	I_n , А
1	182	200	КТ6000	400	ТРТП-155	360
2	1,52	1,67	МПЛ	2,5	ТРТП-121	5
3	1,52	1,67	МПЛ	2,5	ТРТП-121	5
4	2,5	2,75	ПМА	4	ТРТП-121	5
5	18	19,8	МПА	25	РТИ-3353	32
6	92	101	ПМА	100	ТРТП-141	110
7	3,48	3,8	ПМА	4	ТРТП-121	5
8	13,5	14,9	МПЛ	25	ТРТП-121	35

3.6. Розрахунок та вибір автоматичних повітряних вимикачів

Автоматичні повітряні вимикачі (автомати) застосовують і для захисту мереж електричних приймачів від пошкоджень, які вимикають під впливом струму, що перевищує допустимі значення, в тому числі струмів КЗ.

Вони виробляються з електромагнітними і комбінованими роз'єднувачами. Вибір автоматів виконується згідно умов:

1. $I_{н.а.} > I_n$;
2. $U_{н.а.} > U_n$;
3. $\sum I_{с.р.} > 1,25 \cdot I_{пуск}$ – доля ланцюгів з одним двигуном;
4. $I_{т.р.} > \beta \cdot I_n$,

де $I_{н.а.}$ і $U_{н.а.}$ - номінальний струм і напруга автоматів,

I_n і U_n - струм і напруга лінії,

$I_{с.р.}$ - струм спрацювання роз'єднувача,

$I_{пуск}$ - пусковий струм двигуна;

$I_{т.р.}$ - струм спрацювання теплового роз'єднувача.

Результати виборів автоматичних повітряних вимикачів зводимо в табл.3.3.

Таблиця3.3. Автоматичні повітряні вимикачі

№ п/п	Назва позиції	I_n , А	$I_{пуск}$, А	$1,25 \cdot$ $I_{пуск}$, А	Автомати []			
					Тип	$I_{на}$, А	$I_{т.р.}$, А	$I_{с.р.}$, А
1	Компресори гвинтові Bitzer HSK8571-110	182	810	1012,5	A3144	600	400	2800
2	Вентилятори ПО СТЕ504A8W18ED	1,52	10,64	13,3	A3160	8,5	1,6	50
3	Вентилятори ПО СТЕ504B8W18ED	1,52	10,64	13,3	A3160	8,5	1,6	50
4	Вентилятори градирні	2,5	17,5	21,88	A3160	8.5	3	50
5	Насоси Grundfos TP 150-160/4	18	126	157,5	A3160	80	25	250
6	Насоси Grundfos TP 200-400/4	92	644	805	A3144	600	400	2800
7	Витяжний вентилятор КМ- цеху(робочий)	3,48	24,4	30,5	A3160	8.5	7	50
8	Приточний вентилятор КМ- цеху	13,5	94,5	118,2	A3160	25	14	100

3.7. Розрахунок та вибір шафи розподільчого пункту №1.

Розрахунок навантаження на шини шафи розподільного пункту.

Значення середньої потужності за максимально навантаженою зміну:

$$P_{зм} = K_{\phi} \cdot P_n, \quad P_{зм} = 0,8 \cdot 1,9 = 1,52$$

де K_{ϕ} — коефіцієнт використання,

P_n — номінальна потужність.

Значення середньої реактивної потужності за максимально навантаженою зміну:

$$Q_{зм} = P_{зм} \cdot \operatorname{tg} \varphi. \quad Q_{зм} = 1,52 \cdot 0,62 = 0,94$$

Результати розрахунків зводимо до табл. 3.4.

Таблиця 3.4.Розрахунок навантаження на шинах шафи розподільчого пункту

№ п/п	Приймач	К-сть	$\sum P_n$, кВт	$P_{зм}$, кВт	$Q_{зм}$, квар	K_B	$\cos \varphi$	$\operatorname{tg} \varphi$
1	Насоси Grundfos TP 150-160/4	2	22	17,6	10,9	0,8	0,87	0,62
2	Вентилятор градирні	4	6	4,8	3	0,8	0,87	0,62
3	Витяжний вентилятор КМ-цеху(робочий)	1	1,9	1,52	0,94	0,8	0,84	0,62
4	Приточний вентилятор КМ-цеху	1	7,5	6	3,72	0,8	0,84	0,62
5	Вентилятори ПО СТЕ504А8W18ЕD	32	27,52	22	13,65	0,8	0,87	0,62
6	Вентилятори ПО СТЕ504В8W18ЕD	16	13,76	11	6,8	0,8	0,87	0,62
7	Електровідтайка ПО IDE 43В07W16	8	158,4	126,7	78,6	0,8	0,98	0,62
8	Електровідтайка ПО IDE 53А07W12	4	79,2	63,4	39,3	0,8	0,98	0,62
Всього		-	316,3	253	157	-	-	-

Визначаємо значення розрахункової потужності:

$$m = \frac{P_{n \max}}{\sum P_{n \min}} = \frac{158,4}{1,9} = 83,4$$

Так як коефіцієнт $m > 3$, то ефективне число споживачів $n_e = 2,01$;

Коефіцієнт максимуму: з таблиці $K_M = f(n_e, K_u)$, знаходимо $K_M = 1,7$;

Розрахункові значення потужностей:

1) активної:

$$P_p = K_m \cdot \sum P_{3M} = 1,7 \cdot 253 = 430,1 \text{ кВт.}$$

2) реактивної:

$$Q_p = Q_{3M} \cdot 1,1 = 1,1 \cdot 157 = 172,7 \text{ квар.}$$

3) повної:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{430,1^2 + 172,7^2} = 463,5 \text{ кВА.}$$

Коефіцієнт потужності РП:

$$\cos \varphi = \frac{P_p}{S_p} = \frac{430,1}{463,5} = 0,93.$$

Значення розрахункового і короткочасного струму:

$$I_p = S_p / (1,732 \cdot U) = 463,5 / (1,732 \cdot 0,38) = 703,5 \text{ А}$$

$$I_{\max} = I_{n \max} + I_p = 126 + 703,5 = 829,5 \text{ А}$$

Приймаємо шину ШРА – 960, розраховану на: $I_n = 960 \text{ А}$.

Вибираємо стандартну шафу типу ПР9231 (виконання 128). Встановлюємо в шафу вибране обладнання.

3.8. Розрахунок та вибір шафи розподільчого пункту №2.

Результати розрахунків аналогічні, зводимо до табл. 3.5.

Таблиця 3.5. Розрахунок навантаження на шинах шафи розподільчого пункту

№ п/п	Приймач	К-сть	$\sum P_n$, кВт	P_{3M} , кВт	Q_{3M} , квар	K_B	$\cos \varphi$	$\tan \varphi$
1	Вентилятори ПО СТЕ504А8W18ED	24	20,64	16,5	10,2	0,8	0,87	0,62
2	Вентилятори ПО СТЕ504В8W18ED	24	20,64	16,5	10,2	0,8	0,87	0,62
3	Електровідтайка ПО IDE 43В07W16	6	118,8	95	59	0,8	0,98	0,62
4	Електровідтайка ПО IDE 53А07W12	6	118,8	95	59	0,8	0,98	0,62
Всього		-	278,9	223,1	138,3	-	-	-

Визначаємо значення розрахункової потужності:

$$m = \frac{P_{\text{н max}}}{\sum P_{\text{н min}}} = \frac{118,8}{20,64} = 5,8$$

Так як коефіцієнт $m > 3$, то ефективне число споживачів $n_e = 2,01$;

З таблиці $K_M = f(n_e, K_u)$, знаходимо $K_M = 1,7$;

Розрахункове значення потужностей:

1) активної:

$$P_p = K_M \cdot \sum P_{\text{зм}} = 1,7 \cdot 223,1 = 379,3 \text{ кВт.}$$

2) реактивної:

$$Q_p = Q_{\text{зм}} \cdot 1,1 = 1,1 \cdot 138,3 = 152,1 \text{ квар.}$$

3) повної:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{379,3^2 + 152,1^2} = 408,7 \text{ кВА.}$$

Коефіцієнт потужності РП:

$$\cos \varphi = \frac{P_p}{S_p} = \frac{379,3}{408,7} = 0,93.$$

Значення розрахункового і короткочасного струму:

$$I_p = S_p / (1,732 \cdot U) = 408,7 / (1,732 \cdot 0,38) = 621 \text{ А}$$

$$I_{\text{max}} = 42,6 + 621 = 663,6 \text{ А.}$$

Приймаємо шину ШРА – 960, розраховану на: $I_n = 960 \text{ А}$.

Вибираємо стандартну шафу типу ПР9231 (виконання 128). Встановлюємо в шафу вибране обладнання.

3.9. Вибір кількості та розрахунок потужності трансформаторів для трансформаторної підстанції.

Для надійного і безперервного забезпечення приймачів II категорії, до яких відносять ХКУ, вибрано двотрансформаторну підстанцію. При виході з ладу одного трансформатора трансформатору - той, що залишився забезпечить (з урахуванням допустимих навантажень) живлення включається в роботу другий трансформатор, що знаходиться у резерві. Така схема забезпечує надійне живлення всіх споживачів. Потужність силових трансформаторів вибрано за умов:

а) економічного, номінального режиму роботи;

б) необхідного забезпечення резервування живлення електроприймачів з урахуванням допустимих (можливих) перевантажень трансформаторів:

$$K_T = 1,15 \leq 1,4.$$

Номінальна потужність трансформаторів вибрана із розрахунку максимуму навантаження S_p . Згідно ПУЕ номінальна потужність трансформатора вибрана не більше, ніж 0,75 від прогнозованого максимуму навантаження, тобто $K_1=0,75$. Величина допустимого перевантаження $K_2(t)=1,1$.

Умови вибору:

$$S \geq \frac{S_p}{\beta_u(t) \cdot 0,75},$$

Таблиця 3.6. Розрахунок загального навантаження

Назва РП та індивідуальних приймачів	P_H , кВт	$P_{зм}$, кВт	$Q_{зм}$, кВар	$\operatorname{tg} \varphi$	$\cos \varphi$	K_H
Компресори гвинтові Bitzer HSK8571-110	4x110	352	218,2	0,62	0,9	0,8
Насоси Grundfos TP 200-400/4	2x55	88	54,6	0,62	0,95	0,8
РП1	316,3	253	157	0,62	0,93	0,8
РП2	278,9	223,1	138,3	0,62	0,93	0,8
Освітлення	71,5			0,62	0,93	0,8
Всього	1216,1	972,9	603,2	-	-	-

$\beta_u(t)$ – коефіцієнт перевантаження за графічною діаграмою;

$k_{зг} = 0,75$ – коефіцієнт завантаження; $t = 12$ год – час перевантаження.

Визначаємо:

- коефіцієнт перевантаження: $\beta_u(t) = f(k, t) = 1,1$

- номінальну потужність трансформатора:

Розрахункове значення потужностей:

1) активної:

$$P_p = K_m \cdot \sum P_{зм} = 1,1 \cdot 1503,6 = 1654 \text{ кВт.}$$

2) реактивної:

$$Q_p = Q_{зм} \cdot 1,1 = 1,1 \cdot 603,2 = 663,5 \text{ квар.}$$

3) повної:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{1654^2 + 663,5^2} = 1782,1 \text{ кВА.}$$

$$(S_n)_p = 1782,1 / (1,1 \cdot 0,75) = 2160,1 \text{ кВА.}$$

Вказану потужність необхідно врахувати при розрахунку і підборі трансформатора для цеху.

До встановлення приймаємо 2 трансформатори типу ТМ-2500.

Таблиця 3.7. Технічні параметри трансформаторів ТМ-2500

Номінальна потужність, кВА	Втрати холостого ходу, кВт	Номінальна напруга, кВ		Втрати короткого замикання, кВт	Струм холостого ходу, %	Схема і група з'єднання обмоток
		Висока	Низька			
2500	3,85	10	0,4	23,5	1,0	У / Д-11

3.10. Висновок

В дипломному проекті вирішено задачі розрахунку елементів зовнішньої та внутрішньо цехової розподільчої мережі машинного залу ХКУ – окремої ділянки в системі електропостачання холодильника овочесховища.

Всі розрахунки і вибір низьковольтного обладнання (магнітних пускачів, автоматичних, масляних або повітряних вимикачів, шаф для цехового РП; увідної, лінійної шаф для розподільчого пристрою трансформаторної підстанції РПр – 0,4 кВ) було проведено після визначення потужності двигунів допоміжного електрообладнання ХКУ, визначення розрахункових навантажень на шинах РП і РПр ТП. Останнє дозволило визначити потужність трансформаторів.

