

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Кафедра холодильних установок і кондиціонування повітря



ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

на тему: Проект системи охолодження для невеликого
фермерського господарства у м. Білгород-Дністровськ

Здобувача

Таряник Є.І.

4 курсу

ЕН-141 групи

Керівник

д.т.н, проф. Хмельнюк М.Г.

Консультанти:

д.т.н, проф. Хмельнюк М.Г.

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від

31.05.2024 р.

протокол № 12

Завідувач кафедри ХУКП

Михайло ХМЕЛЬНЮК

Одеса - 2024 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	Низькотемпературної техніки та інженерної механіки
Кафедра	Холодильних установок і кондиціонування повітря
Ступінь вищої освіти	Бакалавр
Спеціальність	142 Енергетичне машинобудування
Освітня програма	Холодильні машини, установки і кондиціонування повітря

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри д.т.н., проф. Хмельнюк М.Г.

«05» березня 2024 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Таряник Євгеній Ігорович

1. Тема роботи Проект системи охолодження для невеликого фермерського господарства у м. Білгород-Дністровськ

Затверджена наказом ОНТУ від 31.08.2023 р. наказ № 487-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи 31.05.2024 р.

3. Вихідні дані роботи

Система охолодження для невеликого фермерського господарства, призначеного для зберігання плодоовочевої продукції, розташованого у Одеській області м. Білгород-Дністровський, з орієнтованою місткістю 200 тон. Будівля холодильника одноповерхова з висотою камер 5 м, камера ро-змірами 6x12 м. У 2-х камерах з температурним режимом 0°C, передбачається тривале зберігання плодоовочевої продукції. В якості холодильного агента буде прийнято холодильний агент R134a.

4. Перелік питань, які потрібно розробити

Реферат, Вступ, 1. Постановка завдань проекту, 2. Об'єктно-планувальні рішення.

3. Розрахунок теплової ізоляції. 4. Розрахунок теплопритоків в камерах.

5. Тепловий розрахунок компресора. 6. Розрахунок повітроохолоджувача.

7. Розрахунок повітряного конденсатора. 8. Розрахунок трубопроводів і підбір допоміжного обладнання. 9. Охорона праці. Список використаної літератури,

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Презентація PowerPoint.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	д.т.н., проф. Хмельнюк М.Г.	17.05.2024	22.05.2024

7. Дата видачі завдання _____ 05.03.2024 р.

Керівник _____ Хмельнюк М.Г.

Завдання прийняв до виконання _____ Таряник Є.І.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Реферат	30.05-31.05.2024	виконано
2	Вступ	17.03-20.03.2024	виконано
3	Постановка завдань проєкту	20.04-25.04.2024	виконано
4	Об'єктно-планувальні рішення	26.04-30.04.2024	виконано
5	Розрахунок теплової ізоляції	01.05-04.05.2024	виконано
6	Розрахунок теплопритоків в камерах	05.05-10.05.2024	виконано
7	Тепловий розрахунок компресора	12.05-15.05.2024	виконано
8	Розрахунок повітроохолоджувача	16.05-17.05.2024	виконано
9	Розрахунок повітряного конденсатора	20.05-23.05.2024	виконано
10	Розрахунок трубопроводів і підбір допоміжного обладнання	20.05-23.05.2024	виконано
11	Охорона праці	17.05-22.05.2024	виконано
12	Список використаної літератури	23.05-24.05.2024	виконано
13	Підготовка графічної частини кваліфікаційної роботи	23.05-30.05.2024	виконано

Здобувач-дипломник _____ Таряник Є.І.

Керівник роботи _____ Хмельнюк М.Г.

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач-дипломник _____ Таряник Євгеній Ігорович _____

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна роботаскладається з: 82 сторінок тексту, 13 рисунків, 14 таблиць, 11 посилань на літературні джерела.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка системи охолодження для невеликого фермерського господарства, призначеного для зберігання плодоовочевої продукції, розташованого у Одеській області м. Білгород-Дністровський, з орієнтованою місткістю 200 тон.

Будівля холодильника одноповерхова з висотою камер 5 м, камера розмірами 6x12 м. У 2-х камерах з температурним режимом 0°C, передбачається тривале зберігання плодоовочевої продукції. Між камерами розташований вантажний коридор, який сполучає автомобільну платформу.

В якості холодильного агента був прийнятий хладон R134a. Система холодопостачання спроектованого холодильника – централізована. Підбрано теплоізоляційну конструкцію на основі ПСБ-С, і, виходячи з повного завантаження камер, розраховано сумарні теплопритоки. За цими даними та проведеним тепловим розрахунком підібрані компресорні агрегати фірми Bitzer, теплообмінні апарати фірми Alfa-Laval.

Ключові слова: фермерське господарство, холодильний технологічний комплекс, система охолодження.

SUMMARY

The qualification work consists of: 82 pages of text, 13 figures, 14 tables, 11 references to literary sources. The purpose of this qualification work is to develop a cooling system for a small farm intended for storing fruit and vegetable products, located in the Odesa region in Bilhorod-Dnistrovskyi, with an estimated capacity of 200 tonnes.

The refrigerator building is one-storey with a chamber height of 5 m, the chamber measures 6x12 m. In 2 chambers with a temperature regime of 0°C, long-term storage of fruit and vegetable products is envisaged. There is a cargo corridor between the chambers, which connects the truck platform.

R134a was used as the refrigerant. The refrigeration system of the designed refrigerator is centralised. The thermal insulation structure based on PSB-C was selected, and the total heat inflows were calculated based on the chamber load. Based on these data and the thermal calculation, compressor units by Bitzer and heat exchangers by Alfa-Laval were selected.

Key words: farm, refrigeration technological complex, cooling system.

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		4

ЗМІСТ

	Стор.
РЕФЕРАТ	4
ВСТУП	6
1 ПОСТАНОВКА ЗАВДАНЬ ПРОЄКТУ	8
2 ОБ'ЄКТНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ	14
3 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ ІЗОЛЯЦІЇ	15
3.1 Розрахунок товщини тепло ізоляції зовнішніх стін	18
3.2 Розрахунок товщини тепло ізоляції покриття	18
3.3 Розрахунок товщини тепло ізоляції внутрішньої стінки	18
3.4 Розрахунок товщини тепло ізоляції підлоги	19
3.5 Визначення товщини параізоляційного матеріалу	19
4 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОПРИТОКІВ В КАМЕРАХ	22
4.1 Теплопритоки від різниці температури	22
4.2 Теплопритоки від вантажів	25
4.3 Теплопритоки при вентиляції	26
4.4 Експлуатаційні теплопритоки	27
4.4.1 Розрахунок теплопритоків від електричного освітлення	27
4.4.2 Розрахунок теплопритоків від електричних двигунів	28
4.4.3 Розрахунок теплопритоків від працюючих людей	28
4.4.4 Розрахунок теплопритоків від відкривання дверей	28
4.5 Теплопритоки від фруктів і овочів в результаті дихання	29
5 ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК КОМПРЕСОРА	31
5.1.1 Тепловий розрахунок компресора	31
6 РОЗРАХУНОК ПОВІТРООХОЛОДЖУВАЧА	36
7 РОЗРАХУНОК ПОВІТРЯНОГО КОНДЕНСАТОРА	43
8 РОЗРАХУНОК ТРУБОПРОВОДІВ І ПІДБІР ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ	49
9 ОХОРОНА ПРАЦІ	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	82

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>			
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив		Таряник Е.І.			<i>Проект системи охолодження для невеликого фермерського господарства у м. Білгород- Дністровськ</i>	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Хмельнюк М.Г.					5	82
Н. Контр.		Хмельнюк М.Г.			<i>ОНТУ гр. ЕН-141</i>			
Затвердив								

ВСТУП

Холодильне обладнання з'явилося в житті людини відносно недавно. Звичайно, ще кілька тисячоліть тому наші предки використовували як холодильного обладнання (холодильних складів) льоху і різні пристосування, де температура була значно нижче, ніж температура навколишнього середовища. Поява першої холодильної установки в 1850 році призвело до того, що винахідники почали замислюватися про створення холодильних камер для промислового застосування. Холодильне обладнання у промислових масштабах веде точку відліку з 1857 року, однак перші холодильні установки були недосконали.

Холодильні камери другої половини 19 століття були не вигідні для масового використання. Холодильне обладнання стало користуватися популярністю у споживачів з 1927 року, коли була випущена перша побутова модель холодильника. Фреон в технологічному процесі роботи холодильного обладнання почав застосовуватися з 1930 року. Холодильні камери стали переможно крокувати по світу. Статистичні дані говорять про те, що 98% споживачів (сімей) США в шістдесяті роки минулого століття мали вдома холодильне обладнання або морозильні камери. У нашій країні кількість сімей - щасливих володарів холодильників або холодильних камер склало всього лише близько 5%.

З початком масового виробництва холодильного обладнання, в тому числі холодильних камер для промислового застосування, з'явився попит на фахівців, які займаються експлуатацією та обслуговуванням холодильних установок. Холодильне обладнання у промислових масштабах застосовується повсюдно: холодильні установки для шокової заморозки стоять на всіх великих підприємствах, які займаються випуском напівфабрикатів: пельменів, котлет, млинчиків і пр. Справжні холодильні склади, величезні за площею, зберігають тонни напівфабрикатів і бистропортящих продуктів. Шокова заморозка в холодильному обладнанні дозволяє миттєво заморожувати воду в продуктах, утворюючи кристали, тим саамам холодильні камери шокового заморожування зупиняють процес розмноження бактерій, сприяю збереження поживних речовин і мікроелементів.

Холодильні камери на виробництві випускаються провідними виробниками холодильного обладнання в світі, є також бездоганні, різні за варіативному рішенням холодильні установки - вітрини для зберігання продуктів. Спеціальний склад скла на зовнішній поверхні холодильника, застосування пластика, використовуваного для харчових цілей, робить такі холодильні вітрини (холодильне обладнання) популярними в торгових залах маркетів і підприємств громадського харчування. Холодильні склади оснащують оптові продуктові бази, їх створення і було обумовлено необхідністю зберігати величезну кількість замороженої продукції протягом тривалого періоду часу. Холодильні установки складаються з випарника і компресора, хладагента, конденсату і терморегулюючого вентиля.

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		6

У більшості холодильних установках передача тепла заснована на конденсації і випаровуванні. Холодильна установка працює за рахунок безперервного циклу хладагента в системі, що і створює необхідний діапазон температур для зберігання продуктів в холодильних камерах і на холодильних складах. Холодильні склади обслуговуються майстрами за ремонти великого холодильного обладнання постійно. Основна причина поломки холодильного обладнання - витік фреону, який є холодоагентом. Майстри завжди діагностують поломки, що відбулися на холодильних складах або неполадки роботи холодильного устаткування. Відомо, що холодильне обладнання класифікується як компресійне, абсорбція, термоелектричне холодильне устаткування і холодильні установки з вихровим охолоджувачем.

Яблука, що закладаються на зберігання, повинні бути не нижчими від 2-го товарного сорту за ГОСТ 21122, 1-го товарного сорту за ГОСТ 16270 або за ГОСТ 27572. Яблука, що закладаються на тривале зберігання, повинні відповідати додатковим вимогам, зазначеним у додатку 1.

Стан знімної зрілості при збиранні визначають за сукупністю наступних ознак:

- 1) легкість відокремлення плода від плодушки;
- 2) забарвлення шкірки плодів;
- 3) ступінь побуріння насіння;
- 4) ступінь гідролізу крохмалю в плодах по йод-крохмальній пробі;
- 5) вік плодів, що визначається від масового цвітіння до збирання та (або) за сумою активних (вище 5 °С) температур за цей період.