11. Автоматизація системи холодильної установки

Вступ

Однією з основних задач автоматизації холодильних машин і агрегатів є підтримання заданих вихідних параметрів. Це досягається шляхом регулювання холодопродуктивності машин і агрегатів. Задача регулювання полягає в тому, щоб досягти підтримання певної температури об'єкту охолодження, яка має властивість змінюватися під дією внутрішніх та зовнішніх теплонадходжень.

Автоматичне регулювання холодильної машини дозволяє забезпечити точність підтримання заданих параметрів, що скорочує втрати продукту в холодильній камері, сприяє збереженню їх якості, знижує експлуатаційні витрати, а також збільшує термін служби холодильного обладнання в результаті підтримання оптимального режиму його експлуатації. Застосування режимів автоматичного захисту дозволяє запобігти аварійним режимам.

Автоматизована установка значно економніша за витратами енергії та забезпечує високу точність контрольованих параметрів. Витрати на її експлуатацію значно менші, порівняно з витратами на експлуатацію аналогічної установки з ручним регулюванням, що пояснюється зменшенням витрат на утримання обслуговуючого персоналу.

Прилади автоматики швидко реагують на відхилення від нормальних умов роботи, а при виникненні небезпеки вимикають установку. До складу приладів автоматики холодильних установок входять прилади керування, регулювання, захисту, сигналізації та контролю.

Прилади автоматичного керування вмикають або вимикають у певній послідовності машини і механізми; вмикають допоміжні апарати при відтаюванні інею з поверхні приладів охолодження, випусканні мастила.

Прилади автоматичного регулювання підтримують в певних межах основні параметри роботи і регулюють їх у відповідності із заданою програмою.

Прилади автоматичного захисту при виникненні небезпечних умов вимикають холодильну установку або її частини.

Прилади автоматичної сигналізації подають світлові або звукові сигнали, в тому випадку, коли контрольована величина досягає заданих або гранично допустимих значень.

Прилади автоматичного контролю реєструють параметри машини.

Комплексна автоматизація передбачає обладнання холодильної установки автоматичними пристроями керування, регулювання та захисту. Засоби контролю і сигналізації потрібні лише для спостереження за правильністю дії цих пристроїв.

Всі елементи системи автоматизації повинні бути об'єднані в одну схему для того, щоб їх взаємодія забезпечувала найкращий результат.

Об'єктом автоматизації у даному магістерському дипломному проекті є один з вузлів холодильної установки – гвинтовий компресор виробництва фірми «Bitzer» (Німеччина). До його складу входять: гвинтовий компресор, електродвигун, масловіддільник, маслофільтр, фільтр газу, що всмоктується.

Розроблена система автоматизації агрегату передбачає:

- захист компресора від аварійних режимів роботи;
- контроль та сигналізацію роботи компресорів на щиті холодильної станції;
- можливість дистанційної зупинки машин та компресорів із щита холодильної станції;
- регулювання холодопродуктивності компресорів;
- аварійне відключення холодильної установки;
- світлову сигналізацію;
- дистанційне керування та контроль робочих параметрів.

Контрольованими параметрами агрегату є:

- тиск і температура на всмоктуванні компресора;
- тиск і температура на нагнітанні компресора;
- тиск і температура мастила, яке циркулює в компресорі;
- холодопродуктивність компресора;
- температура обмоток електродвигуна;
- номінальний струм, що подається на привід компресора.

4.1. Принцип роботи гвинтового компресорного агрегату

4.1.1. Циркуляційний контур холодильного агенту

Гвинтовий компресор (1.0) всмоктує пари холодильного агенту через запірний клапан на стороні всмоктування (4.1), зворотній клапан на стороні всмоктування (4.2) і фільтр на стороні всмоктування (4.3), стискає пари до кінцевого тиску і подає холодильний агент через масловіддільник (3.0), зворотній клапан на стороні нагнітання (5.1) в конденсатор.

Фільтр на стороні всмоктування (4.3) запобігає потраплянню в компресор частинок бруду, що виносяться потоком всмоктування.

Компресор (1.0) оснащений пристроєм плавного регулювання продуктивності в діапазоні 10-100%.

4.1.2. Циркуляційний контур мастила

Під час процесу стиснення до компресору (1.0) вприскується мастило для холодильних машин з ціллю змащування, герметизації, зменшення шуму і відводу частини тепла, що утворюється в процесі стиснення. Після процесу стиснення мастило в масловіддільнику (3.0) відділяється і збирається. Візуальний контроль за рівнем мастила в масловіддільнику можна здійснювати по оглядовим віконцям на масловіддільнику. З мастилозбірника мастило через маслофільтр (8.0) за рахунок перепаду тисків кипіння та конденсації нагнітається до підшипників, до пристрою регулювання продуктивності компресора (2.0).

Нагріте в компресорі (1.0) мастило, перед повторним його використанням в компресорі, повинно бути охолодженом до температури, що гарантує достатню в'язкість мастила. Однак, максимальна температура

нагнітання за штатного режиму експлуатації компресора не буде перевищувати 100 °С, відповідно мастилоохолодника за рекомендаціями фірми виробника встановлювати не потрібно.

Після сепарування мастило потрапляє в маслофільтр (8.0) , що затримує тверді частинки із загального маслотоку, а також гарантує дуже тонку фільтрацію мастила.

Мастило подається до компресору (1.0) через зворотній клапан (6.1) і дросельний клапан (6.2). Дросельним клапаном лінії вприску (6.2) встановлюється необхідна кінцева температура процесу стиснення, що вимірюється термометром (11.2) після компресора (1.0).

З ціллю проведення робіт з техобслуговування і ремонту є маслозливний клапан 3.2.

4.2. Регулювання роботи гвинтового компресорного агрегату

4.2.1. Регулювання продуктивності

Регулювання продуктивності здійснюється вкорочуванням ходу в компресорі. Довжина ротора, що визначає процес стиснення, змінюється гідравлічно керуючими регульовальними салазками. Положення регульовальних салазок компресора (1.0) вказується відповідним датчиком положення (1.1) пристрою регулювання продуктивності. Досягнення кінцевого положення МІН або МАКС регульовальними салазками сигналізується оптично світоїдами, а на дисплей індукується положення часткового навантаження в процентах.

4.2.2. Контрольні пристрої

З ціллю проведення контролю роботи ГКА обладнується наступними пристроями:

—манометр для візуального контролю тиску всмоктування компресора (9.1);

—манометр для візуального контролю кінцевого тиску процесу стиснення компресора (9.2);

–термометр (11.1) для візуального контролю температури всмоктування компресора;

–термометр (11.2) для візуального контролю температури після компресора;

–термометр для візуального контролю температури мастила (11.5).

При застосуванні пристрою програмного управління компресором, у поєднанні з перерахованими нижче датчиками тиску і температури, можливий додатковий вивід експлуатаційних параметрів на дисплей пристрою управління.

–перетворювач тиску – тиск всмоктування (10.1) компресора;

–перетворювач тиску – тиск мастила (10.2);

–термометр опору – температура всмоктування компресора (11.1);

–термометр опору (11.2) – кінцева температура процесу стиснення компресора;

–термометр опору – температура мастила (11.3).

4.2.3. Запобіжні пристрої

В кожному ГКА передбачені наступні запобіжні пристрої:

–Зворотній клапан на стороні всмоктування (4.2), що запобігає миттєвому вирівнюванню тисків з лінією всмоктування після виводу агрегату із експлуатації.

–Зворотній клапан на стороні нагнітання (5.1), що запобігає зворотній конденсації холодильного агенту в масловіддільник.

–Запобіжний пристрій від перевищення кінцевої температури процесу стиснення компресора.

–Реле температури на стороні нагнітання компресора (11.4), що вимикає привідний двигун, якщо кінцева температура процесу стиснення перевищує встановлене значення

або

–Термометр опору кінцевої температури процесу стиснення компресора (11.2), сигнал якого призводить до вимикання приводного двигуна пристроєм

керування компресором, якщо кінцева температура процесу стиснення перевищує встановлене значення, кінцева температура процесу стиснення також виводиться на дисплей пристрою керування.

–Запобіжний пристрій від перевищення температури мастила.

–Реле температури мастила (11.5), що вимикає приводний двигун компресора, якщо температура мастила перед упорним підшипником компресора перевищує встановлене значення

або

–Термометр опору для температури мастила (11.3), сигнал якого призводить до вимикання приводного двигуна пристроєм керування компресором, якщо температура мастила перевищує встановлене значення, а також температура мастила виводиться на дисплей пристрою керування компресором.

–Запобіжний пристрій від заниження певного тиску всмоктування компресора.

–Перетворювач тиску всмоктування компресора (10.1), сигнал якого призводить до вимикання приводного двигуна пристроєм керування компресором, якщо кінцевий тиск процесу стиснення нижчий встановленого значення.

–Запобіжний пристрій приводного двигуна компресора.

–Обмежувальне регулювання номінального струму (7.1), що реалізується відповідним пристроєм керування компресором. При перевищенні номінального струму двигуна регулювання компресору в напрямку мінімуму продуктивності проводиться до тих пір, поки струм двигуна не досягне допустимого діапазону. Потім знову вступає в силу нормальне регулювання продуктивності.

–Термістор (7.2) вимикає приводний двигун компресора, якщо температура обмоток приводного двигуна перевищила допустиме значення.

–Реле показчика рівня (3.1) вимикає ГКА, якщо рівень мастила в масловіддільнику (3.0) нижчий допустимого значення, а також здійснює сигналізацію.

Таблиця.4.1. Специфікація на прилади і засоби автоматичного контролю та експлуатацію холодильної установки

Номер позиції	Параметр середовища	Місце установки	Найменування і характеристика	Тип приладу	К-сть	Завод виробник
1а, 3а, 4а, 5а, 6а	Температура	За місцем	Термометр опору мідний, межі вимірювань -50...+150°C	ТРМ1	5	ПП «Овен», м. Київ
2а	Температура	За місцем	Термопара хромель-копельована, межі вимірювань -50...+300°C	ТП10	1	ПП «Овен», м. Київ
2б	Температура	За місцем	Логометр вузько профільний із світловим показчиком. Шкала -50...+150°C. Клас точності 0,5	ЛМВ5	1	ПП «Овен», м. Київ
1б, 4б, 5б	Температура	На щиті	Логометр одноточковий. Живлення +4В. Шкала - 50...150°C. Клас точності 1,0	ЛВ6	3	ПП «Овен», м. Київ
2в, 3в	Температура	За місцем	Вторинний вимірювальний прилад з вмонтованою приставкою позиційного регулювання. Шкала - 50...150°C. Клас точності 1,0	EKS 67	2	ТОВ «Danfoss»
2в, 8г, 11г		За місцем	Електричний регулятор. Межа пропорційності 0...200%. Час інтегрування 30 хв	КР 15А	3	ТОВ «Danfoss»
7б, 9б	Тиск	За місцем	Манометр технічний загального призначення. Шкала 0...10 кгс/см². Клас точності 1,5	МТ 15	2	ТОВ «Danfoss»

8б, 10б	Тиск	За місцем	Вимірювальний перетворювач тиску з електричною дистанційною передачею. Межі вимірювань 0...5 кгс/см ² . Вихідний сигнал 0...5мА. Клас точності 0,5.	«Овен-22»	2	ПП «Овен», м. Київ
8в, 10в	Тиск	На щиті	Прилад вторинний. Вхідний струм 0...5мА. Шкала 0...5 кгс/см ² . Клас точності 0,5.	ЕКС 147	2	ТОВ «Danfoss»
11а, 11б	Рівень	За місцем	Електронний ємнісний сигналізатор рівня. Похибка спрацювання ± 10 мм	RT 281A	1	ТОВ «Danfoss»
2г		На пульті	Блок керування електричний	TPM 961	1	«MYCOM Europe»
12а, 12б		За місцем	Електричний виконавчий механізм одно-обертальний, з показником положення регулювального органу	МЕВ 15	1	ТОВ «Danfoss»

Висновок

В даному розділі показано автоматизацію одного з вузлів холодильної установки, а саме гвинтового компресорного агрегату. Автоматизована установка значно економніша за витратами енергії ніж не автоматизована. Автоматизація установки забезпечує високу точність контрольованих параметрів. Витрати на експлуатацію значно менші, порівняно з витратами на експлуатацію аналогічної установки з ручним регулюванням, що пояснюється зменшенням витрат на утримання обслуговуючого персоналу.