Конкретні значення цих ознак набувають за нормативно-технічною документацією, затвердженою в установленому порядку для відповідної зони (району, місця) вирощування.

Після закінчення завантаження яблук температуру повітря в камері не більше ніж за 2 доби доводять до нормативних значень, якщо інші значення цієї температури не встановлені в нормативно-технічній документації, затвердженій у встановленому порядку для відповідної зони (району, місця) вирощування (наприклад, у республіканських) при цьому допускається зміна температури повітря в камері в діапазоні не більше 2°С.

Режим зберігання, встановлений для кожного сорту помологічного, крім Джонатан і Джонаред, - постійний протягом всього періоду зберігання. Для сортів Джонатан і Джонаред та протягом першого місяця з дня виходу камери на заданий режим температура повітря в камері повинна бути 2-4°С, другого місяця 1-3°С, наступних місяців зберігання 0-2°С.

Відносна вологість повітря у камері має бути 90-95%. За відносну вологість повітря в камері приймається середнє арифметичне результатів визначень, одержаних у контрольних точках у кожному циклі вимірювань.

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		7

1 ПОСТАНОВКА ЗАВДАНЬ ПРОЄКТУ

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка системи охолодження для невеликого фермерського господарства, призначеного для зберігання плодово-овочевої продукції, розташованого у Одеській області м. Білгород-Дністровський, з орієнтованою місткістю 200 тон.

Виділений майданчик для будівництва проектованого об'єкту знаходиться в промисловій зоні міста і розміри її дозволяють в перспективі розмістити тут склади продтоварів і промтоварів.

Рельєф майданчика вимагає великого об'єму планувальних робіт. Під'їзний залізничний шлях присутній.

Будівля фруктосховища одноповерхова з висотою камер 5 м, камера розмірами 6 x 12 м. У 2-х камерах з температурним режимом 0°C, передбачається тривале зберігання плодово-овочевої продукції. Між камерами розташований вантажний коридор, який сполучає автомобільну платформу.

Проектом передбачається використання на навантажувально-розвантажувальних роботах електронавантажувачів.

В даний час повітряне охолодження вважається найбільш досконалою системою устаткування холодильних камер для охолоджених і заморожених вантажів. Широке використання повітряного охолодження – доцільно унаслідок значних змін характеру вантажів, що зберігаються, способу їх упаковки, вдосконалення конструкцій повітроохолоджувачів. Повна автоматизація роботи і відтайка повітроохолоджувачів різко понизила трудомісткість їх обслуговування. Автоматичну відтайку повітроохолоджувачів можна виробляти досить часто, а це дозволило підвищити міру оребрення труб, що охолоджували, і вагу повітроохолоджувачів. Характерним для повітроохолоджувачів сучасних конструкцій є значне зниження енергетичних витрат на їх роботу завдяки оптимізації теплообмінної поверхні. Зменшення потужності електродвигунів повітроохолоджувачів знижують вплив теплового еквіваленту на режим зберігання вантажів.

Вживання кожухотрубних конденсаторів з оборотною системою водопо-стачання дозволяє економити на експлуатаційних витратах. Холодильники — це підприємства, в яких здійснюється охолодження, заморожування і зберігання продуктів у охоложеному або замороженому стані. Холодильники споруджують у вигляді окремих одноповерхових і багатоповерхових будівель. Будівлі холодильників мають у плані прямокутну, а іноді квадратну форму. У будівлях прямокутної форми ширший фронт вантажно-розвантажувальних робіт.

Багатоповерхові холодильники із залізобетонним каркасом мають пристінні

					КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6	Лист
						8
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

колони і безбалочні міжповерхові перекриття з допустимим навантаженням на підлогу від 1 до 2 т/м². На одноповерхових холодильниках таке навантаження становить 4 т/м². Будівництво одноповерхових холодильників має низку переваг перед багатоповерховими: коштує на 7—8 % дешевше, здійснюється вдвічі швидше, затрати металу і цементу на 8—10 % менші. Висота одноповерхових холодильників може бути до 7—7,5 м. На деяких сучасних одноповерхових холодильниках покрівля виконана у вигляді ванни з водою. Така конструкція покрівлі дозволяє затримувати до 90 % сонячного тепла, що знижує витрату холоду.

Оперативно-складські приміщення холодильника

До оперативно-складських приміщень холодильників відносять: камери для зберігання продуктів, що не потребують заморожування; морозильні камери і дефростер; камеру для дефектних товарів; фасовочні; камери для зберігання фасованих товарів. Для приймання і відпускання вантажів слугують експедиції, залізничні й автомобільні платформи. Експедиції розміщують головним чином у центрі камер для зберігання товарів. На великих холодильниках улаштовують закриті залізничні і авторефрижераторні платформи (дебаркадери), які оснащують холодильним обладнанням і використовують для короткотермінового зберігання швидкопсувних продуктів і виконання операцій з приймання, сортування і відпускання товарів. Двері на холодильниках переважно стулчасті. Для створення термоізолюючого повітряного прошарку біля дверей холодильних камер роблять тамбури. У дверей камер і воріт дебаркадерів можуть улаштовуватись повітряні завіси, що створюються вентилятором з дифузором, які при відкриванні дверей автоматично включаються.

Основною частиною холодильника є холодильні камери — ізольовані приміщення без вікон, в яких встановлено охолоджувальне обладнання, що підтримує певний температурний режим. Камери також обладнані стелажми, вішалками, гаками, підвісними шляхами.

При плануванні приміщень основну увагу звертають на їх правильне розташування. Виробничі і підсобні приміщення повинні блокуватися для скорочення площі будівель; зниження вартості будівництва. Блокування повинно забезпечити поточність технологічних процесів і вантажних потоків, санітарно-гігієнічні умови і виконання протипожежних вимог. Дуже важливо при поверховому розміщенні врахувати температуру кожного з приміщень. У підвальних приміщеннях з підлогами, розміщеними на ґрунті, розташовують камери для зберігання охолоджених вантажів при температурі не нижче від 0°C.

На першому поверсі (за наявності підвалу) розміщують морозильні камери, приміщення для приймання, підготовки до зберігання і видачі продуктів, а

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		9

також камери для зберігання дефектних вантажів. На другому, третьому та інших поверхах розташовують камери зберігання морожених вантажів.

Дефростер — це спеціальна камера холодильника, яка має опалення і підсилену циркуляцію повітря. У дефростері відбувається повільне розморожування м'яса, риби й отеплення деяких продуктів (яєць, фруктів, ягід тощо). При повільному розморожуванні м'ясо, риба краще зберігають свою первинну якість. Отеплення продуктів перед вивантаженням з холодильника запобігає їх поверхневому зволоженню, яке виникає за різкої зміни температури навколишнього повітря.

Карантинна камера для короткотермінового зберігання дефектних товарів розміщується ізольовано.

Приміщення для фасування товарів у багатоповерхових холодильниках можуть займати підвальный, перший і другий поверхи. До них примикають камери для зберігання фасованих товарів.

Адміністративно-побутові і підсобно-технічні приміщення розміщують в одній будівлі з оперативно-складськими. До оперативно-складських приміщень можуть примикати кімнати для експедиторів і товарознавців. У деяких холодильниках великої місткості (до 10 000 т) адміністративно-побутові приміщення розташовані в окремому корпусі.

Машинне відділення холодильника розміщують ближче до блоку охолоджувальних камер. Воно має тільки один вихід назовні з дверима, що відкриваються в бік виходу. Над приміщенням машинного відділення і холодильними камерами з безпосереднім випаровуванням аміаку, а також суміжних з ними приміщеннями не можна розташовувати кімнати, в яких перебувають люди.

Плодоовочесховища бувають стаціонарного типу (склади-будівлі) і тимчасового (бурти і траншеї). Плоди зберігають тільки в стаціонарних спорудах. Сховища стаціонарного типу для овочів і плодів класифікують за спеціалізацією, місткістю, ступенем заглиблення в землю і наявністю огорожувальних пристроїв. До спеціалізованих складів відносять овочесховища і фруктосховища; до вузькоспеціалізованих — сховища для картоплі, капусти, цибулі тощо.

Спеціалізовані і вузькоспеціалізовані сховища можуть бути малої місткості — до 500 т, середньої місткості — від 500 до 2 тис. т, великої місткості — понад 2 тис. т. Великі плодоовочеві бази (на 40—80 тис. т), як правило, є універсальними і призначаються не тільки для зберігання картоплі, овочів, фруктів, а й для квасіння, соління овочів, маринування, фасування продуктів, виробництва різних плодоовочевих готових виробів.

Будівлі плодоовочесховищ бувають наземні і заземлені. Заземлені сховища порівняно з наземними більш зручні для підтримання необхідної температури.

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		10

ри, вологості і виконання завантажувальних операцій безпосередньо із залізничних вагонів або автомашин через люки.

Флодоовочесховища можуть бути не охолоджувані і охолоджувані (з природними або штучними джерелами холоду).

Сучасні стаціонарні сховища для овочів і плодів споруджуються зі збірного залізобетону і цегли. Сітка колон у сховищах береться 6х6 або 6 х 9 м. Для спорудження фундаментів застосовуються залізобетонні балки, стін — залізобетонні панелі з термоізоляцією, покриттів — збірний залізобетон з термоізоляцією. У сховищах з доброю теплоізоляцією забезпечується краще регулювання температури, вологості повітря і запобігається конденсації водяних парів із внутрішнього боку покрівлі.

У будівлях сховищ розміщуються оперативні і деякі обслуговуючі приміщення. Адміністративно-побутові і допоміжні приміщення розташовуються переважно в ізольованих будівлях. Перелік оперативних приміщень залежить від спеціалізації, місткості сховищ, характеру й обсягу виконуваних операцій. У великих фруктосховищах є експедиції, камери для зберігання свіжих продуктів, приміщення для охолодження, дозрівання й дефростації фруктів. У таких сховищах з одного боку будівлі передбачається критий залізничний дебаркадер, а з другого — закрита й утеплена автомобільна платформа.

До підсобно-технічних приміщень охолоджуваних сховищ належать: машинне відділення з компресорними установками, котельня, вентиляційна камера тощо. У сховищах використовується повітряне охолодження за допомогою повітроохолоджувачів і розсільно-батареї.

Найбільш досконалою вентиляцією для зберігання є активна, або притоковитяжна, при якій чисте повітря за допомогою електровентиляторів подається всередину сховища та продувається через товщу продукту. Попередньо це повітря може доводитися спеціальними пристроями до потрібної температури і вологості. Застосування активної вентиляції знижує втрати картоплі з 10—15 до 5—6%, дозволяє збільшити висоту завантаження від 1,4—1,6 до 3 м.

Застосування контейнерів для зберігання картоплі, овочів і плодів сприяє механізації завантаження, транспортування до місць зберігання й всередині сховищ, калібрування, сортування і подавання продуктів для навантаження на автомашини.

Для зберігання картоплі й овочів використовуються також склади тимчасового типу: бурти і траншеї. Бурти влаштовуються на сухих, підвищених місцях, де не збираються атмосферні опади і ґрунтові води проходять на відстані не менш як 14 м від поверхні землі. У землі роблять заглиблення завдовжки 15—20 м, завширшки 1,7—2 м і завглибшки 0,2 м. Бурти розміщують з ура-

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		11

хуванням напрямку вітру, для того щоб у зимовий період вони менше охолоджувались.

Яблука й овочі укладаються в котлован висотою до 1,1 м і вкриваються зверху теплоізоляційними матеріалами: соломною, землею, тирсою, торфом, комишем. Для вентиляції в буртах установлюють притокові і витяжні труби. Притокові труби встановлюють горизонтально вздовж усього котловану, а витяжні труби — вертикально через кожні 4 м в центральній частині бурту. Вертикальні труби мають висоту 2,5 м і решітчасту конструкцію, що підвищує інтенсивність вентиляції. При зберіганні картоплі в буртах повинна підтримуватись температура від 1 до 3°C. Уздовж бурта з обох боків прокладають водостоківі канавки.

Траншеї для зберігання картоплі й овочів мають більш глибокі котловани, ніж бурти. Для траншеї підбирають ділянку з глибоким заляганням ґрунтових вод — не менш як 3 м від поверхні землі. Глибина траншеї 0,6—1,2 м, довжина 10—15 м, ширина 1—1,5 м. Для термоізоляції використовують соломую і землю, які укладаються загальним шаром (0,6 м) залежно від зниження температури навколишнього повітря. На відміну від буртів, у траншеях не встановлюють вентиляційні труби.

Сховища для олії. Олія зберігається у спеціально обладнаних сховищах. На ділянці сховища олії (рис. 5.10) розташовуються під'їзні залізничні й автомобільні шляхи, естакади з пристроями для наливання і зливання олії з цистерн, приймальні баки, насосна станція, резервуари для зберігання олії, приміщення для розливання олії в металеві бочки і автоцистерни, складські приміщення для зберігання олії в бочках, пункти для санітарно-гігієнічної обробки і ремонту цистерн, бочок тощо.

Резервуари зберігання олії можуть бути малої (менше ніж 5 тис. м³), середньої (5—20 тис. м³) і великої місткості (понад 20 тис. м³). Резервуари є важливою спорудою сховищ, їхня місткість у межах 400 т, а кількість залежить від асортименту олії, добового обсягу вантажообігу, коефіцієнта використання місткості баків. Баки можуть бути наземні, заземлені і підземні (для олії з температурою застигання не вище - 10°C).

Кожний бак оснащується двотрубним пристроєм для зливання і наливання, пристроєм для розігрівання олії, покажчиком рівня, повітряним патрубком. Бак має два люки-лази. Нижній розташований у основи бака і використовується для механічного очищення, мийки, огляду і ремонту внутрішніх частин і обладнання. Верхній лаз — на даху, до нього ведуть спіральні сходи. Корпус і дах для захисту від сонячних променів і корозії покривають алюмінієвою фарбою. Для усунення впливу температурних коливань, поліпшення планування території трубопроводи прокладають під землею.

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		12

Недалеко від баків розташоване окреме роздаточне приміщення, в якому відбувається відпуск олії в автоцистерни і бочки. У роздаточному приміщенні є один або кілька баків, автоматичні дозатори для олії, транспортери для переміщення порожніх і наповнених бочок, товарні ваги для зважування масла в бочках та ваги зі спеціальним баком, через який заливають олію в автоцистерни. Спочатку олія надходить за допомогою насосів із баків (резервуарів) у роздаточний бак місткістю до 40 м³, а потім самопливом або за допомогою насосів надходить через автоматичні дозатори в бочки.

Біля роздаточного приміщення розміщується склад для зберігання олії в бочках. Укладання і виймання бочок зі штабелів відбувається електротельфером зі спеціальним затискачем. Для переміщення бочок використовують автотрантажувачі, електрокари, бочко-підйомники і ручні візки.

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		13

2 О'ЄКТНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ

Вибір об'ємно планувального вирішення холодильника залежить від призначення підприємства і схеми технологічного процесу. Розраховуємо вантажний об'єм камер схову.

$$V_{zp} = \frac{E}{q_v} \quad (2.1)$$

$$F_{zp} = \frac{V_{zp}}{h_{zp}} \quad (2.2)$$

$$F_{cmp} = \frac{F_{zp}}{\beta_f} \quad (2.3)$$

де V_{zp} - вантажний об'єм камер, м³;
 E - ємність камер, т;
 q_v - норма завантаження яблук в дерев'яних ящиках, т/м³;
 F_{zp} - вантажна площа, м;
 h_{zp} - вантажна висота камер, м;
 F_{cmp} - будівельна площа, м²;
 β_f - коефіцієнт використання будівельної площі.
 $\beta_f = 0,8$

$$V_{zp} = \frac{200}{0,4} = 500 \text{ м}^3;$$

$$F_{zp} = \frac{571}{3,6} = 138,8 \text{ м}^2;$$

$$F_{cmp} = \frac{138,8}{0,95} = 144 \text{ м}^2$$

Кількість будівельних прямокутників:

$$n = \frac{F_{cmp}}{f} = \frac{144}{72} = 2 \quad (2.4)$$

					КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6	Лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		14

3 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ ІЗОЛЯЦІЇ

Вибираємо будівельну конструкцію будівлі.

Приймаємо, що будівля холодильника каркасного типу, колони перетином 400х400мм. Будівельні балки односкілі завдовжки 12м.

Висота камер до низу балки 5м. Покриття плоске. Покрівельні плити - ребристі, завширшки 6м. Приймаємо, що зовнішні стіни і перегородки будівлі виконані з цеглини з утеплювачем з пінопласту марки ПСБ-С.

Необхідних значень коефіцієнтів теплопередачі і тепловіддачі для камер набуваємо залежно від середньорічної температури повітря в районі будівництва і характеристики камер.

Середньорічна температура повітря дорівнює 7,4°C. Система охолодження з помірною циркуляцією повітря. Температура в камерах 0 °С.

Розрахунки в даному розділі проводимо згідно літератури [1, 2].

Необхідну товщину ізоляційних конструкцій визначаємо по формулі:

$$\delta_{из} = \left[\frac{1}{k_n} - \left(\frac{1}{\alpha_n} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} \right) \right] \cdot \lambda_{из} \quad (3.1)$$

где k_i - нормативний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·К);

α_i , α_a - коефіцієнт тепловіддачі для зовнішнього повітря, стін і покриттів і тепловіддачі обгороджування, Вт/(м²·К);

δ_i , $\lambda_{из}$ - товщина і коефіцієнти теплопровідності окремих шарів огороження, м, Вт/(м·К).

Після розрахунку уточнюємо товщину теплоізоляційної конструкції, оскільки її споруджують з блоків, що стандартно виготовляються, мають свої розміри. Дійсна товщина ізоляційної конструкції має бути не менш потрібною. Після уточнення товщини ізоляційної конструкції дійсний коефіцієнт теплопередачі визначають по формулі:

$$k_n = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}} + \frac{1}{\alpha_n}} \quad (3.2)$$

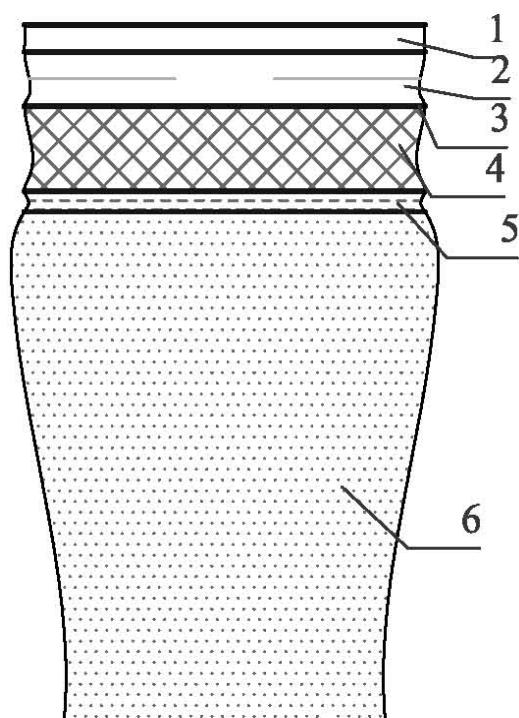
При цьому необхідно щоб:

$$k_o \leq k_n$$

									Лист
									15
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата					

3.1.4 Конструкція підлоги

1. Бетонне покриття з важкого бетону.
2. Армобетонна стяжка.
3. Пароізоляція (1 шар пергаміну).
4. Плитна теплоізоляція (пінопласт марки ПСБ –С).
5. Цементно – пісчаний розчин.
6. Ущільнений пісок.



Коефіцієнти теплопередачі зовнішніх стін холодильних камер $\kappa_{нс}$

$$\kappa_{нс} = 0,16 \cdot e^{0,022(40+t_0)} = 0,16 \cdot e^{0,022(40+5)} = 0,386 \text{ [Вт/(м}^2\text{К)]} \quad (3.1)$$

Для південної кліматичної зони значення $\kappa_{нс}$, варто зменшити на 20%.

$$\kappa_{нс} = 0,386 - 0,386 \cdot 0,2 = 0,309 \text{ [Вт/(м}^2\text{К)]} \quad (3.2)$$

Коефіцієнти теплопередачі покриттів холодильників, які не мають го-рищ,

$$\kappa_{он} = 0,95\kappa_{нс} = 0,95 \cdot 0,309 = 0,347 \text{ м [Вт/(м}^2\text{К)]} \quad (3.3)$$

Коефіцієнти теплопередачі внутрішніх стін і перегородок, що відокремлюють охолоджувані приміщення від неохолоджуваних, але неопалюваних

$$\kappa_{но} = 1,18\kappa_{нс} = 1,18 \cdot 0,294 = 0,347 \text{ [Вт/(м}^2\text{К)]} \quad (3.4)$$

Коефіцієнти теплопередачі внутрішніх стін, перегородок і межповерхових перекриттів між охолоджуваними приміщеннями

										Лист
										17
Зм.	Лист	№ документи	Підпис	Дата						

$$\delta_{uz} = \left[\frac{1}{K^n} - \left(\frac{1}{\alpha_n} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_k} \right) \right] \lambda_{uz}, =$$

$$= \left[\frac{1}{0.5} - \left(\frac{1}{7} + \frac{0.02}{0.98} + \frac{0.004}{0.3} + \frac{0.02}{0.93} + \frac{0.24}{0.81} + \frac{0.02}{0.98} + \frac{1}{7} \right) \right] \cdot 0.04 = 0.05_m \quad (3.9)$$

3.4 Розрахунок товщину теплоізоляційного шару підлоги

$$K^{пол} = K^{нс} = 0,309 [Вт/(м^2К)]$$

$$\delta_{uz} = \left[\frac{1}{K^{пол}} - \left(\frac{1}{\alpha_n} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_k} \right) \right] \lambda_{uz}, =$$

$$= \left[\frac{1}{0.309} - \left(\frac{1}{7} + \frac{0.04}{1.86} + \frac{0.08}{1.86} + \frac{0.001}{0.15} + \frac{0.025}{0.98} + \frac{0.03}{0.58} + \frac{1}{23} \right) \right] \cdot (0.15 \cdot 1.15) = 0.45_m \quad (3.10)$$

3.5 ВИЗНАЧЕННЯ ТОВЩИНИ ПАРОІЗОЛЯЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ

Зовнішні стіни

$$\delta_n = \delta_{uz} \frac{\mu_n}{\mu_{uz}} \left(\frac{m}{n} \frac{e^{b t_{ин} - c t_{ик}} - 1}{c(t_{ин} - t_{ик})} - 1 \right) = 0.09 \frac{0.345 \cdot 10^{-12}}{6.39 \cdot 10^{-12}} \left(\frac{630}{630} \frac{e^{0.0646 \cdot 8.604 - 0.0646 \cdot 4.306} - 1}{0.0646(7.26 - 0.488)} - 1 \right) = 0.00012_m, \quad (3.11)$$

де μ_n і μ_{uz} – коефіцієнти паропроникності пароізоляційного і теплоізоляційного матеріалів;

$t_{ин}$ – температура зовнішньої поверхні шару теплової ізоляції;

$t_{ив}$ – температура внутрішньої поверхні шару теплової ізоляції;

b, c, m, n – коефіцієнти, що залежать від $t_{ин}$ і $t_{ик}$

температури зовнішньої і внутрішньої поверхонь шару теплової ізоляції $t_{ин}$ і $t_{ик}$

$$t_{ин} = t_k + K(t_n - t_k) \left(\frac{1}{\alpha_k} + \frac{\delta_{вн}}{\lambda_{вн}} + \frac{\delta_{uz}}{\lambda_{uz}} \right) = 0 + 0.309(9.6 - 0) \left(\frac{1}{7} + \frac{0.02}{0.93} + \frac{0.08}{0.035} \right) = 7.26, \quad (3.12)$$

$$t_{ик} = t_k + K(t_n - t_k) \left(\frac{1}{\alpha_k} + \frac{\delta_{вн}}{\lambda_{вн}} \right) = 0 + 0.309(9.6 - 0) \left(\frac{1}{7} + \frac{0.02}{0.93} \right) = 0.488, \quad (3.13)$$

де

$\delta_{вн}, \lambda_{вн}$ – товщина і коефіцієнт теплопровідності внутрішнього лицювального шару огороження;

										Лист
										19
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата						

δ_3, λ_3 – товщина і коефіцієнт теплопровідності шару теплової ізоляції.