12. МОНРЕАЛЬСЬКИЙ ПРОТОКОЛ

Для цілей цього Протоколу:

(1) "Конвенція" означає [Віденську конвенцію](#) про охорону озонового шару, прийняту 22 березня 1985 року.

(2) "Сторони", якщо контекст не передбачає іншого, означає Сторони цього Протоколу.

(3) "Секретаріат" означає секретаріат Конвенції.

(4) "Речовина, яка регулюється" означає будь-яку речовину, зазначену в Додатку А або в Додатку В до цього Протоколу, яка існує самостійно або в суміші. Це поняття включає ізомери таких речовин, за винятком речовин, зазначених у відповідному додатку, але не відноситься до будь-яких таких речовин або сумішей, які є складовою частиною готового продукту, що має іншу форму, ніж ємкість, яка використовується для транспортування або зберігання згаданої речовини.

(пункт 4 статті 1 в редакції Протоколу від 29.06.90 р.)

(5) "Виробництво" означає кількість вироблених речовин, які регулюються, за відрахуванням тієї кількості речовин, яка знищується із застосуванням технології, яка підлягає затвердженню Сторонами, а також тієї кількості речовин, яка використовується виключно як сировина для виробництва хімічних речовин. Кількість речовин, які піддаються рециркуляції та обліку, не розглядається як "виробництво".

(пункт 5 статті 1 в редакції Протоколу від 29.06.90 р.)

(6) "Споживання" означає виробництво плюс імпорт мінус експорт речовин, які регулюються.

(7) "Розрахункові рівні" виробництва, імпорту, експорту і споживання означають рівні, визначені згідно зі Статтею 3.

(8) "Раціоналізація виробництва" означає передачу всього або частини розрахункового рівня виробництва від однієї Сторони іншій Стороні з метою

забезпечення економічної ефективності або покриття очікуваного незадоволеного попиту внаслідок закриття підприємства.

(9) "Перехідна речовина" означає речовину, зазначену в Додатку С до цього Протоколу, яка існує самостійно або в суміші. Це відноситься до ізомерів будь-якої такої речовини, за винятком речовин, перелічених в Додатку С, але не відноситься до будь-яких таких речовин або сумішей, які є складовою частиною готового продукту, який має іншу форму, ніж ємкість, яка використовується для транспортування або зберігання згаданих речовин.

(статтю 1 доповнено пунктом 9 згідно з Протоколом від 29.06.90 р.)

Стаття 2

Заходи регулювання

(1) Кожна Сторона забезпечує, щоб за період дванадцяти місяців, починаючи в перший день сьомого місяця після дати набуття чинності цим Протоколом, і за кожний наступний період дванадцяти місяців розрахунковий рівень її споживання регульованих речовин групи I у Додатку А не перевищував розрахунковий рівень її споживання в 1986 році. До кінця того ж періоду кожна Сторона, що виробляє одну або декілька з цих речовин, забезпечує, щоб розрахунковий рівень виробництва нею цих речовин не перевищував розрахунковий рівень її виробництва в 1986 році, за винятком того, що цей рівень може зрости, але не більш ніж на десять відсотків порівняно з рівнем 1986 року. Таке зростання допускається тільки тоді, коли це необхідно для задоволення основних внутрішніх потреб Сторін, діючих у рамках Статті 5, і для цілей раціоналізації розподілу промислового виробництва між Сторонами.

(2) Кожна Сторона забезпечує, щоб за період дванадцяти місяців, що починається в перший день тридцять сьомого місяця після дати набуття чинності цим Протоколом, і за кожний наступний період дванадцяти місяців розрахунковий рівень споживання регульованих речовин, включених у групу II у Додатку А, не перевищував розрахунковий рівень її споживання в 1986 році. Кожна Сторона, що виробляє одну або декілька з цих речовин, забезпечує, щоб

розрахунковий рівень виробництва нею цих речовин не перевищував розрахунковий рівень її виробництва в 1986 році, за винятком того, що цей рівень може зрости, але не більше ніж на десять відсотків порівняно з рівнем 1986 року. Таке зростання допускається тільки тоді, коли це необхідно для задоволення основних внутрішніх потреб Сторін, діючих у рамках Статті 5, і для цілей раціоналізації розподілу промислового виробництва між Сторонами. Механізм застосування цих заходів буде визначений Сторонами на їхній першій нараді після проведення першого наукового огляду.

(3) Кожна Сторона забезпечує, щоб за період з 1 липня 1993 року по 30 червня 1994 року і за кожний наступний період дванадцяти місяців розрахунковий рівень споживання нею регульованих речовин групи I у Додатку А не перевищував щорічно вісімдесяти відсотків розрахункового рівня її споживання в 1986 році. Кожна Сторона, яка виробляє одну або декілька з цих речовин, за ті ж періоди забезпечує, щоб розрахунковий рівень виробництва нею цих речовин не перевищував щорічно вісімдесяти відсотків розрахункового рівня її виробництва в 1986 році.

Однак для задоволення основних внутрішніх потреб Сторін, діючих у рамках положень Статті 5, і для цілей раціоналізації розподілу промислового виробництва між Сторонами розрахунковий рівень її виробництва може перевищувати цю межу, але не більше ніж на десять відсотків від розрахункового рівня її виробництва в 1986 році.

(4) Кожна Сторона забезпечує, щоб за період з 1 липня 1998 року по 30 червня 1999 року і за кожний наступний період дванадцяти місяців розрахунковий рівень споживання нею регульованих речовин групи 1 у Додатку А не перевищував щорічно п'ятдесяти відсотків від розрахункового рівня її споживання в 1986 році. Кожна Сторона, яка виробляє одну або декілька з цих речовин, за ті ж періоди забезпечує, щоб розрахунковий рівень виробництва нею регульованих речовин не перевищував щорічно п'ятдесяти відсотків від розрахункового рівня її виробництва в 1986 році. Однак для задоволення основних внутрішніх потреб Сторін, діючих у рамках Статті 5, і

для цілей раціоналізації розподілу промислового виробництва між Сторонами її розрахунковий рівень виробництва може перевищувати цю межу, але не більше ніж на п'ятнадцять відсотків від розрахункового рівня її виробництва в 1986 році. Даний пункт застосовується в тому випадку, якщо Сторони не приймуть іншого рішення на одній із своїх нарад більшістю в дві третини присутніх і беручих участь у голосуванні Сторін, які представляють не менше двох третин загального розрахункового рівня споживання Сторонами цих речовин. Це рішення розглядається і приймається в світлі оцінок, указаних у Статті 6.

(5) Будь-яка Сторона може в рамках будь-якого одиничного або кількох періодів регулювання передати будь-якій іншій Стороні будь-яку частину квоти свого розрахункового рівня виробництва, зазначеного в Статтях 2А та 2Е, за умов, що загальний сумарний розрахунковий рівень виробництва для цих Сторін в будь-якій групі речовин, які регулюються, не виходить за межі обмеження виробництва, яке встановлене цими Статтями для цієї групи речовин. Кожна Сторона, що приймає участь в цьому процесі, повідомляє секретаріат про таку передачу, заявляючи про умови та період, протягом якого діє така передача.

(пункт 5 статті 2 в редакції Протоколу від 29.06.90 р.)

(6) Будь-яка Сторона, яка не діє в рамках Статті 5 і має потужності для виробництва регульованих речовин, перелічених в Додатку А або Додатку В, що знаходяться у стадії будівництва або по яких прийняті контрактні зобов'язання до 16 вересня 1987 року та які передбачені національним законодавством до 1 січня 1987 року, може додати продукцію таких потужностей до свого базового рівня виробництва таких речовин в 1986 році з метою визначення свого розрахункового рівня виробництва в 1986 році, за умови, що будівництво таких потужностей буде завершено до 31 грудня 1990 року і таке виробництво не призведе до збільшення щорічного споживання регульованих речовин цією Стороною понад 0,5 кілограма на душу населення.

(пункт 6 статті 2 із змінами, внесеними згідно з Протоколом від 29.06.90 р.)

(7) Повідомлення про будь-яку передачу виробництва згідно з пунктом (5) або будь-якому збільшенні виробництва згідно з пунктом (6) направляється секретаріату не пізніше моменту такої передачі.

(8) а) Будь-які Сторони, які є державами - членами регіональних організацій з економічної інтеграції згідно з визначенням у пункті (6) Статті 1 Конвенції, можуть постановити, що вони спільно виконують свої зобов'язання щодо споживання в рамках цієї Статті та Статей 2А - 2Е, за умови, що їх спільний сумарний розрахунковий рівень споживання не перевищує рівнів, зазначених у цій Статті;

(пункт 8а) статті 2 із змінами, внесеними згідно з Протоколом від 29.06.90 р.)

б) Сторони будь-якої такої угоди повідомляють секретаріату про умови такої угоди до дати скорочення споживання, що є предметом угоди;

с) така угода набуває чинності лише в тому випадку, якщо всі держави - члени цієї регіональної організації з економічної інтеграції і сама регіональна організація є Сторонами Протоколу і повідомили секретаріат про те, яким чином вони забезпечують його виконання.

(9) а) На основі оцінок, які проводяться згідно зі Статтею 6, Сторони можуть прийняти рішення, чи слід:

(і) забезпечити корегування розрахункових коефіцієнтів озоноруйнівної спроможності, вказаних у Додатку А та/або Додаток В, і якщо так, то яку; і

(пункт 9а) і) статті 2 із змінами, внесеними згідно з Протоколом від 29.06.90 р.)

(іі) чи слід проводити подальше корегування і скорочення виробництва або споживання регульованих речовин у порівнянні з рівнями 1986 року, і якщо так, то в яких масштабах, обсягах і в які строки в порівнянні з рівнями 1986 року;

(пункт 9а) іі) статті 2 із змінами, внесеними згідно з Протоколом від 29.06.90 р.)

б) пропозиції про таке корегування повідомляються Сторонам секретаріатом принаймні за шість місяців до початку наради Сторін, на якій вони представляються до затвердження;

с) приймаючи такі рішення, Сторони докладають усіх зусиль для досягнення домовленості шляхом консенсусу. Якщо, незважаючи на вжиття всіх зусиль з метою досягнення консенсусу, угоди все ж таки не досягнуто, рішення приймаються, як крайній захід, більшістю в дві третини присутніх і беручих участь у голосуванні Сторін, що представляють більшість Сторін, які діють в рамках пункту 1 Статті 5, що присутні та приймають участь в голосуванні, та більшість Сторін, які не діють в рамках цього пункту, що присутні та приймають участь в голосуванні;

(пункт 9с) статті 2 із змінами, внесеними згідно з Протоколом від 29.06.90 р.)

д) рішення, які є обов'язковими для всіх Сторін, негайно повідомляються Сторонам депозитарієм. Якщо в рішеннях не обумовлюється інше, рішення набувають чинності по закінченні шести місяців, починаючи з дати розповсюдження повідомлень депозитарієм.

(10) На основі оцінок, які проводяться згідно зі Статтею 6, і згідно з процедурою, викладеною в [Статті 9](#) Конвенції, Сторони можуть прийняти рішення:

(i) чи слід будь-які речовини і, якщо так, то які, внести в будь-які додатки до цього Протоколу або вилучити з них; і

(ii) про механізм, масштаби і строки вжиття заходів регулювання стосовно означених речовин;

Пункт 10b) виключено

(згідно з Протоколом від 29.06.90 р., у зв'язку з цим пункт 10а) вважати пунктом 10)

(11) Незважаючи на положення, що містяться в цій Статті та Статті 2А - 2Е, Сторони можуть вживати більш суворі заходи у порівнянні із заходами, яких вимагає ця Стаття та Статті 2А - 2Е.

(пункт 11 статті 2 із змінами, внесеними згідно з Протоколом від 29.06.90 р.)

Стаття 2С: Інші повністю галогенізовані ХФВ

1. Кожна Сторона забезпечує, щоб за період дванадцяти місяців, який починається 1 січня 1993 року, та за кожний наступний період дванадцяти місяців щорічний розрахунковий рівень споживання нею речовин, які регулюються, включених до групи I в Додатку В, не перевищував восьмидесяти відсотків від розрахункового рівня її споживання в 1989 році. Кожна сторона, що виробляє одну або кілька із цих речовин, за той же період забезпечує, щоб щорічний розрахунковий рівень її виробництва цих речовин не перевищував восьмидесяти відсотків від розрахункового рівня її виробництва в 1989 році. Однак, для задоволення головних внутрішніх потреб Сторін, що діють в рамках пункту 1 Статті 5, розрахунковий рівень їх виробництва може перевищувати цю межу, але не більше, ніж на десять відсотків від розрахункового рівня їх виробництва в 1989 році.