Стеля

$$\delta_n = \delta_{из} \frac{\mu_n}{\mu_{из}} \left(\frac{\frac{m}{n} e^{bt_{ин} - ct_{ук}} - 1}{c(t_{ин} - t_{ук})} - 1 \right) = 0.01 \frac{0.345 \cdot 10^{-12}}{6.39 \cdot 10^{-12}} \left(\frac{\frac{630}{630} e^{0.0646 \cdot 8.604 - 0.0646 \cdot 4.306} - 1}{0.0646(8.604 - 4.306)} - 1 \right) = 0.0000137 м$$

(3.14)

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		20

Ізоляція конструкція

Номер Кам.	Найменування обгороджування	Характеристика обгороджувальної конструкції			Нормативні коефіцієнти			Розрахункові величини		
		Матеріал	Товщина Шару Δ , м	λ Вт/(м·К)	K_0 Вт/(м ² ·К)	α_i Вт/(м ² ·К)	α_{BH} Вт/(м ² ·К)	$\delta_{из}$, м рас.	$\delta_{из}$, м прин.	K_0 Вт/(м ² ·К)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1-2	Зовнішня стіна	Штукатурка Кладка цегляна Пароізоляція Теплоізоляція ПСБ-С	0,06 0,38 0,0001 0,02	0,88 0,82 0,3 0,032	0,4	23	7	0,09	0,05	0,386
1-2	Покриття	Гідроізол на бітум. мастиці Армована бетонна стяжка Пароізоляція Залізобетонна плита	0,012 0,04 0,001 0,40	0,3 1,86 0,15 2,04	0,37	23	7	0,1	0,12	0,347
1-2	Стіна суміжна с камерою	Цегляна кладка шар штукатурки Пароізоляція Теплоізоляція ПСБ-С	0,24 0,02 0,004 0,02	0,81 0,88 0,3 0,058	0,5	23	7	0,05	0,04	0,347
1-2	Підлога	Тяжкий бетон Цементно – пісчаний розчин Теплоізоляція ПСБ-С	0,04 0,025 0,03	1,86 0,98 0,058	0,42		7	0,45	0,3	0,41

4 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОПРИТОКІВ В КАМЕРАХ

Розрахунки проводимо при використанні літератури [1, 2].

Тепловий баланс охолоджуваного приміщення.

Рівняння теплового балансу:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = Q_0 \quad (4.1)$$

де Q_1 - теплопритоки через обгороджування, Вт;
 Q_2 - теплопритоки від вантажів, Вт;
 Q_3 - теплопритоки від вентиляції Вт;
 Q_4 - експлуатаційні теплопритоки, Вт;
 Q_5 - теплопритоки від дихання продуктів рослинного походження Вт;

4.1.1 Теплопритоки через огороження.

Тепло через обгороджування проникає в камеру унаслідок наявності різниці температур Q_{1T} і поглинання теплоти сонячної радіації Q_{1C} .

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1C} \quad (4.2)$$

Теплопритоки унаслідок теплопередачі

$$Q_{1T} = k_d F (t_n - t_a) \quad (4.3)$$

де k_d - дійсний коефіцієнт теплопередачі обгороджування, визначений після прийняття товщини ізоляційного шару, Вт/(м²К);

F - теплопередаюча поверхня обгороджування, м²;

t_i - розрахункова зовнішня температура повітря, °С;

t_a - розрахункова температура повітря в камері, °С;

$$t_n = t_{ср.м.л.} \quad (4.4)$$

де $t_{ср.м.л.}$ - середньомісячна температура о 13 годині найжаркішого місяця.
для м. Білгород-Дністровськ $t_i = 25$ °С

					КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6	Лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		22

Теплопритоки від сонячної радіації визначаємо по формулі:

$$Q_{1C} = k_a \cdot F \cdot \delta t_c \quad (4.5)$$

де Δt_c - надлишкова різниця температур, викликана дією сонячної радіації.

Для цегельних стін: Δt_c - південних - 9,1 °С;
східних -11 °С;
західних -13,2 °С;
північних - 0 °С;

для плоскої крівлі покритої гідроізолом $\Delta t_c = 17,7$ °С

Теплопритоки через стіни, що відокремлюють камеру від неохолоджувальних приміщень:

$$Q_{1T} = k_a \cdot F \cdot \delta t_a \quad (4.6)$$

де Δt_a - розрахункова температурна різниця, °С

$$\Delta t_a = 0,7(t_n - t_k) \quad (4.7)$$

4.1.2 Теплопритоки через підлогу

$$Q_{1T} = (k_{усл} \cdot F_{зони})(t_n - t_k) \quad (4.8)$$

де $k_{усл}$ - умовний коефіцієнт теплопередачі відповідної зони підлоги двометрової ширини, Вт/(м²·К);

Для зон, розташованих від зовнішніх стінів
на відстані до 2м - $k_1 = 0,47$ Вт/(м²·К);
від 2 до 4м - $k_2 = 0,23$ Вт/(м²·К);
від 4 до 6м - $k_3 = 0,12$ Вт/(м²·К);
для решти площі - $k_4 = 0,07$ Вт/(м²·К);

Результати розрахунків зведені в таблицю 4.1 – 4.2.

					КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6	Лист
						23
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1- «Теплопритоки через обгороджування в камеру №1»

Обгоро- джування	Орієнтація	K_O^D , $\frac{Вт}{м^2 * К}$	F, м ²	t _н °С	t _в °С	Q _{1т} , Вт	Δt _с °С	Q _{1с} , Вт	Q _{обц} , Вт
Стіна	Південь	0,42	72	18	0	544	-	-	544
Стіна	Схід	0,5	72	0	0	0	-	-	0
Стіна	Північ	0,42	72	25	0	877	-	-	877
Стіна	Захід	0,42	72	25	0	877	13,2	399	1276
Перекриття	-	0,37	144	25	0	1545	17,7	943	2488
Підлога	К						м		
Зона 1	0.47		12	25	0	141	1		141
Зона 2	0.23		12	25	0	69	1		69
Зона 3	0.12		12	25	0	36	1		36
Зона 4	0,07		64	25	0	112	1		112
Сумарно	1 камера								5543

Таблиця 4.2-«Теплопритоки через обгороджування в камеру №2»

Обгоро- джування	Орієнтація	K_O^D , $\frac{Вт}{м^2 * К}$	F, м ²	t _н °С	t _в °С	Q _{1т} , Вт	Δt _с °С	Q _{1с} , Вт	Q _{обц} , Вт
Стіна	Південь	0,42	72	18	0	544	-	-	544
Стіна	Схід	0,5	72	0	0	0	-	-	0
Стіна	Північ	0,42	72	25	0	877	-	-	877
Стіна	Захід	0,5	72	29	0	877	-	-	877
Перекриття	-	0,37	144	25	0	1545	17,7	943	2488
Підлога	К						м		
Зона 1	0.47		12	25	0	141	1		141
Зона 2	0.23		12	25	0	69	1		69
Зона 3	0.12		12	25	0	36	1		36
Зона 4	0,07		64	25	0	112)1		112
Сумарно	2 камера								5144

Сумарні тепло притоки через обгороджування в двох камерах.
 $Q_1 = 5543 + 5144 = 10690 Вт$

4.1.3 Теплопритоки від вантажів

Кількість тепла, що відводиться в одиницю часу, можна визначити по формулі:

$$Q_2 = \frac{G \cdot (h_1 - h_2) \cdot \tau_u}{M_m \cdot \tau_p} \quad (4.9)$$

де G - добовий вступ продукту, т/сут;

$h_1 - h_2$ - різниця ентальпій, відповідна поч. і кінцевою T , кДж/кг;

τ - тривалість холодильної обробки, год. ; $\tau = 24$ години

$t_i = 20^\circ\text{C}$;

$t_k = 0^\circ\text{C}$;

$h_1 = 347$ кДж/кг;

$h_2 = 272$ кДж/кг;

Приймаємо добове надходження продукту на рівні 7% від всієї місткості фруктосховища

Для камер № 1 – 2 даний тепло приток буде.

$$Q_{1-2\text{кам}} = \frac{38 \cdot (287 - 272) \cdot 24}{0,0864 \cdot 24} = 6597 \text{ Вт}$$

4.1.4 Теплопритоки від тари

$$Q_2 = \frac{G_m \cdot C \cdot (t_1 - t_2) \cdot \tau_u}{0,0864 \cdot \tau_p} \quad (4.10)$$

де M_T - добовий вступ тари, т/сут; 20% від вантажів;

C_T - питома теплоємність тари, кДж/(кг·К);

t_1 - температура поступлення, °С;

t_2 - температура виходу, °С;

$$Q_{1-2\text{кам}} = \frac{6.6 \cdot 2,3(5-0) \cdot 24}{0,0864 \cdot 24} = 878 \text{ Вт}$$

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
						25
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

4.1.5 Теплопритоки при вентиляції

Розрахунок теплопритоків від зовнішнього повітря при вентиляції слід враховувати лише для спеціалізованих холодильників і камер для зберігання фруктів.

Теплопритоки при вентиляції для камер 1 – 2

$$Q_3 = V_{\text{сmp}} \cdot a_g \cdot \rho_k \cdot (i_n - i_k) / 3.6 \cdot 24 \quad (4.11)$$

де $V_{\text{сmp}}$ - будівельний об'єм вентилязованого приміщення, м³;

a_g - кратність вентиляції;

$a_g = 4$ об'ємів на добу;

ρ_k - щільність повітря в камері, кг/м³;

i_n, i_k - питома ентальпія повітря при t_i і t_e , кДж/кг.

$$Q_3 = \frac{3024 \cdot 4 \cdot 1,293 \cdot (73 - 7)}{3.6 \cdot 24} = 12194 \text{ Вт}$$

На підприємствах торгівлі і громадського харчування вентиляються камер зберігання фруктів і харчових відходів.

Камери схову фруктів обладнали приточно-витяжною вентиляцією, що забезпечує кратність вентиляції 4 об'єми в добу.

Камера харчових відходів повинні мати витяжну вентиляцію, що забезпечує кратність повітрообміну 10 об'ємів.

					КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6	Лист
						26
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

4.1.6 Експлуатаційні теплопритоки

Цей вид теплопритоків виникає унаслідок наявності освітлення в камерах, перебування в них людей, роботи електродвигунів, відкриття дверей. Теплопритоки слід визначати по кожному пункту окремо.

$$Q_4 = Q_4^I + Q_4^{II} + Q_4^{III} + Q_4^{IV} \quad (4.12)$$

де Q_4^I - теплопритоки від освітлення, Вт.
 Q_4^{II} - теплопритоки від електродвигунів, Вт;
 Q_4^{III} - теплопритоки від перебування людей, Вт;
 Q_4^{IV} - теплопритоки при відкритті дверей, Вт.

4.1.7 Розрахунок теплопритоків від електричного освітлення.

$$Q_4^I = q'_4 \cdot j_{св} \cdot F_{стр}, \quad (4.13)$$

де q'_4 - питома норма напруги світильників загального освітлення - 3 Вт/м².
 $j_{св}$ - коефіцієнт одночасної роботи світильників - 1.
 $F_{стр}$ - будівельна площа охолоджуваного приміщення.

$$Q_4^I = 3 \cdot 1 \cdot 246 = 738 \text{ Вт}$$

4.1.8 Розрахунок теплопритоків від електричних двигунів.

$$Q_4^{II} = 1000 \cdot j_{дв} \cdot \sum N_{дв}, \quad (4.14)$$

де $j_{дв}$ - коефіцієнт одночасності роботи електродвигунів.
 $\sum N_{дв}$ - сума потужностей електродвигунів.

$$\sum N_{дв} = 1,2(Q_1 + Q_2 + Q_3) \cdot m \text{ кВт}. \quad (4.15)$$

$(Q_1 + Q_2 + Q_3)$ - сума теплопритоків для всіх камер, кВт.
 m - коефіцієнт обумовлений як відношення потужності ел.дв. до холодопродуктивності.

$$\sum N_{дв} = 1,2 \cdot (12026 + 6597 + 12194) \cdot 0,08 = 2.95 \text{ кВт}$$

					КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6	Лист
						27
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$Q_4^{II} = 1000 \cdot 1 \cdot 2.95 = 2950 \text{ Вт}$$

4.1.9 Розрахунок теплопритоків від працюючих людей.

$$(4.16) \quad Q_4^{III} = q_4^{III} \cdot n,$$

де

q_4^{III} - теплоприток однієї працюючої людини.

n - кількість людей.

Число людей, що працюють в приміщенні, приймають в залежності від площі камери: при площі камери до 200 м² 2 - 3 людини, так як в нас 2 камери площею до 200 м² то приймаємо 8 працівників.

$$q_4^{III} = 270 - 6 \cdot t_k, \quad (4.17)$$

$$q_4^{III} = 270 - 6 \cdot 0 = 270 \text{ Вт},$$

$$q_4^{III} = 270 \cdot 8 = 2160 \text{ Вт}$$

4.2.0 Розрахунок теплопритоків від відкривання дверей.

$$Q_4^{IV} = F \cdot B = 246 \cdot 5 = 1230 \text{ Вт} \quad (4.18)$$

де F – будівельна площа камер (1 – 2), м²;

B - питомий приплив тепла від відкритих дверей, Вт/м².

Сумарні експлуатаційні теплопритоки:

$$Q_4 = 0.7 + 2.95 + 2.16 + 1.23 = 7.04 \text{ кВт.}$$

4.2.1 Теплопритоки від фруктів і овочів в результаті дихання

$$Q_5 = E \cdot (0.1 \cdot q_n + 0.9 \cdot q_{xp}) \cdot 10^{-3} \quad (4.19)$$

де q_n - питома кількість теплоти, що виділяється при диханні під час вступу, Вт/т;

q_{xp} - питома кількість теплоти, що виділяється при диханні під час

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	Лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		28

зберігання, Вт/т;

Е - ємність камер.

для камер зберігання №1-2 даний тепло приток рівний:

$$Q_{1-2\text{кам}} = 266 \cdot (0.1 \cdot 152 + 0.9 \cdot 19) \cdot 10^{-3} = 8.591 \text{ кВт}$$

Звідна таблиця теплопритоків

Теплове навантаження на устаткування і компресори враховуємо таким чином.

	На устаткування	На компресори
Q_1, Q_2, Q_3, Q_5	100%	100%
Q_4	100%	75%

Таблиця 4.4

Номер камери	Q_1 , кВт	Q_2 кВт	Q_3 кВт	Q_4 кВт		Q_5 кВт	$\sum Q_0$ кВт	$\sum Q_0$ кВт
	На устат. і на КМ	На устат. і на КМ.	На устат. і на КМ.	На устат.	На КМ	На устат. і на КМ.	На устат.	На КМ
Камера №1	6,651	2,492	3,556	3.796	2.847	4.953	21.582	20.633
Камера №2	5,375	2,492	3,556	3.796	2.847	4.953	20,306	19,357
Сумарно	12,524	4,984	7,112	7,592	5,694	9,906	41,888	39,99

Холодопродуктивність компресорів визначають по формулі:

$$Q_0 = \frac{\sum Q_0 \cdot k}{b} \quad (4.20)$$

де k - коефіцієнт який враховує втрати в трубопроводах і апаратах холодильної установки;

b - коефіцієнт робочого часу.

Коефіцієнти, що враховують втрати в трубопроводах і апаратах, прий-

маємо залежно від температури кипіння холодильного агенту.

Визначаємо холодопродуктивність компресорів для всіх камер даного фруктосховища

$$Q_0 = \frac{1,05 \cdot 39990}{0,9} = 46655 \text{Вт}$$

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		30

5 ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК КОМПРЕСОРА

Після визначення теплового навантаження на компресор і камерне устаткування вибирають систему охолодження, найбільш раціональну для даного об'єкту.

При цьому необхідно вирішити, чи проектувати систему централізованого холодопостачання або децентралізовану безпосереднього охолодження або з проміжним холодоносієм, аміачну або фреонову без насосну або насосно-циркуляційну, вибрати систему охолодження в камерах батарейну або повітряну. Необхідно вирішити, яку вибрати систему відведення теплоти конденсації, повітрям або водою. Кожна з перерахованих систем має свої переваги і недоліки. На вибір системи охолодження впливає наступні чинники: число і вигляд охолоджуваних об'єктів – споживачів холоду; розрахункова температура в об'єктах; теплове навантаження від кожного об'єкту і розрахункове сумарне холодонавантаження; вимога техніки безпеки; підбір автоматики з необхідними характеристиками. У централізованих системах створюється загальне машинне відділення для всіх компресорних агрегатів а також для ін. устаткування, конденсаторів, охолоджуваного холодильного устаткування.

Так як в даному фруктосховищі для зберігання яблук використовується дві ідентичних холодильних камери, які мають однакові розміри, температуру зберігання, я вирішив застосувати централь з трьох однакових компресорів з двома конденсаторами повітряного охолодження і двох повітроохолоджувачів на кожну з камер. В ролі холодильного агента буде виступати холодильний агент марки R-134a, який найкраще підходить для даної температури кипіння (-8°C).

Розрахунки в данному розділі проводимо по літературі [3].

5.1.1 Тепловий розрахунок компресора

Вихідні дані (розрахунок ведемо для одного компресора):

Холодопродуктивність, $Q_0 = 46.6$ кВт

Температура кипіння, $t_0 = -8^{\circ}\text{C}$

Температура конденсації, $t_k = 45^{\circ}\text{C}$

Температура всмоктування, $t_{sc} = 20^{\circ}\text{C}$

Холодильний агент, R-134a.

					КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6	Лист
						31
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

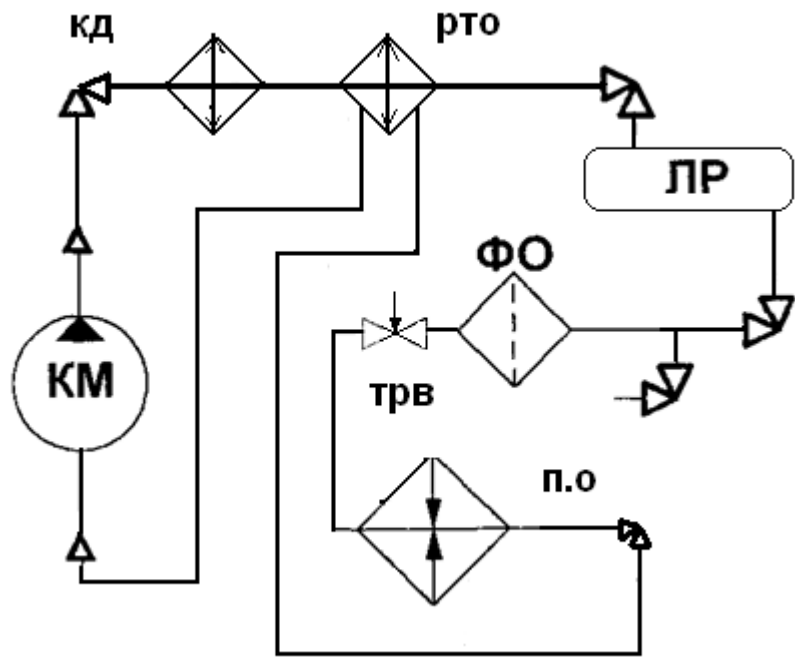


Рисунок 5.1- Схема холодильної установки.

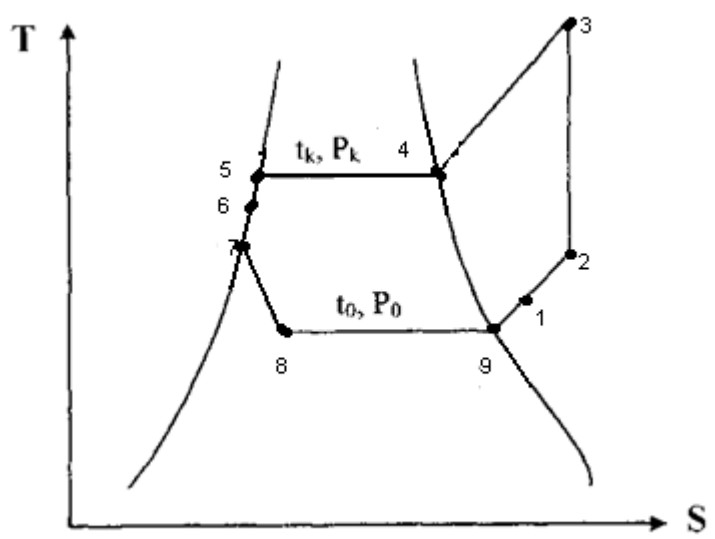


Рисунок 5.2-Цикл в T-S діаграмі.

Таблиця 5.1- Параметри холодильного агента в точках циклу.

Номер точки	$t, ^\circ\text{C}$	P, Bar	$V, \text{м}^3/\text{кг}$	$h, \text{кДж/кг}$
1	0	2,2	0,1	400
2	20	2,2		418
3	76	13		456
4	45	13		420
5	45	13		264
6	40	13		257
7	28	13		239
8	-8	2,2		239
9	-8	2,2		393

В процесі розрахунку слід визначити об'єм описуваний поршнем, по якому підбираємо компресор, ефективну потужність на валу компресора і теплове навантаження на конденсатор. Розрахунок проводиться в наступній послідовності:

1. Питома масова холодопродуктивність:

$$q_0 = h_2 - h_8 = 418 - 239 = 179 \text{ кДж/кг} \quad (5.1)$$

2. Питома об'ємна холодопродуктивність:

$$q_v = \frac{q_0}{v_1} = \frac{46.6}{0.1} = 466 \text{ кДж/м}^3 \quad (5.2)$$

3. Питома теоретична робота компресора:

$$l_a = h_3 - h_2 = 456 - 418 = 38 \text{ кДж/кг} \quad (5.3)$$

4. Масова витрата холодильного агента:

$$G_a = \frac{Q_0}{q_0} = \frac{46.6}{179} = 0.26 \text{ кг/с} \quad (5.4)$$

5. Дійсна об'ємна подача:

$$V_o = G_a \cdot V_1 = 0.26 \cdot 0.1 = 0,026 \text{ м}^3/\text{с} \quad (5.5)$$

6. Коефіцієнт подачі компресора:

$$\lambda = \lambda_c \cdot \lambda_w = 0,93 \cdot 0,83 = 0,78 \quad (5.6)$$

λ_c – коефіцієнт що відображає вплив мертвого об'єму

$$\lambda_c = 1 - C \cdot \left[\left(\frac{P_k}{P_0} \right)^{1/m} - 1 \right] = 1 - 0.015 \cdot \left[\left(\frac{13}{2.2} \right)^{1/1} - 1 \right] = 0.93 \quad (5.7)$$

де C – відносна величина мертвого простору, лежить в межах 0,015...0,04.

m – показник політропи для хладонів рівний 1.