2. Кожна Сторона забезпечує, щоб за період дванадцяти місяців, що починається з 1 січня 1997 року, та за кожний наступний період дванадцяти місяців щорічний розрахунковий рівень споживання нею речовин, які регулюються, включених до групи I в Додатку В, не перевищував п'ятнадцяти відсотків від розрахункового рівня її споживання в 1989 році. Кожна Сторона, що виробляє одну або кілька цих речовин, за ті ж періоди забезпечує, щоб щорічний розрахунковий рівень виробництва нею цих речовин не перевищував п'ятнадцяти відсотків від розрахункового рівня її виробництва в 1989 році. Однак, для задоволення головних внутрішніх потреб Сторін, які діють в рамках пункту 1 Статті 5, розрахунковий рівень їх виробництва може перевищувати цю межу, але не більше, ніж на десять відсотків від розрахункового рівня їх виробництва в 1989 році.

3. Кожна Сторона забезпечує, щоб за період дванадцяти місяців, що починається 1 січня 2000 року, та за кожний наступний період дванадцяти місяців, розрахунковий рівень споживання нею речовин, які регулюються, що

включені до групи I в Додатку В, не перевищував нульового рівня. Кожна Сторона, що виробляє одну або кілька із цих речовин, за той же період забезпечує, щоб розрахунковий рівень виробництва нею цих речовин не перевищував нульового рівня. Однак, для задоволення головних внутрішніх потреб Сторін, що діють в рамках пункту 1 Статті 5, розрахунковий рівень їх виробництва може перевищувати цю межу, але не більше, ніж на п'ятнадцять відсотків від розрахункового рівня їх виробництва в 1989 році.

(Протокол доповнено статтею 2С згідно з Протоколом від 29.06.90 р.)

Стаття 2D: Тетрахлорметан

1. Кожна Сторона забезпечує, щоб за період дванадцяти місяців, який починається 1 січня 1995 року, та за кожний наступний період дванадцяти місяців щорічний розрахунковий рівень споживання нею речовини, яка регулюється, включеної до групи II в Додатку В, не перевищував п'ятнадцяти відсотків від розрахункового рівня її споживання в 1989 році. Кожна Сторона, що виробляє цю речовину, за ті ж періоди забезпечує, щоб щорічний розрахунковий рівень виробництва нею цієї речовини не перевищував п'ятнадцяти відсотків від розрахункового рівня її виробництва в 1989 році.

Однак, для задоволення головних внутрішніх потреб Сторін, що діють в рамках пункту 1 Статті 5, розрахунковий рівень її виробництва може перевищувати цю межу, але не більше, ніж на десять відсотків від розрахункового рівня її виробництва в 1989 році.

2. Кожна Сторона забезпечує, щоб за період дванадцяти місяців, який починається 1 січня 2000 року, та за кожний наступний період дванадцяти місяців розрахунковий рівень споживання нею речовини, яка регулюється і включена до групи II в Додатку В, не перевищував нульового рівня. Кожна Сторона, яка виробляє цю речовину, за ті ж періоди забезпечує, щоб розрахунковий рівень виробництва нею цих речовин не перевищував нульового рівня. Однак, для задоволення головних внутрішніх потреб Сторін, що діють в рамках пункту 1 Статті 5, розрахунковий рівень її виробництва може

перевищувати цю межу, але не більше, ніж на п'ятнадцять відсотків від розрахункового рівня її виробництва в 1989 році.

(Протокол доповнено статтею 2D згідно з Протоколом від 29.06.90 р.)

Стаття 2E: 1,1,1 - трихлоретан (метилхлороформ)

1. Кожна Сторона забезпечує, щоб за період дванадцяти місяців, який починається 1 січня 1993 року, та за кожний наступний період дванадцяти місяців щорічний розрахунковий рівень споживання нею речовини, яка регулюється, включеної до групи III в Додатку В, не перевищував розрахункового рівня її споживання в 1989 році. Кожна Сторона, яка виробляє цю речовину, за ті ж періоди забезпечує, щоб щорічний розрахунковий рівень її виробництва цієї речовини не перевищував розрахункового рівня її виробництва в 1989 році. Однак, для задоволення головних внутрішніх потреб Сторін, що діють в рамках пункту 1 Статті 5, розрахунковий рівень виробництва нею може перевищувати цю межу, але не більше, ніж на десять відсотків від розрахункового рівня її виробництва в 1989 році.

2. Кожна Сторона забезпечує, щоб за період дванадцяти місяців, який починається 1 січня 1995 року, та за кожний наступний період щорічний розрахунковий рівень споживання нею речовин, які регулюються, включених до групи III в Додатку В, не перевищував семидесяти відсотків від розрахункового рівня її споживання в 1989 році. Кожна Сторона, яка виробляє цю речовину, за ті ж періоди забезпечує, щоб щорічний розрахунковий рівень її виробництва цієї речовини не перевищував семидесяти відсотків від розрахункового рівня її споживання в 1989 році. Однак, для задоволення головних внутрішніх потреб Сторін, які діють в рамках пункту 1 Статті 5, розрахунковий рівень її виробництва може перевищувати цю межу, але не більше, ніж на десять відсотків від розрахункового рівня її виробництва в 1989 році.

3. Кожна Сторона забезпечує, щоб за період дванадцяти місяців, який починається 1 січня 2000 року, та за кожний наступний період щорічний розрахунковий рівень споживання нею речовини, яка регулюється, включеної

до групи III в Додатку В, не перевищував тридцяти відсотків від розрахункового рівня її споживання в 1989 році. Кожна Сторона, яка виробляє цю речовину, за ті ж періоди забезпечує, щоб щорічний розрахунковий рівень виробництва нею цієї речовини не перевищував тридцяти відсотків від розрахункового рівня її виробництва в 1989 році. Однак, для задоволення головних внутрішніх потреб Сторін, які діють в рамках пункту 1 Статті 5, розрахунковий рівень її виробництва може перевищувати цю межу, але не більше, ніж на десять відсотків від розрахункового рівня її виробництва в 1989 році.

4. Кожна Сторона забезпечує, щоб за період дванадцяти місяців, який починається 1 січня 2005 року, та за кожний наступний період дванадцяти місяців щорічний розрахунковий рівень споживання нею речовини, яка регулюється, включеної до групи III в Додатку В, не перевищував нульового рівня. Кожна Сторона, що виробляє цю речовину, за ті ж періоди забезпечує, щоб розрахунковий рівень виробництва нею цієї речовини не перевищував нульового рівня. Однак, для задоволення головних внутрішніх потреб Сторін, що діють в рамках пункту 1 Статті 5, розрахунковий рівень її виробництва може перевищувати цю межу, але не більше, ніж на п'ятнадцять відсотків від розрахункового рівня виробництва в 1989 році.

5. В 1992 році Сторони розглянуть можливість прискорення графіка скорочень в порівнянні з тим, який передбачений цією Статтею.

(Протокол доповнено статтею 2Е згідно з Протоколом від 29.06.90 р.)

Стаття 3

Розрахунок регульованих рівнів

Для цілей Статей 2, 2А - 2Е і 5 кожна Сторона для кожної групи речовин у Додатку А або Додатку В визначає свої розрахункові рівні:

а) виробництва шляхом:

(і) множення свого річного виробництва кожної регульованої речовини на показник озоноруйнівної здатності, вказаної для нього в Додатку А або Додатку В; і

(ii) підсумовування одержаних показників по кожній групі;

b) відповідно імпорту та експорту, застосовуючи *mutatis mutandis*, процедуру, визначену в підпункті а);

с) споживання регульованих речовин шляхом підсумовування своїх розрахункових рівнів виробництва та імпорту і віднімання свого розрахункового рівня експорту, що визначені згідно з підпунктами а) і b). Однак, починаючи з 1 січня 1993 року, експорт регульованих речовин у країни, які не є Сторонами, не підлягає вирахуванню при обчисленні рівня споживання Сторони, що експортує.

(стаття 3 із змінами, внесеними згідно з Протоколом від 29.06.90 р.)

Стаття 4

Регулювання торгівлі з державами, які не є Сторонами

(1) Починаючи з 1 січня 1990 року кожна Сторона забороняє імпорт речовин, які регулюються, перелічених в Додатку А, із будь-якої держави, яка не є Стороною цього Протоколу.

1 біс. Протягом одного року після дати набрання чинності цього пункту кожна Сторона забороняє імпорт речовин, які регулюються, перелічених в Додатку В, із будь-якої держави, яка не є Стороною цього Протоколу.

(пункт 1 статті 4 в редакції Протоколу від 29.06.90 р.)

(2) Починаючи з 1 січня 1993 року кожна Сторона забороняє експорт будь-яких речовин, які регулюються, перелічених в Додатку А, до будь-якої держави, що не є Стороною цього Протоколу.

2 біс. По закінченні одного року від дати набрання чинності цього пункту кожна Сторона забороняє експорт будь-яких речовин, які регулюються, перелічених в Додатку В, до будь-якої держави, що не є Стороною цього Протоколу.

(пункт 2 статті 4 в редакції Протоколу від 29.06.90 р.)

(3) До 1 січня 1992 року Сторони згідно із положеннями, передбаченими в [Статті 10](#) Конвенції, підготують у вигляді додатка перелік продуктів, що містять речовини, які регулюються, перелічені в Додатку А. Сторони, які не

висловили заперечень проти цього додатка, згідно із зазначеними процедурами в межах одного року після набрання чинності цього додатка забороняють імпорт таких продуктів із будь-якої держави, що не є Стороною цього Протоколу.

3 біс. В межах трьох років від дати набрання чинності цього пункту Сторони згідно із процедурами, встановленими в Статті 10 Конвенції, складають як додаток перелік продуктів, що вміщують речовини, які регулюються, включені до додатка В. Сторони, які не висловили заперечень проти цього додатка, згідно з цими процедурами забороняють в межах одного року з моменту набрання чинності цього додатка імпорт цих продуктів із будь-якої держави, що не є Стороною цього Протоколу.

(пункт 3 статті 4 в редакції Протоколу від 29.06.90 р.)

(4) До 1 січня 1994 року Сторони визначають практичну можливість заборони або обмеження імпорту продуктів, що виробляються на основі речовин, які регулюються, перелічених в Додатку А, але які не вміщують їх, із держав, що не є Сторонами цього Протоколу. Сторони, якщо вони вважатимуть це за можливе, згідно з процедурами, зазначеними в Статті 10 Конвенції, готують у вигляді додатка список таких речовин. Сторони, які не висловили проти нього заперечень згідно із зазначеними процедурами, забороняють в межах одного року після набрання чинності додатка імпорт таких продуктів із будь-якої держави, яка не є Стороною цього Протоколу.

4 біс. В межах п'яти років від дати набрання чинності цього пункту Сторони визначають практичну можливість заборони або обмеження імпорту продуктів, що виробляються на основі речовин, перелічених в Додатку В, які регулюються, але не вміщують їх, із держав, що є Сторонами цього Протоколу. Сторони, якщо вони вважатимуть це за можливе, згідно із процедурами, зазначеними в Статті 10 Конвенції, готують у вигляді додатка список таких речовин. Сторони, які не висловили заперечень проти нього, згідно із зазначеними процедурами забороняють або обмежують в межах одного року

після набрання чинності додатка імпорт таких продуктів із будь-якої держави, що не є Стороною цього Протоколу.

(пункт 4 статті 4 в редакції Протоколу від 29.06.90 р.)

(5) Кожна Сторона зобов'язується по можливості не заохочувати експорт до будь-якої держави, що не є Стороною цього Протоколу, технології для виробництва та використання речовин, які регулюються.

(пункт 5 статті 4 в редакції Протоколу від 29.06.90 р.)

(6) Кожна Сторона утримується від надання державам, що не є Сторонами цього Протоколу, нових субсидій, допомоги, кредитів, гарантій або програм страхування для експорту продуктів, обладнання, установок або технології, які сприяли б виробництву регульованих речовин.

(7) Пункти (5) і (6) не застосовуються до продуктів, обладнання, установок або технологій, які сприяють безпечному зберіганню, утилізації, рециркуляції або знищенню регульованих речовин, прискорюють пошук альтернативних речовин, або іншим чином сприяють скороченню викидів регульованих речовин.

8. Незважаючи на положення цієї Статті, імпорт, про який іде мова в пунктах 1, 1 біс, 3, 3 біс, 4 та 4 біс, та експорт, про який іде мова в пунктах 2 та 2 біс, можуть бути дозволені із будь-якої держави, що не є Стороною цього Протоколу, або до будь-якої такої держави, якщо Нарада Сторін визначає, що ця держава повністю виконує положення Статті 2, Статей 2А - 2Е та цієї Статті, та якщо вона надала дані про це, як це встановлено в Статті 7.

(пункт 8 статті 4 в редакції Протоколу від 29.06.90 р.)

(9) Для цілей цієї Статті під терміном "держава, що не є Стороною цього Протоколу", розуміється у відношенні будь-якої конкретної речовини, яка регулюється, держава або регіональна організація з економічної інтеграції, які не погодились бути зв'язаними заходами регулювання, що діють у відношенні цієї речовини.

(статтю 4 доповнено пунктом 9 згідно з Протоколом від 29.06.90 р.)

Стаття 5 Особливе положення країн, що розвиваються

(1) Будь-яка Сторона, що є країною, яка розвивається, чий щорічний розрахунковий рівень споживання речовин, які регулюються, зазначених в Додатку А, складає менше 0,3 кілограма на душу населення на дату набрання чинності для неї Протоколу або в будь-який наступний період до 1 січня 1999 року, має право з метою задоволення своїх головних внутрішніх потреб відстрочити на десять років дотримання заходів регулювання, передбачених в Статтях 2А - 2Е.

(2) Однак, будь-яка Сторона, яка діє в рамках пункту 1 цієї Статті, не повинна перевищувати ні розрахункового рівня споживання речовин, які регулюються, зазначених в Додатку А, понад 0,3 кілограма на душу населення, ні щорічного розрахункового рівня споживання речовин, які регулюються, зазначених в Додатку В, понад 0,2 кілограма на душу населення.

(3) В випадку застосування заходів регулювання згідно із Статтями 2А - 2Е, будь-яка Сторона, що діє в рамках пункту 1 цієї Статті, має право використовувати:

а) для речовин, які регулюються, зазначених в Додатку А, або розрахунковий середньорічний рівень свого споживання за період з 1995 по 1997 рік включно, або розрахунковий рівень споживання в обсязі 0,3 кілограма на душу населення в залежності від того, який рівень є меншим, як основу для визначення критерія дотримання нею заходів регулювання;

б) для речовин, які регулюються, зазначених в Додатку В, або розрахунковий середньорічний рівень свого споживання за період з 1998 по 2000 рік включно, або розрахунковий рівень споживання в обсязі 0,2 кілограма на душу населення в залежності від того, який рівень є меншим, як основа для визначення критерія дотримання нею заходів регулювання.

(4) Якщо Сторона, яка діє в рамках пункту 1 цієї Статті, в будь-який момент до набрання чинності для неї зобов'язань по заходах регулювання, передбачених в Статтях 2А - 2Е, виявляє неможливість отримання достатньої кількості речовин, які регулюються, вона може повідомити про це секретаріат. Секретаріат негайно направляє примірник такого повідомлення Сторонам, які

розглядають це питання на наступній нараді та приймають рішення про належні заходи.

(5) Забезпечення здатності виконувати зобов'язання Сторін, які діють в рамках пункту 1 цієї Статті, із дотримання заходів регулювання, передбачених Статтями 2А - 2Е, та їх здійснення цими Сторонами буде залежати від ефективного здійснення фінансового співробітництва, передбаченого Статтею 10, та передачі технології, як це передбачено Статтею 10.

(6) Будь-яка Сторона, яка діє в рамках пункту 1 цієї Статті, може в будь-який момент повідомити в письмовій формі секретаріат про те, що, незважаючи на прийняття всіх практично можливих кроків, вона, однак, вважає себе не в змозі виконати будь-яке або всі зобов'язання із заходів регулювання, передбачених Статтями 2А - 2Е, у зв'язку з недостатньо точним виконанням Статті 10 та 10А.

Секретаріат негайно направляє примірник цього повідомлення Сторонам, які розглядають це питання на наступній Нараді з належним врахуванням пункту 5 цієї Статті та приймають рішення про необхідні заходи.

(7) В період між отриманням повідомлення та проведенням Нарادي Сторін, на якій повинні бути прийняті рішення про необхідні заходи, згадані в пункті 6 вище, або на будь-який наступний період до Сторони, яка повідомляє, за рішенням Нарادي Сторін не застосовуються процедури, пов'язані з недотриманням, про які говориться в Статті 8.

(8) Нарада Сторін не пізніше 1995 року проведе огляд положення Сторін, які діють в рамках пункту 1 цієї Статті, в тому числі ефективного здійснення фінансового співробітництва та передачу їм технології, та проведе будь-які перегляди, які можуть вважатися за необхідне у відношенні графіка заходів регулювання, що застосовуються до цих Сторін.

(9) Рішення Сторін, про які йдеться в пунктах 4, 6 та 7 цієї Статті, приймаються згідно з тією ж процедурою, яка розповсюджується на прийняття рішень в рамках Статті 10.

(стаття 5 в редакції Протоколу від 29.06.90 р.)

Стаття 6

Оцінка і огляд заходів регулювання

Починаючи з 1990 року і потім не рідше одного разу на чотири роки Сторони проводять оцінку заходів регулювання, що передбачаються в Статті 2, Статтях 2А - 2Е, а також положення з виробництвом, імпортом та експортом перехідних речовин групи I Додатка С, на основі наявної наукової, екологічної, технічної та економічної інформації. Не менше ніж за рік до проведення кожної оцінки Сторони скликають відповідні групи кваліфікованих експертів у згаданих сферах і визначають склад і коло ведення кожної такої групи. Протягом одного року з моменту свого скликання групи через секретаріат доводять свої висновки до відома Сторін.

(стаття 6 із змінами, внесеними згідно з Протоколом від 29.06.90 р.)

13. Розрахунок економічної ефективності

Мета економічного розрахунку полягає у визначенні вартості будівництва холодильника, вартості холодильного обладнання, витрат на використання енергії, витрат по оплаті праці виробничого персоналу, визначення амортизаційних відрахувань, визначення основних показників ефективності проекту фруктосховища.

При проектуванні фруктосховища виконуються наступні роботи:

- будівництво холодильника;
- будівництво компресорного цеху;
- вибір та придбання холодильного обладнання;
- укомплектування штату виробничого персоналу компресорного цеху;
- інше.

Реалізація проекту здійснюється без демонтажу старого обладнання і його реалізації, економічний ефект даного проекту полягає в зменшенні споживання електроенергії компресорним цехом, та менших капітальних затрат на реконструкцію в порівнянні з типовим проектом. Це досягається за рахунок малої встановленої потужності холодильної станції.

Вхідні дані

Підраховуємо проектне споживання електроенергії холодильним обладнанням компресорного цеху і камерним обладнанням, всі розрахунки заносимо до табл. 6.1.

Таблиця 6.1. Проектне споживання електроенергії

№	Найменування обладнання	К-ть, шт	P _н , кВт	P _{ел} , кВт	ΣP _{ел} , кВт	Рік, тис. кВт год
1	Компресор Bitzer CSH95113-320Y	3	277	157	471	932,58
2	Вентилятори ПО Goedhart VNS - 65507	50	0,88	0,84	42	151,2
3	Вентилятори ПО Goedhart VNS – 66457, VNS – 65457, VNS – 64457, VNS - 63457	100	0,88	0,54	54	194,4
4	Вентилятори ПО Goedhart VNS – 65357	10	0,25	0,19	1,9	6,84
5	Вентилятори кодесатора	15	3,0	2,39	35,85	77,44
6	Витяжний вентилятор КМ- цеху(робочий)	2	5,5	5	10	80
7	Приточний вентилятор КМ-цеху	1	5,5	5	5	40
8	Насос Grundfos TP 200-400/4	1	55	50	50	360
Річна витрата електроенергії						1842,46

Розрахунок капітальних витрат

Визначаємо капітальні витрати на реалізацію проекту:

$$K = B_{\text{пр}} + B_{\text{буд}} + B_{\text{обл}} - B_{\text{д-Л}},$$

де $B_{\text{п.р}}$ - витрати на проектні роботи (4-5% загальної кошторисної вартості об'єкта;

$B_{\text{буд}}$ - витрати на будівельні роботи;

$B_{\text{обл}}$ - витрати на придбання обладнання;

$B_{\text{т.з}}$ - транспортно-заготівельні витрати (транспортні 4-5%, заготівельні 1-1,25% від вартості обладнання);

$$B_{\text{ін}} := 0.02 \quad B_{\text{п.р}} := 0.05 \quad B_{\text{буд}} := 1 \quad B_{\text{обл}} := 1$$

$$B_{\text{т.з}} := 0.06 \quad B_{\text{н.р}} := 1 \quad B_{\text{т.у}} := 1 \quad B_{\text{м}} := 0.1$$

Розрахунок витрат на теплоізоляцію холодильника наведено в табл. 6.2.

Таблиця 6.2. Витрати на матеріали

№	Назва	Розмір- ність	Зовнішні і внутрішні стіни, перегородки, стеся (сандвіч)	Каркас з гарячекатаної сталі (покрівля, ферми, балки)	Двері відкат- ні, шт	Підло- га	Разом
1	Загальна вартість матеріалів	тис. грн.	5670,00	6678,00	996,00	2526,00	15870,0
2	Вартість монтажних робіт	тис. грн.	849,00	1002,00	150,00	378,00	2379,00
3	Загальна вартість	тис. грн.	6519,00	7680,00	1146,00	2904,00	18249,0

Розрахунок витрат на будівництво компресорного цеху наведено в табл. 6.3.

Таблиця 6.3. Вартість будівництва компресорного цеху

№	Назва	Розмір- ність	Сендвіч- панелі	Підлога	Покриття	Разом
1	Площа	м ²	345,6	288	288	-
2	Загальна вартість матеріалу	тис. грн..	261,00	195,00	114,00	570,00
3	Вартість монтажних робіт	тис. грн..	27,00	21,00	12,00	60,00
4	Загальна вартість	тис. грн..	288,00	216,00	126,00	630,00

Розрахунок витрат на придбання та монтаж обладнання наведено в табл. 6.4.

Таблиця 6.4. Витрати на придбання обладнання

№	Найменування обладнання	К-ть, шт	Витрата на одиницю обладнання, тис. грн			Загальна вартість, тис. грн
			Ціна обладнання	Монтаж обладнання	Тара і упаковка	
1	Bitzer CSH95113-320Y	3	1000,00	100	-	3300,00
2	KOAL-C-RF-PB105L3V-091H06D	3	450,00	45,00	-	1485,00
3	VNS - 65507	8	360,00	36,00	-	3168,00
4	VNS - 66457	8	390,00	39,00	-	3432,00
5	VNS - 65457	12	345,00	34,50	-	4554,00
6	VNS - 64457	2	300,00	30,00	-	660,00
7	VNS - 65357	2	240,00	24,00	-	528,00
8	VNS - 63457	10	240,00	24,00	-	2640,00
9	ONDA TBE – 872	1	255,00	25,50	-	280,50
10	Bitzer F1602N	1	37,20	3,72	-	40,92
11	Bitzer FS1122	1	19,20	1,92	-	21,12
12	Grundfos TP 200-400	2	405,00	40,50	-	891,00
13	Бак розширювач	1	6,00	0,6	-	6,60
14	R134A	150л	0,36	-	-	54,00
15	Пропіленгліколь	9000л	69,00	6,9	-	621,00
Разом						21682,14

Визначаємо витрати на проектні роботи в розмірі 5% від кошторисної вартості будівель холодильника і компресорного цеху, та вартості обладнання, його транспортування і монтажу:

$$B_{n.p.} = 0,05 \times (\sum B_{б\ddot{y}д.} + \sum B_{обл.}) = 0,05 \times (18879 + 21682,14) = 2028,06 \text{ тис. грн};$$

Розраховуємо інші витрати в розмірі 1,5% від загальних витрат:

$$B_{ін} = 0,015 \times (\sum B_{б\ddot{y}д.} + \sum B_{обл.}) = 0,015 \times (18879 + 21682,14) = 608,42 \text{ тис. грн};$$

Загальна сума капітальних затрат становитиме:

$$K = B_{n.p.} + \sum B_{б\ddot{y}д.} + \sum B_{обл.} + B_{ін} = 2028,06 + 18879 + 21682,14 + 608,42 = 43197,62 \text{ тис. грн};$$

Виробництво і використання енергії

Річне споживання електроенергії холодильником та компресорним відділенням холодильника становить $E_p = 1842,46 \times 10^3$ кВт год. Ціна за 1 кВт*год електроенергії становить $C_{ел} = 229,2$ коп/кВт год. Визначаємо витрати на споживання електричної енергії за проектними розрахунками:

$$B_{ел.p} = E_p \times C_{ел} = 1842,46 \times 2,292 = 4222,92 \text{ тис. грн};$$

Розрахунок витрати на оплату праці

Фонд основної заробітної плати робітників компресорного цеху наведено в табл. 6.5.