λ'_w - коефіцієнт, що враховує об'ємні втрати викликані дроселюванням пару в клапанах, підігрівом пару від стінок циліндра в процесі всмоктування, перетіканням з порожнини стиснення в порожнину всмоктування в результаті внутрішніх нещільностей.

$$\lambda'_w = \frac{T_0 + \theta}{\alpha T_k + \beta \theta}; \quad (5.8)$$

θ - сумарний перегрів робочого тіла на всмоктуванні;

$\alpha = 1,12; \beta = 0,5$ - коефіцієнти для всіх робочих тіл HFC та HCFC – типу.

$$\theta = t_1 - t_0 = 0 - (-8) = 8^\circ\text{C} \quad (5.9)$$

7. Теоретична об'ємна подача:

$$V_h = \frac{V_d}{\lambda} = \frac{0,026}{0,78} = 0,033 \text{ м}^3/\text{с} \quad (5.10)$$

8. Адіабатна потужність:

$$N_a = G_a (i_3 - i_2) = 0.26 \cdot (456 - 418) = 9.88 \text{ кВт} \quad (5.11)$$

9. Індикаторний ККД:

$$\eta_i = \lambda'_w + b t_0 = 0,83 + 0,0025 \cdot (-8) = 0,81 \quad (5.12)$$

де $b = 0.0025$ для хладонів.

10. Індикаторна потужність:

$$N_i = \frac{N_a}{\eta_i} = \frac{9.88}{0,81} = 12.198 \text{ кВт} \quad (5.13)$$

11. Потужність, що витрачається на тертя:

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	Лист
						34
Зм.	Лист	№ документи	Підпис	Дата		

$$N_{mp} = V_h \cdot P_{mp} = 0,031 \cdot 50 = 1.55 \text{ кВт} \quad (5,14)$$

12. Потужність на валу електродвигуна:

$$N_{ов} = N_i + N_{mp} = 12.198 + 1.55 = 13.78 \text{ кВт} \quad (5,15)$$

13. Теплове навантаження на конденсатори:

$$Q_k = Q_0 + N_i = 46.6 + (13.78 \cdot 3) = 87.94 \text{ кВт} \quad (5,16)$$

По отриманих результатах підбираємо таке компресорний агрегат для камер зберігання:

компресор марки **Bitzer 6GE-40Y-40P**

Характеристики компресора марки Bitzer 6GE-40Y-40P:

Холодопродуктивність -	55.4 кВт.
Об'ємна продуктивність -	183.0 м ³ /год.
Кількість циліндрів x діаметр x хід поршня	6 x 82 мм x 55 мм
Електроживлення мотора -	380 – 420 В Y/3/50 Гц
Споживаний струм -	38,0 А
Максимальний робочий струм -	78,0 А
Співвідношення в обмотках -	50/50
Пусковий струм (ротор заблокований) -	180,0 А Y / 323,0 А YY
Вага -	244 кг
Макс. тиск (LP/HP) -	19/32 bar.
Приєднання лінії всмоктування -	54 мм — 2 1/8"
Приєднання лінії нагнітання -	42 мм — 1 5/8"
Тип масла R134a -	tc <55°C: BSE32 tc >55°C: BSE55
Заправка маслом -	4,75 дм ³

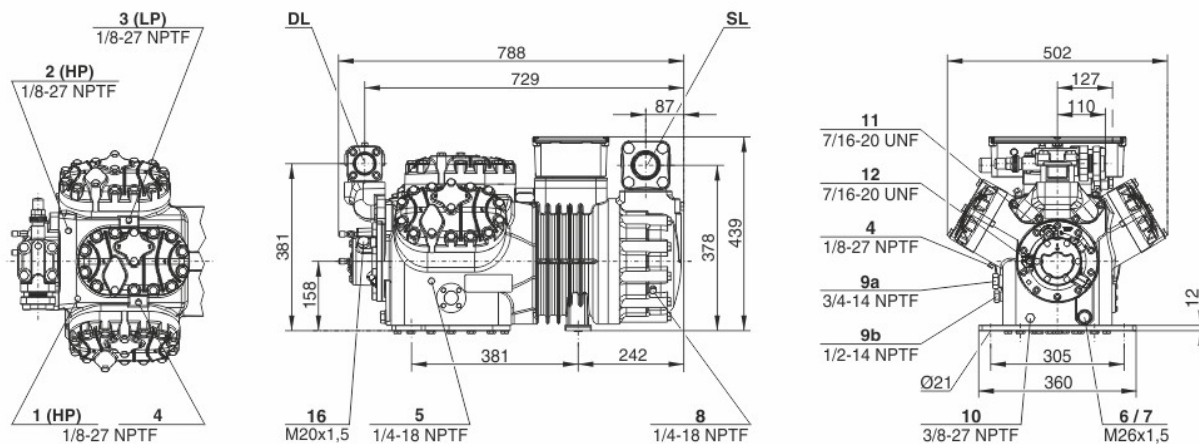


Рисунок 5.3- Компресорний агрегат Bitzer 6GE-40Y-40P.

6 РОЗРАХУНОК ПОВІТРООХОЛОДЖУВАЧА

Розрахунок ведемо по літературі [4].

У розрахунку використовуються наступні дані:

- холодопродуктивність апарату $Q_0 = 11000$ Вт;
- температура повітря камери $t_k = 0$ °С;
- відносна вологість повітря камери $\varphi_k = 0.9$;
- швидкість повітря в живому перетині $V_B = 3$ м/с;
- форма ребра - кругле;
- матеріал труб сталь $\lambda_{тр} = 50$ Вт/(м•К), $d_H = 0.02$ м, $d_{BH} = 0.016$ м;
- матеріал ребер алюміній $\lambda_{реб} = 150$ Вт/(м•К), -
- крок ребер $u = 0.008$ м,
- висота ребра $h_p = 0.02$ м,
- товщина ребра у підстави $\delta_{op} = 0.002$ м,
- товщина у вершини $\delta_{вп} = 0.0006$ м
- діаметр ребра $D_p = 0.063$ м;
- температура кипіння агента (R134a) $t_0 = -8$ °С;
- товщина інею, що осів $\delta_i = 0.0015$ м, $\lambda_i = 0.2$ Вт/(м•К).

Розрахунок

Приймаємо по графіку залежність від t_k під охолодження в апараті $\Delta t = 2$

Температура на виході з апарату:

$$t_e = t_k - \Delta t = 0 - 2 = -2^\circ\text{C}$$

Середня температура повітря:

$$t_c = 0.5 \cdot (t_k + t_e) = 0.5 \cdot (0 - 2) = -1^\circ\text{C}$$

Задаємося середньою температурою поверхні повітроохолоджувача, покритою інеєм: $t_n = -2.8$ °С.

По таблицях визначаємо вологовміст насиченого повітря при

$$t_k - d_k'' = 0.0044 \text{ кг/кг};$$

$$t_n - d_n'' = 0.003 \text{ кг/кг};$$

$$t_B - d_B'' = 0.0038 \text{ кг/кг}$$

Вологовміст повітря в камері при t_k по таблиці $d_k = 0.0039$ кг/кг

Вологовміст на виході з повітроохолоджувача:

$$d_e = d_k - (d_k - d_n'') \cdot (t_k - t_e) / (t_k - t_n) \text{ кг/кг} \quad (6.1)$$

$$d_e = 0,0039 - (0,0039 - 0,003) \cdot (0 + 2) / (0 + 2,8) = 0,0035 \text{ кг/кг}$$

										Лист
										36
Зм.	Лист	№ документи	Підпис	Дата						

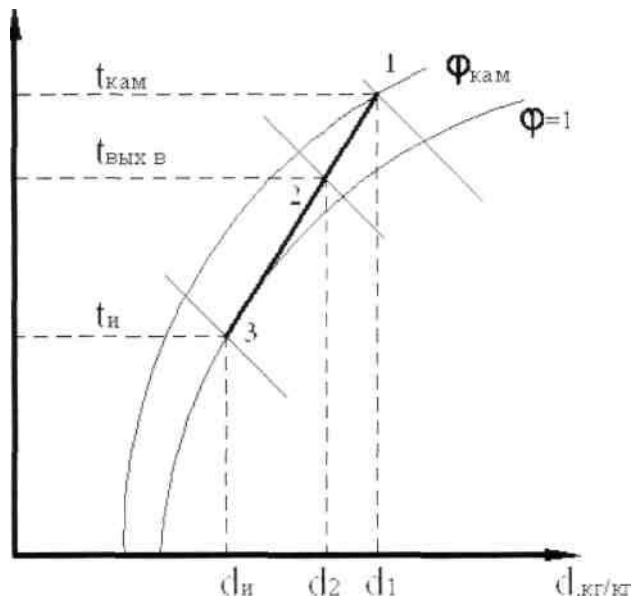


Рисунок 6.1 – Процес обробки повітря в повітроохолоджувачі в $h - d$ діаграмі.

Відносна вологість на виході з апарату:

$$\varphi_e = d_e / d_e'' = 0.0035 / 0.0038 = 0.93$$

Ентальпія повітря визначається по формулі:

$$h = 1.006 \cdot t + (2835 + 2.09 \cdot t) \cdot d \quad \text{кДж/кг} \quad (6.2)$$

$$h_k = 1.006 \cdot 2 + (2835 + 2.09 \cdot 2) \cdot 0.0039 = 13,08 \quad \text{кДж/кг}$$

$$h_e = 1.006 \cdot 0 + (2835 + 2.09 \cdot 0) \cdot 0.0035 = 9,97 \quad \text{кДж/кг}$$

$$h_n = 1.006 \cdot (-2.8) + (2835 + 2.09 \cdot (-2.8)) \cdot 0.0038 = 5.61 \quad \text{кДж/кг}$$

Поперечний і повздовжній крок труб при коридорній компоновці:

$$S_1 = S_2 = D_p + 2 \cdot \delta_i + 0.003 = 0.063 + 2 \cdot 0.0015 + 0.003 = 0.069 \quad \text{м}$$

Зовнішня поверхня ребра:

$$f_p = 0.5 \cdot \pi (D_p^2 - d_n^2) + \pi \cdot D_p \cdot \delta_{op} = 0.5 \cdot 3.14 (0.063^2 - 0.02^2) + \pi \cdot 0.063 \cdot 0.0006 = 5.7 \cdot 10^{-3} \quad \text{м}^2$$

Зовнішня поверхня труби між двома суміжними ребрами:

$$f_{mp} = \pi \cdot d_n \cdot (u - \delta_{op}) = 3.14 \cdot 0.02 \cdot (0.008 - 0.0002) = 3.77 \cdot 10^{-3} \quad \text{м}^2$$

Внутрішня поверхня труби ребристого елемента:

$$f_{en} = \pi \cdot d_n \cdot u = 3.14 \cdot 0.016 \cdot 0.008 = 4 \cdot 10^{-4} \quad \text{м}^2$$

Повна зовнішня поверхня ребристого елемента:

$$f_n = f_p + f_{mp} = (5.7 + 3.77) \cdot 10^{-3} = 6.1 \cdot 10^{-3} \quad \text{м}^2$$

Коефіцієнт оребрення:

$$\beta = f_n / f_{\text{вн}} = 6.1 / 0.4 = 15.2$$

Ступінь оребрення:

$$\phi = f_n / (\pi \cdot d_{\text{вн}} \cdot u) = 6.1 / (3.14 \cdot 0.02 \cdot 0.008) = 12.14$$

Умовний ступінь оребрення:

$$\beta_u = f_n / f_{\text{мп}} = 6.1 / 0.38 = 16.19$$

Геометричні характеристики поверхні інею.