Таблиця 6.5. Фонд заробітної плати робітників

№	Професія	Розряд	Тарифна ставка, грн/год	Чисельність, чол	Місячний фонд	Річний фонд, грн..
1	Машиніст ХУ	III	30	3	14400	172800
2	Машиніст ХУ	IV	34,38	3	16500	198000
3	Слюсар ремонтник	II	31,25	1	5000	60000
Разом				7	35900	430800

Визначаємо додатковий фонд заробітної плати за формулою:

$$\Phi ЗП_{\text{доп}} = \Phi ЗП_{\text{осн}} \times Д = 430800 \times 0,15 = 64,62 \text{ тис.грн};$$

де Д - прийнятий коефіцієнт доплат (приймаємо Д = 15.%).

Розраховуємо повний фонд заробітної плати за формулою:

$$\Phi ЗП_{\text{пр}} = \Phi ЗП_{\text{осн}} + \Phi ЗП_{\text{доп}} = 430,8 + 64,62 = 495,42 \text{ тис.грн};$$

Визначаємо нарахування на заробітну плату за формулою:

$$НЗП_{\text{доп}} = \Phi ЗП_{\text{пр}} \times В = 495,42 \times 0,37 = 183,31 \text{ тис.грн};$$

де В - коефіцієнт нарахувань на заробітну плату (В=37,17%)

Витрату на оплату праці визначаємо за формулою:

$$В ОП_p = \Phi ЗП_{\text{пр}} + НЗП_{\text{доп}} = 495,42 + 183,31 = 678,73 \text{ тис.грн};$$

Фонд основної заробітної плати апарату управління наведено в табл. 6.6.

Таблиця 6.6. Фонд заробітної плати апарату управління

№	Професія	Посадовий оклад, грн.	Чисельність, чол	Місячний фонд	Річний фонд, грн..
1	Механік	6000	1	6000	72000
2	Начальник цеху	8000	1	8000	96000
Разом			2	14000	168000

Визначаємо додатковий фонд заробітної плати апарату управління за формулою:

$$\Phi ЗП_{\text{уд}} = \Phi ЗП_{\text{осн}} \times Д = 168000 \times 0,15 = 25,2 \text{ тис.грн};$$

де Д - прийнятий коефіцієнт доплат (приймаємо Д = 15.%).

Розраховуємо повний фонд заробітної плати апарату управління:

$$\Phi ЗП_{\text{пу}} = \Phi ЗП_{\text{осн}} + \Phi ЗП_{\text{уд}} = 168000 + 25200 = 193200 \text{ тис.грн}$$

Визначаємо нарахування на заробітну плату за формулою:

$$НЗП_{\text{пу}} = \Phi ЗП_{\text{пу}} \times В = 193200 \times 0,37 = 71,48 \text{ тис.грн};$$

де В - коефіцієнт нарахувань на заробітну плату (В=37,17%).

Витрату на оплату праці визначаємо за формулою:

$$В ОП_y = \Phi ЗП_{\text{пу}} + НЗП_{\text{пу}} = 193200 + 71480 = 264,68 \text{ тис.грн};$$

Загальні витрати на оплату праці по компресорному цеху визначаємо за формулою:

$$В ОП_{\text{заг}} = В ОП_p + В ОП_y = 678,73 + 264680 = 943,41 \text{ тис.грн};$$

Визначення амортизаційних відрахувань

Стаття амортизаційних відрахувань розраховується як елемент собівартості.

Приймаємо норми амортизаційних відрахувань:

- для основного обладнання - 22% від вартості обладнання;
- для будівель - 5% від вартості будівель.

Витрати на амортизацію будівель складають:

для холодильника:

$$A_{\text{хол}} = \sum B_{\text{хол}} \times 5\% = 18249 \times 5\% = 912,45 \text{ тис.грн};$$

для компресорного цеху:

$$A_{\text{ком}} = \sum B_{\text{ком}} \times 5\% = 630 \times 5\% = 31,5 \text{ тис.грн};$$

Витрати на амортизацію основного технологічного обладнання:

$$A_{\text{обл}} = \sum B_{\text{обл}} \times 22\% = 21682,14 \times 22\% = 4770,07 \text{ тис.грн};$$

Загальна сума амортизаційних витрат:

$$\sum A = A_{\text{хол}} + A_{\text{ком}} + A_{\text{обл}} = 912,45 + 31,5 + 4770,07 = 5714,02 \text{ тис.грн};$$

Визначення інших видів витрат

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

Витрати на поточний ремонт обладнання приймаємо 14% від амортизаційних відрахувань на обладнання:

$$B_{i.рем} = A_{обл} \times 14\% = 4770,07 \times 14\% = 667,81 \text{ тис.грн};$$

Пускові витрати приймаємо 2% від вартості обладнання:

$$B_{i.пуск} = \sum B_{обл} \times 2\% = 21682,14 \times 2\% = 433,64 \text{ тис.грн};$$

Інші витрати приймаємо 3% від загальної суми амортизаційних відрахувань:

$$B_{i.ін} = \sum A \times 3\% = 5714,02 \times 3\% = 171,42 \text{ тис.грн};$$

Загальна сума інших витрат складає:

$$\sum B_{i.} = B_{i.рем} + B_{i.пуск} + B_{i.ін} = 667,81 + 433,64 + 171,42 = 1272,87 \text{ тис.грн};$$

Визначення основних показників економічної ефективності проекту

Результати розрахунків проведених зводимо у таблицю собівартості (табл.6.7.).

Таблиця 6.7. Порівняльна таблиця собівартості

№	Статі витрат	Значення показників, тис.грн
1	Електроенергія	4222,92
2	Оплата праці	943,41
4	Амортизація	5714,02
5	Інші витрати	1272,87
Разом		12153,22

Собівартість експлуатації холодильного господарства становить $C = 12153,22 \text{ тис.грн};$. Прибуток холодильника, щодо виробництва пропонується проводитись плановою рентабельністю $R=20\%$.

Таким чином прибуток від реалізації буде становити:

$$\Delta\Pi = C \cdot R = 12153,22 \times 0,2 = 2430,64 \text{ тис.грн}$$

Чистий грошовий потік рівний:

$$ЧГП = (\Delta\Pi \times 0,77) + A = (2430,64 \times 0,77) + 5714,02 = 6694,6 \text{ тис.грн};$$

Термін служби проекту (життєвий цикл):

$$T_{сл} = \frac{100}{22} = 4,55 \approx 5;$$

Теперішня вартість за весь життєвий цикл проекту:

$$TB = \sum_{t=1}^5 \frac{ЧГП}{(1+P)^t} = \sum_{t=1}^5 \frac{16943,6}{(1+0,25)^t} = 45566,07 \text{ тис.грн}$$

Приймаємо дисконтну ставку НБУ $P=0,25$ (25%).

Чиста теперішня вартість:

$$ЧТВ = \sum TB - K = 45566,07 - 43197,62 = 2368,45 \text{ тис.грн};$$

Середньорічна теперішня вартість:

$$TB_{cp} = \frac{\sum TB}{t} = \frac{45566,07}{5} = 9113,21 \text{ тис.грн};$$

Дисконтний період повернення інвестицій (гарантований):

$$T_{\partial} = \frac{K}{TB_{cp}} = \frac{43197,62}{9113,21} = 4,74 \text{ року};$$

Індекс доходності визначається за формулою:

$$Д = \frac{\sum TB}{K} = \frac{45566,07}{43197,62} = 1,05;$$

Висновок: на основі проведених розрахунків робимо висновок, що проект доцільно та економічно вигідно впровадити. Термін окупності 4,74 року. Індекс доходності 1,05.

14. Охорона праці

Вступ

Впровадження сучасного обладнання із високим рівнем автоматизації дозволить зменшити рівень впливу шкідливих і небезпечних факторів на людину, підвищити ступінь безпеки його експлуатації й обслуговування та, таким чином, покращити умови праці обслуговуючого персоналу.

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

Умови праці

Санітарні вимоги до виробничих приміщень та розташування обладнання

Компресори і апарати фреонових холодильних установок розміщують в машинних відділеннях висотою не менше 3,5 м, а при продуктивності компресорів до 0,042 м³/с - висотою не менше 2,6м. Машинні відділення розташовують на будь-якому поверсі або в підвалі. Двері машинного відділення мають виходи назовні або в коридор, відділений дверима від інших та відкриваються в бік виходу.

У деяких випадках спеціальне машинне відділення фреонових холодильних установок не потрібно. Допускається розташувати ці установки разом з іншим технологічним обладнанням за умови, що в цьому приміщенні знаходиться персонал, який пройшов відповідний інструктаж, а кількість фреону в установці, у перерахунку на 1 м³ об'єму приміщення, не перевищує встановлених норм. В одному приміщенні з фреоновими установками забороняється розташовувати апарати і прилади з відкритим полум'ям або нагрітими зовнішніми поверхнями до температури 350°C. Установки розташовують на відстані не менше 1,5м від теплового обладнання і нагрівальних приладів.

У машинних відділеннях фреонових холодильних установках групи А слід передбачити проходи шириною не менше: 1,5 м між виступаючими частин машин і регулюючою станцією або електрощитами; їм між виступаючими частинами компресорів; 0,8 м між гладкою стіною і компресором (апаратом). Для фреонових установок групи Б ширина основного проходу не повинна бути менше 1,2 м ширина проходу між виступаючими частинами машин - не менше 1 м.

При машинному відділенні у відгородженому приміщенні передбачений пункт управління (ПУ).

Колективні та індивідуальні засоби захисту працюючих

Засоби захисту від небезпечних та шкідливих факторів виробництва поділяють на колективні й індивідуальні:

До засобів колективного захисту належать:

- технічні засоби безпеки, призначені для захисту людей від дії механічних факторів (огорожувальні, гальмівні та блокувальні пристрої, пристрої дистанційного керування, автоматичного контролю і сигналізації; запобіжні засоби та знаки безпеки);
- засоби нормалізації повітряного середовища приміщень і робочих місць (вентиляція, кондиціювання, опалення тощо);
- засоби нормалізації освітлення приміщень і робочих місць (джерела світла, освітлювальні прилади і т.д.);
- засоби захисту від іонізуючих, ультрафіолетових, інфрачервоних, електромагнітних лазерних та інших випромінювань (огороження, герметизація, автоматичний контроль і т. д.);
- засоби захисту від шуму і вібрації (звукоізоляція, віброізоляція, огороження тощо);
- засоби захисту від враження електричним струмом (захисне заземлення, занулення тощо).

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) призначені для убезпечення одного працюючого і можуть стосуватися як галузі техніки безпеки (наприклад, спеціальний одяг, взуття, шоломи, бронежилети, які захищають

від травм), так і до галузі виробничої санітарії (респіратори, протигази, спеціальні окуляри, маски, що захищають від шкідливих виробничих факторів).

Обидві категорії способів захисту передбачають запобігання чи зменшення впливу на працюючих шкідливих і небезпечних виробничих факторів. Засоби індивідуального захисту застосовуються в тому випадку, якщо безпеку роботи не можна забезпечити конструкцією і розміщенням устаткування, організацією робочого процесу, архітектурно-планувальними рішеннями, засобами колективного захисту і т.п.

У ст. 8 Закону України «Про охорону праці» зазначено, що «на роботах зі шкідливими і небезпечними умовами праці, в особливих температурних умовах, у забрудненому середовищі працівникам і службовцям безкоштовно видається спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту».