Зовнішня поверхня інею на ребрі:

$$f_{p,i} = 0.5 \cdot \pi \left[(D_p + 2 \cdot \delta_i)^2 - (d_n + 2 \cdot \delta_i)^2 \right] + \pi \cdot (D_p + 2 \cdot \delta_i) \cdot (\delta_{\text{ep}} + 2 \cdot \delta_i) =$$
$$0.5 \cdot 3.14 \cdot \left[(0,053 + 2 \cdot 0,0015)^2 - (0,02 + 2 \cdot 0,0015)^2 \right] + 3,14 \cdot (0,063 + 0,003) \cdot (0,0006 + 0,003) =$$
$$6,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

Внутрішня поверхня інею на трубі між двома суміжними ребрами:

$$f_{\text{мп},i} = \pi \cdot (d_n + 2 \cdot \delta_i) \cdot (u - \delta_{\text{op}} - 2 \cdot \delta_i) = 3.14 \cdot (0.02 + 0.003) \cdot (0.008 - 0.0002 - 0.003) = 2.2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

Повна зовнішня поверхня інею на ребристому елементі:

$$f_i = f_{\text{мп},i} + f_{p,i} = (6.8 + 0.22) \cdot 10^{-3} = 7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

Коефіцієнт оребрення поверхні, покритої інеєм:

$$\beta_i = f_i / f_{\text{вн}} = 7 / 0.4 = 17.3$$

Площа “живого” перетину одного ребристого елемента з інеєм:

$$f_{\text{ж}} = (S_1 - d_n - 2 \cdot \delta_i) \cdot u - 2 \cdot h_p \cdot \left[0.5 \cdot (\delta_{\text{ep}} + \delta_{\text{op}}) + 2 \cdot \delta_i \right] =$$
$$(0.069 - 0.02 - 0.003) \cdot 0.008 - 2 \cdot \left[0.5 \cdot (0.0006 + 0.0002) \right] = 4.4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

Теплообмін з боку повітря

Теплофізичні властивості повітря при t_c :

- кінематична в'язкість $\nu_{\text{в}} = 13.28 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$;
- коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{\text{в}} = 0,0244 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;
- число Прандля $\text{Pr}_{\text{в}} = 0,707$;
- щільність $\rho_{\text{в}} = 1,293 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Коефіцієнт вологовиділення визначається по формулі:

$$\xi = 1 + (d_k^* \cdot \varphi_k - d_n^*) \cdot (2835 - 2.09 \cdot t_n) / \left[(1.006 + 1.87 \cdot d_n^*) \cdot (t_k - t_n) \right] \quad (6.3)$$

$$\xi = 1 + (0.0044 \cdot 0.9 - 0.003) \cdot (2835 - 2.09 \cdot (-2.8)) / \left[(1.006 + 1.87 \cdot 0.003) \cdot (2 + 2.8) \right] = 1.073$$

По таблицях розрахункових залежностей для прийнятого типу трубного пучка ребристого елемента і відповідної сфери застосування вибираємо визначальний розмір і розрахункову залежність для визначення критерію Нуссельта.

Визначальний розмір:

					КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6	Лист
						38
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$L_0 = d_n / \beta_n + (1 - \beta_n^{-1}) \cdot [0,785 \cdot (D_p^2 - d_n^2)]^{0,5} \quad (6.4)$$

$$L_0 = 0.2 / 16.19 + (1 - 16.19^{-1}) \cdot [0,785 \cdot (0.063^2 - 0.02^2)]^{0,5} = 0.051 \text{ м}$$

Число Рейнольдса:

$$\text{Re}_g = w_g \cdot L_0 / \nu_g \quad (6.5)$$

$$\text{Re}_g = 3 \cdot 0,051 / 13,28 \cdot 10^{-6} = 11498$$

Число Нуссельта:

$$\text{Nu}_g = 0.18 \cdot C_s \cdot C_z \cdot \text{Re}_g^{0,65 \cdot \beta_n^{-0,07}} \cdot \beta_n^{-0,7} \quad (6.6)$$

Оскільки $S_2/d_n = 3,45 > 2$ і кількість труб по передумовах більше 4 шт. то коефіцієнти $C_s = C_z = 1$.

$$\text{Nu}_g = 0.18 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 11498^{0,65 \cdot 16,2 \cdot 0,07} \cdot 16,2^{-0,7} = 41.3$$

Коефіцієнт тепловіддачі від поверхні повітроохолоджувача до повітря:

$$\alpha_g = \text{Nu}_g \cdot \lambda_g / L_0 \quad (6.7)$$

$$\alpha_g = 41.3 \cdot 0.0244 / 0.051 = 19.8 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

Приведений коефіцієнт тепловіддачі:

$$\alpha_{g,np} = [(\alpha_g \cdot \xi)^{-1} + \delta_i / \lambda_i]^{-1} \quad (6.8)$$

$$\alpha_{g,np} = [(19.8 \cdot 1.073)^{-1} + 0.0015 / 0.2]^{-1} = 18.3 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

Умовна висота ребра:

$$h' = h_p \cdot [1 + 0.35 \cdot \ln(D_p / d_n)] = 0.02 \cdot [1 + 0.35 \cdot \ln(0.063 / 0.02)] = 0.028 \text{ м}$$

Безрозмірний комплекс:

$$mh' = [4 \cdot \alpha_{g,np} / ((\delta_{ep} + \delta_{op}) \cdot \lambda_p)]^{0,5} \cdot h' = 2 \cdot [18.3 / (0.008 \cdot 150)]^{0,5} = 0.384$$

Коефіцієнт ефективності ребра:

$$E = [\tanh(mh')] / mh' \quad (6.9)$$

$$E = [\tanh(0.384)] / 0.384 = 0.953$$

Коефіцієнт, що враховує нерівномірність тепловіддачі по висоті ребра:

$$\psi = 1 - 0.058 \cdot mh' = 1 - 0.058 \cdot 0.384 = 0.977$$

Умовний коефіцієнт тепловіддачі, віднесений до зовнішньої поверхні ребрис- того елемента:

$$\alpha_{g,np}' = \alpha_{g,np} \cdot (f_p \cdot E \cdot \psi + f_{mp}) / f_n \quad (6.10)$$

$$\alpha_{g,np}' = 18.3 \cdot (0.0057 \cdot 0.953 \cdot 0.977 + 0.0004) / 0.006 = 17.1 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

Щільність теплового потоку, віднесена до внутрішньої поверхні труби:

$$q_g = \alpha_g \cdot \xi \cdot \beta_i \cdot (t_c - t_n) \quad (6.11)$$

									Лист
									39
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6				

$$q_g = 17.1 \cdot 1.073 \cdot 17.34 \cdot (1 + 2.8) = 1436 \text{ Вт/м}^2$$

Коефіцієнт тепловіддачі в трубах апарату:

$$\alpha_0 = 32 \cdot \omega \rho^{0.47} \cdot q_g^{0.15} \quad (6.12)$$

де $\omega \rho$ - масова швидкість агенту, по графіку залежності від щільності теплового потоку знаходимо $\omega \rho = 80 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)}$

$$\alpha_0 = 32 \cdot 80^{0.47} \cdot 1436^{0.15} = 747 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

Коефіцієнт теплопередачі, віднесений до зовнішньої поверхні інею:

$$K_{ni} = \left[\beta_i / \alpha_0 + 1 / \alpha_{e,np,i} + \phi \cdot (0.5 \cdot (d_n - d_{en}) / \lambda_m) \right]^{-1} \quad (6.13)$$

$$K_{ni} = \left[17.34 / 747 + 1 / 17.1 + 12.14 \cdot (0.5 \cdot (0.02 - 0.016) / 50) \right]^{-1} = 12.19 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

Коефіцієнт теплопередачі, віднесений до зовнішньої поверхні сухої поверхні:

$$K_n = K_{ni} \cdot \beta / \beta_i = 12.19 \cdot 15.17 / 17.34 = 10.67 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

Перевіряємо раніше прийняту температуру поверхні апарату:

- щільність теплового потоку, віднесена до зовнішньої поверхні інею:

$$q_n = K_{ni} \cdot (t_c - t_0) = 10.67 \cdot (-1 + 8) = 85.3 \text{ Вт/м}^2$$

- розрахункова різниця температур:

$$\Delta t_p = q_n / (\alpha_g \cdot \xi) = 85.3 / (19.8 \cdot 1.073) = 4.02^\circ \text{C}$$

- відносна похибка прийнятої і розрахункової різниці температур:

$$\varepsilon = \left[\frac{\Delta t_p - (t_c - t_n)}{\Delta t_p} \right] \cdot 100\% = \left[\frac{4.02 - (-1 + 2.9)}{4.02} \right] \cdot 100\% = 3\%$$

Оскільки відносна похибка задовольняє необхідну похибку розрахунку (<5%), тоді знаходимо зовнішню поверхню повітроохолоджувача:

$$F_n = Q_0 / [K_n \cdot (t_c - t_0)] = 11000 / (10.67 \cdot 7) = 147.3 \text{ м}^2$$

Компонувальний розрахунок повітроохолоджувача

Об'ємна витрата повітря через повітроохолоджувач:

$$V_g = Q_0 \cdot 10^{-3} / [\rho_g \cdot (h_k - h_g)] \quad (6.14)$$

$$V_g = 11 / [1.29 \cdot (13.08 - 9.99)] = 2.76 \text{ м}^3/\text{с}$$

По графіках характеристик вентиляторів вибираємо вентилятор ВО-12-303-6.3 при орієнтованому натиску $H=120 \text{ Па}$ з діаметром вентилятора $D_B=0.63 \text{ м}$.

Мінімальний живий перетин повітроохолоджувача:

$$F_{жс} = V_g / w_g = 2.76 / 3 = 0.92 \text{ м}^2$$

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	Лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		40

Площа фронтального перетину повітроохолоджувача:

$$F_{\phi} = F_{жс} \cdot S_1 \cdot u / f_{жс} = 0.92 \cdot 0.069 \cdot 0.008 / 0.00044 = 1.154 \text{ м}^2$$

Перевіряємо забезпечення хорошого розподілу повітря $1.8 < e < 2.6$

$$e = F_{\phi} / (0.25 \cdot \pi \cdot D_6^2) = 1.154 / (0.25 \cdot 3.14 \cdot 0.63^2) = 2.5$$

Орієнтовані геометричні розміри теплообмінної секції повітроохолоджувача у фронтальному перетині:

- ширина і довжина $H' = L' = F_{\phi}^{0.5} = 1.154 \text{ м};$

число труб у фронтальному перетині пучка з округленням до парного цілого:

$$z_1 = H' / S_1 = 1.154 / 0.069 = 17$$

Приймаємо дійсне число труб $z_1 = 18$ шт.