Засоби індивідуального захисту поділяються на основні та допоміжні. До основних засобів індивідуального захисту належать:

- 1) засоби захисту органів дихання (протигази, респіратори). Протигази за принципом дії поділяються на фільтруючі (ГП-4, ГП-7, ЕО-16) та ізолюючі (ІП-4, ІП-5, КІП-8, АСВ-2). Фільтруючі протигази забезпечують захист в умовах обмеженого вмісту шкідливих речовин. Їх не застосовують у випадку наявності у повітрі малої концентрації кисню. Ізолюючі протигази застосовують під час аварії та великих викидів шкідливих речовин в атмосферу. Респіратори застосовують для захисту організму від пилу, парів, аерозолів, шкідливих газів. Вони поділяються на протипилові (ШБ-1 «Лепесток»), протигазові (РПГ-67) та універсальні (РУ-60);
- 2) засоби захисту слуху від інтенсивного шуму – навушники та заглушки. Навушники знижують високочастотний шум на 40 дБ, а вушні заглушки, вкладиші – на 25 дБ;
- 3) засоби захисту очей – захищають очі від твердих частинок, бризок лугів і кислот, іскор, різних видів випромінювання. Для цього застосовують спеціальні окуляри, вибір яких залежить від виду робіт;
- 4) засоби захисту голови і обличчя (маски, щитки, капелюхи, каски,

шоломи) – захищають від падаючих предметів, стружки, інших фізичних і хімічних факторів. Маски, щитки і капелюхи використовуються при ремонтних цілях, каски – на завантажувально-розвантажувальних роботах загального призначення, а шоломи і сфери – на роботах спеціального призначення;

5) засоби захисту шкірного покриву (спеціальний одяг) – видаються працівникам для захисту тіла від забруднення, механічних впливів, води, кислот, лугів, підвищених або понижених температур, радіоактивних речовин, нафти, жирів, для захисту від біологічних факторів. Спеціальний одяг обирається відповідно до класифікації його захисних можливостей. Це можуть бути захисні костюми, куртки (бронезилети), комбінезони, халати, фартухи, плащі тощо;

6) засоби захисту ніг – спеціальне взуття, призначене для захисту від дії вібрації, іонізуючого випромінювання, статичної електрики тощо. Обирається залежно від його захисних можливостей. Для зовнішніх робіт під час холодного та перехідного періоду року використовується ва-ляне взуття, а для робіт з використанням кислот, лугів – гумові чоботи. Під час роботи у вогких, холодних умовах одягають утеплені гумові чоботи. До спецвзуття відносять також шкіряні та кирзові чоботи, напівчоботи (напівчеревики), бахіли тощо;

7) засоби захисту рук від механічних пошкоджень, опіків, холоду та інших небезпечних і шкідливих факторів (рукавиці, рукавички, напальники, дерматологічні засоби (мазі, креми)). Залежно від виду робіт матеріалом, з якого виготовлюють засоби захисту, може бути вовна, льон, шкіра, шкіряний замінник, гума тощо;

8) засоби запобігання враженню електричним струмом : діелектричні рукавички, боти, чоботи, калоші, виготовлені зі спеціальної діелектричної гуми.

Допоміжні захисні засоби призначенні для захисту персоналу від падіння з висоти (запобіжні пояси та страхові канати), для безпечного піднімання на висоту (драбини, кігті).

Основні причини виникнення травматизму на виробництві

Виділяють організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні і психофізіологічні причини травматизму.

До організаційних причин травматизму відносяться:

незадовільне функціонування, недосконалість або відсутність системи управління охороною праці;

недоліки під час навчання безпечним прийомам праці;

неякісна розробка, недосконалість інструкцій з охорони праці чи їх відсутність;

відсутність у посадових інструкціях функціональних обов'язків з питань охорони праці;

порушення режиму праці та відпочинку;

невикористання засобів індивідуального захисту через незабезпеченість ними;

виконання робіт з несправними засобами колективного захисту;

залучення до роботи працівників не за спеціальністю (професією);

порушення технологічного процесу;

порушення вимог безпеки під час експлуатації устаткування, машин, механізмів тощо;

порушення трудової і виробничої дисципліни;

незастосування засобів індивідуального й колективного захисту (за їх наявності);

невиконання вимог інструкцій з охорони праці.

До технічних причин травматизму належать:

несправність виробничого устаткування, механізмів, інструменту;

недосконалість технологічних процесів; конструктивні недоліки

устаткування, недосконалість або відсутність захисного огороження,

запобіжних пристроїв, засобів сигналізації та блокування.

Санітарно-гігієнічні причини:

підвищений (вище ГДК) вміст у повітрі робочих зон шкідливих речовин;

недостатнє чи нераціональне освітлення; підвищені рівні шуму, вібрації;

незадовільні мікрокліматичні умови; наявність різноманітних випромінювань вище допустимих значень; порушення правил особистої гігієни.

До психофізіологічних причин травматизму відносяться:

алкогольне, наркотичне сп'яніння, токсикологічне отруєння;

низька нервово-психічна стійкість;

незадовільні фізичні дані або стан здоров'я;

незадовільний «психологічний» клімат у колективі;

інші причини.

Така класифікація причин виробничого травматизму є досить умовною. Причинами виробничого травматизму та професійних захворювань, як показують результати розслідування, слід вважати групу взаємодіючих чинників, що пов'язані з організацією виробничої діяльності яка може спричиняти різний негативний вплив на організм людини. Здебільшого виробничі нещасні випадки та професійні захворювання носять не однопричинний, або багатопричинний характер.

Статистика свідчить про те, що більшість виробничих травм в межах держави скоюється через ігнорування та нехтування працюючими елементарних вимог правил і норм безпеки під час виконання робіт.

В процесі розслідування й аналізу нещасних випадків встановлено, що переважна більшість (до 80%) їх трапляється не з технічних чи технологічних причин, а через неправильну організацію праці та дію людського чинника.

Порядок розслідування нещасних випадків на виробництві

Розслідування проводиться у разі раптового погіршення стану здоров'я працівника або особи, яка забезпечує себе роботою самостійно, одержання ними поранення, травми, у тому числі внаслідок тілесних ушкоджень, заподіяних іншою особою, гострого професійного захворювання і гострого професійного та інших отруєнь, отримання теплового удару, опіку, обмороження, уразі утоплення, ураження електричним струмом, блискавкою та іонізуючим випромінюванням, одержання інших ушкоджень внаслідок аварії, пожежі, стихійного лиха (землетруси, зсуви, повені, урагани тощо), контакту з представниками тваринного і рослинного світу, що призвели до

втрати працівником працездатності на один робочий день чи більше або до необхідності переведення його на іншу (легшу) роботу не менш як на один робочий день, у разі зникнення працівника під час виконання ним трудових обов'язків, а також у разі смерті працівника на підприємстві (далі — нещасні випадки).

Про кожний нещасний випадок потерпілий або працівник, які його виявили, чи інша особа — свідок нещасного випадку повинні негайно повідомити безпосереднього керівника робіт чи іншу уповноважену особу підприємства і вжити заходів щодо надання необхідної допомоги потерпілому.

У разі настання нещасного випадку безпосередній керівник робіт (уповноважена особа підприємства) зобов'язаний:

- терміново організувати надання першої медичної допомоги потерпілому, забезпечити, у разі необхідності, його доставку до лікувально-профілактичного закладу;

- повідомити про те, що сталося, роботодавця, керівника первинної організації профспілки, членом якої є потерпілий, або уповноважену найманими працівниками особу з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки;

- зберегти до прибуття комісії з розслідування (комісії зі спеціального розслідування) нещасного випадку обстановку на робочому місці та устаткування в такому стані, у якому вони були на момент нещасного випадку (якщо це не загрожує життю чи здоров'ю інших працівників і не призведе до більш тяжких наслідків), а також вжити заходів щодо недопущення таких випадків.

Роботодавець, отримавши повідомлення про нещасний випадок, зобов'язаний негайно:

- 1) повідомити через засоби зв'язку про нещасний випадок:

- робочий орган виконавчої дирекції Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань за місцезнаходженням підприємства за встановленою Фондом формою;

— підприємство, де працює потерпілий, — якщо потерпілий є працівником іншого підприємства;

— органи державної пожежної охорони за місцезнаходженням підприємства — у разі нещасного випадку, що стався внаслідок пожежі;

2) утворити наказом комісію з розслідування нещасного випадку (далі — комісія) у складі не менш ніж три особи та організувати розслідування.

До складу комісії включаються керівник (спеціаліст) служби охорони праці або посадова особа, на яку роботодавцем покладено виконання функцій спеціаліста з питань охорони праці (голова комісії); керівник структурного підрозділу підприємства, на якому стався нещасний випадок; представник робочого органу виконавчої дирекції Фонду за місцезнаходженням підприємства (за згодою); представник первинної організації профспілки, членом якої є потерпілий або уповноважена найманими працівниками особа з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки, інші особи.

У разі настання нещасного випадку з тяжкими наслідками, у тому числі з можливою інвалідністю потерпілого, до складу комісії обов'язково включається представник робочого органу Фонду за місцезнаходженням підприємства.

До складу комісії не може входити керівник робіт, який безпосередньо відповідає за стан охорони праці на робочому місці, де стався нещасний випадок.

Комісія зобов'язана протягом трьох робочих днів з моменту її утворення:

обстежити місце настання нещасного випадку, одержати письмові пояснення потерпілого, якщо це можливо, опитати осіб - свідків нещасного випадку та причетних до нього осіб;

визначити відповідність умов праці та її безпеки вимогам законодавства про охорону праці;

з'ясувати обставини і причини настання нещасного випадку;

вивчити первинну медичну документацію (журнал реєстрації травматологічного пункту лікувально-профілактичного закладу, звернення

потерпілого до медичного пункту або медико-санітарної частини підприємства, амбулаторну картку та історію хвороби потерпілого, документацію відділу кадрів, відділу (служби) охорони праці тощо);

визначити, пов'язаний чи не пов'язаний нещасний випадок з виробництвом;

установити осіб, які допустили порушення вимог законодавства про охорону праці, а також розробити план заходів щодо запобігання подібним нещасним випадкам;

скласти у п'яти примірниках акт проведення розслідування нещасного випадку за формою Н-5 (далі - акт за формою Н-5) згідно з додатком 3 та акт про нещасний випадок, пов'язаний з виробництвом, за формою Н-1 (далі - акт за формою Н-1) згідно з додатком 4 (у разі, коли нещасний випадок визнано таким, що пов'язаний з виробництвом) і передати їх роботодавцеві для затвердження;

Склад і обов'язки комісії по розслідуванню нещасних випадків на виробництві

До складу комісії включаються керівник (спеціаліст) служби охорони праці або посадова особа, на яку роботодавцем покладено виконання функцій спеціаліста з питань охорони праці (голова комісії); керівник структурного підрозділу підприємства, на якому стався нещасний випадок; представник робочого органу виконавчої дирекції Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань за місцезнаходженням підприємства (за згодою); представник первинної організації профспілки, членом якої є потерпілий або уповноважена найманими працівниками особа з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки, інші особи.

У разі настання нещасного випадку з тяжкими наслідками, у тому числі з можливою інвалідністю потерпілого, до складу комісії обов'язково включається представник робочого органу Фонду за місцезнаходженням підприємства.

До складу комісії не може входити керівник робіт, який безпосередньо

відповідає за стан охорони праці на робочому місці, де стався нещасний випадок.

Комісія зобов'язана протягом трьох робочих днів з моменту її утворення:

обстежити місце настання нещасного випадку, одержати письмові пояснення потерпілого, якщо це можливо, опитати осіб - свідків нещасного випадку та причетних до нього осіб;

визначити відповідність умов праці та її безпеки вимогам законодавства про охорону праці;

з'ясувати обставини і причини настання нещасного випадку;

вивчити первинну медичну документацію (журнал реєстрації травматологічного пункту лікувально-профілактичного закладу, звернення потерпілого до медичного пункту або медико-санітарної частини підприємства, амбулаторну картку та історію хвороби потерпілого, документацію відділу кадрів, відділу (служби) охорони праці тощо);

визначити, пов'язаний чи не пов'язаний нещасний випадок з виробництвом;

установити осіб, які допустили порушення вимог законодавства про охорону праці, а також розробити план заходів щодо запобігання подібним нещасним випадкам;

скласти у п'яти примірниках акт проведення розслідування нещасного випадку за формою Н-5 (далі - акт за формою Н-5) згідно з додатком 3 та акт про нещасний випадок, пов'язаний з виробництвом, за формою Н-1 (далі - акт за формою Н-1) згідно з додатком 4 (у разі, коли нещасний випадок визнано таким, що пов'язаний з виробництвом) і передати їх роботодавцеві для затвердження;

скласти у разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння), пов'язаного з виробництвом, крім актів за формою Н-5 і Н-1, у шістьох примірниках картку обліку професійного захворювання (отруєння) за формою П-5 (далі - картка за формою П-5) згідно з додатком 5.

Акти за формою Н-5 і Н-1 підписуються головою та всіма членами

комісії. У разі незгоди із змістом акта член комісії підписує його з відміткою про наявність окремої думки, яку викладає письмово і додає до акта за формою Н-5 як його невід'ємну частину.

У випадках, зазначених у пункті 31 цього Порядку, або у разі виникнення потреби у проведенні лабораторних досліджень, експертизи, випробувань для встановлення обставин і причин настання нещасного випадку строк розслідування може бути продовжений за письмовим погодженням з територіальним органом Держгірпромнагляду за місцезнаходженням підприємства.

Облікові форми нещасних випадків на виробництві

Акт про нещасний випадок на виробництві за формою Н-1 складається у п'яти примірниках відповідно до проведення розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві і служить первинним документом для аналізу їх причин і розробки заходів щодо їх усунення.

В акті крім адресних даних про підприємство наводять відомості про потерпілого (п. 4—7); стаж роботи потерпілого на основній професії, а також професію, при виконанні якої виник нещасний випадок (п. 8); проходження потерпілим інструктажів, навчання та атестації (п. 9); точно вказують час виникнення події (п. 10); докладно описують обставини нещасного випадку (п. 11); причини нещасного випадку (п. 11.2); заходи по усуненню причин нещасного випадку (п. 12); наслідки нещасного випадку (п. 15), у тому числі матеріальні збитки.

Акт підписують керівник структурного підрозділу і бухгалтер відповідного підрозділу. Затверджує акт за формою Н-1 роботодавець.

При розслідуванні нещасних випадків методика описання обставин події наводиться в акті спеціального розслідування Н-5. Складається у 5 примірниках.

Спочатку визначають прізвище потерпілого, об'єкт (машину, підрозділ) роботи і трудову операцію, яку виконував потерпілий на момент події. Після цього наводиться коротка характеристика місця події, дії

потерпілого та інших осіб, що мають відношення до нещасного випадку, послідовність подій. Описують те, які обставини передували події, як відбувався технологічний процес, хто керував проведенням трудового процесу, що сталося з потерпілим. Описують машину, обладнання або інструмент, вказують конкретно небезпечний чинник, дія якого призвела до нещасного випадку, а також умови праці, за яких виникла дія чинника на людину, визначають які саме були скоєні порушення правил і норм з охорони праці при експлуатації того чи іншого обладнання. Після наведеного описують характер травмування, його важкість, попередній діагноз і заходи, вжиті для надання першої допомоги.

При описуванні обставин нещасного випадку необхідно точно і правильно визначити дії потерпілого або інших осіб, внаслідок яких скоїлася подія. Для цього необхідно проаналізувати обставини і відповісти на такі запитання: в якому місці і де саме відбулася подія (обставини місця); для чого і з якою метою відбувалася дія (обставини мети); що стало причиною виникнення певних дій і чому вони відбувалися (обставини причин); як саме і яким чином виконувався трудовий процес (обставини способу дій); коли відбувалася дія (обставини часу).

Після закінчення періоду тимчасової непрацездатності або у разі смерті потерпілого внаслідок травми, одержаної під час нещасного випадку, роботодавець, який бере на облік нещасний випадок, або робочий орган виконавчої дирекції Фонду (у разі, коли нещасний випадок стався з фізичною особою - підприємцем чи особою, що забезпечує себе роботою самостійно) складає повідомлення про наслідки нещасного випадку за формою Н-2 (далі - повідомлення за формою Н-2) і надсилає його в 10-денний строк організаціям і особам, яким надсилалися акти за формою Н-5 і Н-1, а у разі смерті потерпілого внаслідок раніше отриманих травм або інших ушкоджень терміново подає письмове повідомлення про нещасний випадок установам, організаціям, яким надсилалися акти за формою Н-5 і Н-1.

У разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння), пов'язаного з виробництвом, крім актів за формою Н-5 і Н-1, складається у

шістьох примірниках картку обліку професійного захворювання (отруєння) за формою П-5.

За результатами розслідування комісія складає акт проведення розслідування причин виникнення хронічного професійного захворювання за формою П-4. Акт за формою П-4 є документом, в якому зазначаються основні умови, обставини і причини виникнення професійного захворювання, заходи щодо запобігання розвитку професійного захворювання та забезпечення нормалізації умов праці, а також встановлюються особи, які не виконали відповідні вимоги законодавства про охорону праці і про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення. Акт за формою П-4 складається протягом трьох днів після закінчення розслідування у шести примірниках і разом з матеріалами розслідування зберігається на підприємстві, в закладі державної санітарно-епідеміологічної служби та робочому органі виконавчої дирекції Фонду протягом 45 років, а в інших організаціях - не менше строку, передбаченого для вжиття визначених у ньому профілактичних заходів.

Примірники актів за формою Н-5 і Н-1 (у разі, коли нещасний випадок визнано таким, що пов'язаний з виробництвом), примірник картки за формою П-5 (у разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння) разом з матеріалами розслідування зберігаються на підприємстві протягом 45 років, у разі реорганізації підприємства передаються його правонаступникові, який бере на облік нещасний випадок, а у разі ліквідації підприємства - до державного архіву.

У робочому органі виконавчої дирекції Фонду примірники актів за формою Н-5 і Н-1 (у разі, коли нещасний випадок визнано таким, що пов'язаний з виробництвом), примірник картки за формою П-5 (у разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння) зберігаються протягом 45 років.

Основні методи аналізу причин травматизму. Коефіцієнти травматизму

Аналіз виробничого травматизму та профзахворюваності дозволяє виявити причини і визначити закономірності їх виникнення. На основі такої

інформації розробляються заходи щодо запобігання виробничому травматизму і профзахворюваності.

Для вивчення причин виробничого травматизму і професійних захворювань, використовують:

Технічний;

Груповий;

Топографічний;

Монографічний;

Статистичний методи.

Технічний метод дослідження використовується у тих випадках, коли необхідно встановити ступінь небезпечних та шкідливих виробничих чинників (рівень шуму, загазованості, горючості, випромінювання, параметри виробничого середовища та ін), що дає підстави для впровадження необхідних заходів та засобів безпеки.

Груповий метод встановлює ступінь повторюваності нещасних випадків. Метод характеризується вивченням великої кількості нещасних випадків на одному конкретному об'єкті. Цим методом переважно користуються науково – дослідні інститути з проблем охорони праці для складання правил та норм з технічної безпеки.

Топографічний метод аналізу причин виробничого травматизму полягає у тому, що на плані підприємства графічно зображуються місця, де трапилися нещасні випадки. Виявлення концентрації нещасних випадків на окремих місцях спонукає роботодавців до більш ретельного обстеження таких ділянок для з'ясування обставин і причин виникнення негативних подій.

Монографічний метод аналізу причин виробничого травматизму передбачає детальне обстеження окремого об'єкта, що експлуатується, проектується або будується, особливості потенційних небезпек і які вони можуть спричинити наслідки, вразі їх реалізації в небажану подію. Цим методом передбачають наскільки ймовірні і серйозні можуть бути нещасні випадки. Результати монографічного аналізу можуть використовуватися при

проектуванні нових підприємств або реконструкції існуючих, що дає можливість найбільш повно і точно врахувати запобіжні заходи в проектній документації.

Статистичний метод аналізу офіційно застосовується для вивчення та обміну виробничого травматизму й професійних захворювань. Цей метод базується на вивченні матеріалів реєстрації та обліку нещасних випадків на виробництві за формою Н-1. Для цього методу застосовуються відносні показники (коефіцієнти) – частоти, тяжкості й загальних втрат.

Коефіцієнт частоти травматизму визначається за формулою:

$$K_{ч.т.} = N * 1000 / Ч$$

де N — кількість врахованих нещасних випадків на виробництві за звітний період з утратою працездатності на один і більше днів;

Ч — середньооблікова чисельність працівників за звітний період часу.

Даний показник визначається на 1000 осіб облікової чисельності працівників.

Коефіцієнт тяжкості травматизму обчислюється за формулою:

$$K_{т.т.} = Д / N$$

де Д — сума днів непрацездатності по всіх нещасних випадках;

N — загальна кількість нещасних випадків.

Коефіцієнт виробничих витрат визначається за формулою:

$$K_{в.в.} = K_{ч.т.} * K_{т.т.} = N * 1000 / Ч * Д / N = Д * 1000 / Ч$$

Показник частоти випадків захворюваності (Іч.в) та днів непрацездатності (Іг.д) визначається на 100 працівників:

$$Іч.в = Б / Ч * 100, Іг.д = Д / Ч * 100$$

де Б — кількість випадків захворювань;

Д — число днів захворювань за звітний період;

Ч — середньооблікова чисельність працівників у звітному періоді.

Показник середньої тривалості одного випадку захворювання (Пд.з) (показник тяжкості захворюваності) обчислюється за формулою:

$$Пдз = Д / Б$$

де Д — кількість днів тимчасової непрацездатності;

Б — кількість випадків захворювань.

Заходи попередження травматизму

Заходи щодо попередження травматизму та захворювання працівників на виробництві поділяються на:

- технічні;
- санітарно-виробничі;
- медико-профілактичні;
- організаційні.

До технічних заходів належать:

- модернізація технологічного, підйомно-транспортного обладнання;
- перепланування розміщення обладнання;
- впровадження автоматичного та дистанційного керування виробничим обладнанням.

Санітарно-виробничі заходи включають:

- придбання або виготовлення пристроїв, які захищають працівників від дії електромагнітних випромінювань, пилу, газів, шуму тощо;
- влаштування нових і реконструкцію діючих вентиляційних систем, систем опалення, кондиціонування;
- реконструкцію та переобладнання душових, гардеробних тощо.

До медико-профілактичних заходів відносяться:

- придбання молока, засобів миття та знешкодження шкідливих впливів;
- організація профілактичних медичних оглядів;
- організація лікувально-профілактичного харчування.

До організаційних заходів належать:

- проведення навчання та інструктаж з охорони праці, виробничої санітарії, пожежної безпеки. Застосування комп'ютерних методів прикладного й інструментального забезпечення значно підвищує якість навчального процесу, використовуючи необхідну інформацію з ресурсів мережі Internet, правові системи «Ліга» та ін.;

- робота з професійного відбору;

- здійснення контролю за дотриманням працівниками вимог інструкцій з

охорони праці.

Статистика свідчить про те, що більшість усіх нещасних випадків соціально зумовлені або є наслідком психофізіологічних якостей і особистісних особливостей персоналу, який здійснює трудову діяльність, а причиною травматизму виступають небезпечні дії працівників. При цьому людський фактор у безпеці праці стає переважно визначальним.

Соціальні та особистісні фактори впливу на охорону праці охоплюють широке коло питань, форм і методів роботи. Врахування індивідуальних особистісних відмінностей має велике значення для формування трудових колективів (бригад, змін). Розуміння закономірностей взаємодії людей, ролі особистісних якостей і відмінностей дає можливість створювати трудові колективи з урахуванням здатності кожного працівника розв'язувати суперечності та їх загострення, уникати конфліктів, гармонізувати життя і спілкування на роботі, формувати сприятливий психологічний клімат, виробити в колективі єдину установку на додержання заходів безпеки.

Саме у формуванні у працівників правильних працезахоронних стосунків, поглядів, переконань та психологічних установок, у руйнуванні помилкових стереотипів поведінки шляхом впливу на якості особистості закладено резерв зниження рівня травматизму.

Список використаної літератури

1. *Б.К. Явнель. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха.* – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 223 с., ил. – (Учебники и учеб. пособия для техникумов).
2. *Б.К. Явнель. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха.* – 1-е изд. – М.: Агропромиздат, 1972. – 348 с., ил. – (Учебники и учеб. пособия для техникумов).
3. *Н.Д. Кочетков. Холодильная техника.* – “Машиностроение”, Москва, 1966.
4. *И.Г. Чумак, Д.Г. Никульшина. Холодильные установки.* – Проектирование: Учеб. Пособие для вузов. – К.: Выща шк.. Головное изд-во, 1988. – 280 с., 97 ил. – Библиогр.: 44 назв.
5. *Сірий, Шестеренко.* – Проектирование: Учеб. Пособие для вузов. – К.: Выща шк.. Головное изд-во, 1988. – 280 с., 97 ил. – Библиогр.: 44 назв.
6. Методичні вказівки для виконання СРС “Прогнозування і оцінка хімічної обстановки на хімічно небезпечних об’єктах” – К.: УДУХТ, 1995.
7. *Курылёв Е.С., Герасимов Н.А. Холодильные установки. Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Холодильные и компрессорные машины и установки».* - Л.: Машиностроение, 1980. - 622 с.
8. *Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин: Учебное пособие / Под ред. Кошкина Н.Н.* – Л.: Машиностроение, 1976.- 464с.
9. *Ужанский В.С. Автоматизация холодильных машин и установок.*– М.: Пищевая пром-сть, 1973.