Дійсна ширина і довжина секції:

$$H = z_1 \cdot S_1 = 18 \cdot 0.069 = 1.242 \text{ м}$$

$$L = F_{\phi} / H = 1.154 / 1.242 = 0.93 \text{ м}$$

Кількість труб по ходу повітря з округленням до найближчого більшого цілого:

$$z_2 = F_u / [f_n \cdot (F_{жс} / f_{жс})] = 147.3 / [0.0061 \cdot (0.92 / 0.00044)] = 12 \text{ шт}$$

Розрахункові параметри теплообмінної поверхні:

- сумарна довжина труб апарату:

$$\Sigma L = L \cdot z_1 \cdot z_2 = 0.93 \cdot 18 \cdot 12 = 200 \text{ м}$$

- площа зовнішньої поверхні:

$$F_o = \Sigma L \cdot \pi \cdot d_{\text{вн}} \cdot \beta = 200 \cdot 3.14 \cdot 0.016 \cdot 15.17 = 153 \text{ м}^2$$

- глибина секції:

$$B = S_2 \cdot z_2 = 0.069 \cdot 12 = 0.828 \text{ м}$$

Перевірка по аеродинамічному опору.

Аеродинамічний опір пучків орєбренних труб з круглими ребрами визначається по формулі:

$$\Delta P = 0.26 \cdot C_z \cdot C_l \cdot C_t \cdot (\omega \rho)^{1.92} \quad (6.15)$$

Еквівалентний діаметр:

$$d_e = 2 \cdot [u \cdot (S_1 - d_u) - 2 \cdot \delta_p' \cdot h_p] / (2 \cdot h_p + u) =$$

$$2 \cdot [0.008 \cdot (0.069 - 0.02) - 2 \cdot 0.0013 \cdot 0.02] / (2 \cdot 0.02 + 0.008) = 0.014 \text{ м}$$

Коефіцієнт, що враховує лінійні розміри ребер:

$$C_l = L_0^{0.22} / d_e^{0.3} = 0.051^{0.22} / 0.014^{0.3} = 1.87$$

Коефіцієнт, що враховує фізичні властивості повітря:

$$C_t = v_e^{0.08} / \rho_e^{0.92} = (13.28 \cdot 10^{-6})^{0.08} / 1.293^{0.92} = 0.322$$

Коефіцієнт, що враховує режим течії $C_z = z_2$, оскільки $z_2 > 6$

					КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6	Лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		41

$$\Delta P = 0.26 \cdot 12 \cdot 1.87 \cdot 0.322 \cdot (3 \cdot 1.293)^{1.92} = 30 \text{ Па}$$

При виборі вентилятора натиск був прийнятий 120 Па, звідки витікає, що вибраний тип вентилятора забезпечить нормальну циркуляцію повітря через теплообмінну поверхню.

Обираємо по 2 повітроохолоджувача для камер №1-2 Alfa Laval CSEN253BS, характеристики занесено до таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 Характеристики повітроохолоджувача

Площа поверхні, м ²	35.82
Теплове навантаження, кВт	5.99
Крок ребер, мм	4
Вентилятори :	
-кількість	3
-діаметр, мм	250
-частота обертання, об/хв	2250
-потужність, Вт	354
-витрата повітря, м ³ /с	1.011
Ціна, євро	1217

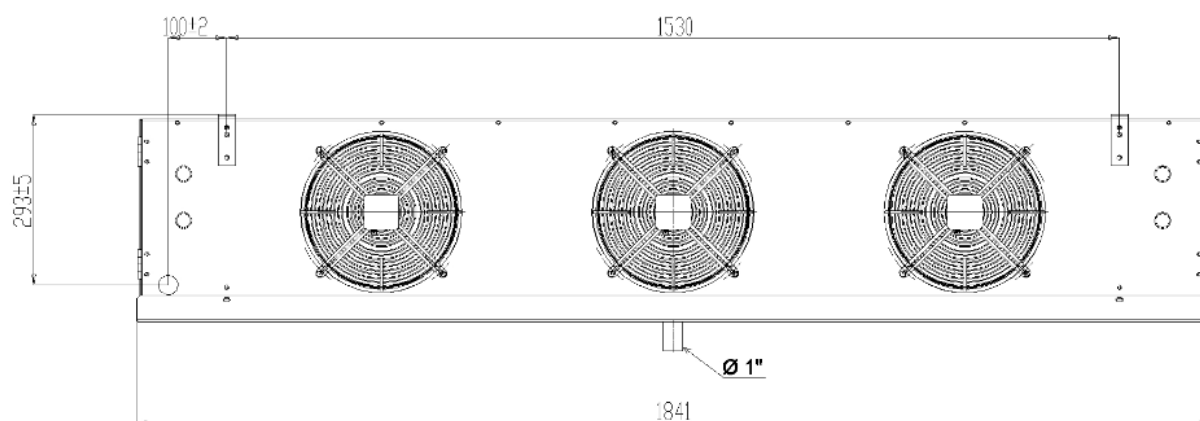


Рисунок 6.2 – Повітроохолоджувач Alfa Laval CSEN253BS.

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		42

7 РОЗРАХУНОК ПОВІТРЯНОГО КОНДЕНСАТОРА

Розрахунок ведемо на прикладі літератури [4].

Для конденсатора з повітряним охолодженням приймаємо конструкцію з пластичастим оребренням, рисунок 7.1

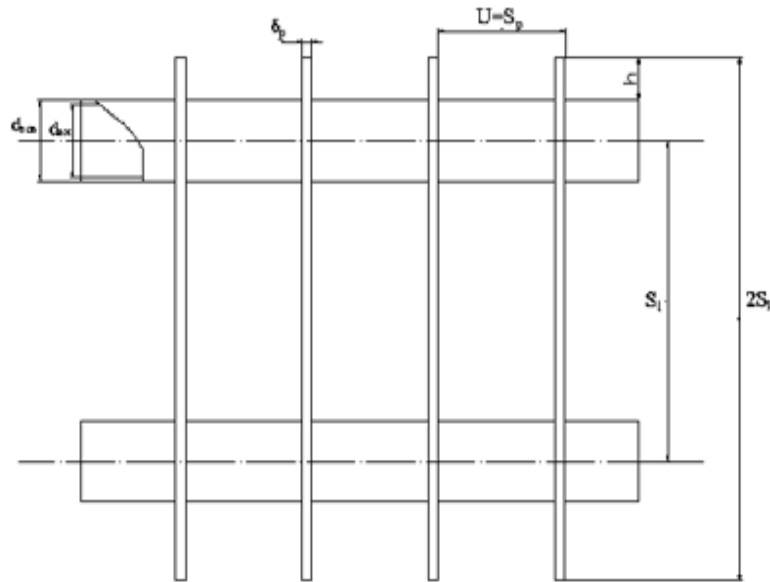


Рисунок 7.1 – Елемент оребрення конденсатора.

Визначаємо вихідні дані для розрахунку

- теплове навантаження $Q_k=84,7$ кВт
- температура конденсації $t_k=45$ °С
- холодильний агент R 134a
- розрахункова температура зовнішнього повітря $t_{зov}=30$ °С
- відносна вологість зовнішнього повітря $\varphi=50\%$
- основні розміри елементів оребреної поверхні
- зовнішній діаметр труби $d_{зov}=0.015$ м
- внутрішній діаметр труби $d_{вн}=0.013$ м
- ребра пластинчаті алюмінієві
- крок ребер $S_p=0.004$ м
- товщина ребер $\delta_p=0.0004$ м
- умовна висота ребра $h_p=0.028$ м

										Лист
										43
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата						

КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6

- крок труби по фронту повітря $S_1=0.028$ м
- крок труби по фронту повітря $S_2=0.028$ м
- Матеріал труб - мідь (Cu)
- матеріал ребер - алюміній (Al)
- розташування труб у пучку – коридорне
- характеристики труб обрано за даними виробника Alfacgreen

Задаємося різницею температур повітря на вході 30 °C, та на виході з конденсатора 36 °C

$$\Delta t = 36 - 30 = 6 \text{ °C}$$

1. Визначаємо логарифмічну різницю температур

$$\Theta = \frac{\Delta t}{\ln\left(\frac{t_k - t_n}{\Delta t}\right)} = \frac{6}{\ln\left(\frac{10}{30}\right)} = 6.55 \quad (7.1)$$

Визначаємо середнє значення температури

$$t_{п.сер.} = (\Delta t + t_n) / 2 = (36 + 30) / 2 = 33 \text{ °C} \quad (7.2)$$

Густина $\rho = 1.102$ кг/м³

Теплоємність $c_p = 1.007$ кДж/кг

$$\begin{aligned} v_{пар} &= (13.45 + 0.0885 \cdot t_{п.сер} + 0.00013 \cdot t_{п.сер}^2) \cdot 10^{-6} = \\ &= (13.45 + 0.0885 \cdot 33 + 0.00013 \cdot 33^2) \cdot 10^{-6} = 1.637 \cdot 10^{-5} \end{aligned} \quad (7.3)$$

Коефіцієнт теплопровідності повітря при температурі 36 °C

$$\lambda_{п} = 0.024 + 0.8 \cdot 10^{-4} \cdot t_{п.сер} = 0.024 + 0.8 \cdot 10^{-4} \cdot 36 = 0.027 \text{ Вт/(м·К)} \quad (7.4)$$

Масова витрата повітря складає

$$G_{п} = Q_{к} / c_p \cdot \Delta t = 84.7 / 1.007 \cdot 6 = 14.02 \text{ кг/с} \quad (7.5)$$

Обємна витрата повітря складає

$$V_{п} = G_{п} / \rho = 14.02 / 1.102 = 12.72 \text{ м}^3/\text{с} \quad (7.6)$$

2. Визначаємо площу живого перерізу апарата, для чого попередньо приймаємо швидкість повітря $\omega = 6$ м/с

$$F_{ж} = V_{п} / \omega = 12.72 / 6 = 2.12 \text{ м}^2 \quad (7.7)$$

Визначаємо площу зовнішньої теплообмінної поверхні 1 м. труби

Поверхня труби між ребрами, розрахована для 1 м. довжини оребреної

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		44

труби

$$F_{тр} = \pi \cdot d_{зов} \cdot (1 - \delta_p / S_p) = 3.14 \cdot 0.015 \cdot (1 - 0.0004 / 0.004) = 0.042 \text{ м}^2/\text{м}$$

Поверхня ребер, розрахована для 1м довжини оребреної труби

$$F_p = 2 \cdot (S_1 - \pi \cdot d_{зов}^2 / 4) \cdot 1 / S_p = 2 \cdot (0.028 - \pi \cdot 0.015^2 / 4) \cdot 1 / 0.028 = 0.304 \text{ м}^2/\text{м}$$

3. Зовнішня поверхня оребреної труби довжиною 1 м.

$$F_3 = F_{тр} + F_p = 0.042 + 0.304 = 0.346 \text{ м}^2/\text{м} \quad (7.10)$$

Зовнішня поверхня 1м. гладкої труби

$$F_0 = \pi \cdot d_{зов} = 3.14 \cdot 0.015 = 0.047 \text{ м}^2/\text{м} \quad (7.11)$$

4. Еквівалентний діаметр міжтрубної - ребристої ячейки для проходження повітря

$$d_e = \frac{2 \cdot (S_1 - d_{зов}) \cdot (S_p - \delta_{вн})}{(S_1 - d_{зов}) + (S_p - \delta_{вн})} = \frac{2 \cdot (0.028 - 0.015) \cdot (0.004 - 0.0004)}{(0.028 - 0.015) + (0.004 - 0.0004)} = 5.64 \cdot 10^{-3} \quad (7.12)$$

Приймаємо кількість паралельних секцій $a=4$ і розраховуємо довжину пластин по ходу повітря

5. Довжина в напрямі потоку повітря

a - кількість рядів труб в заданому напрямі, 4

$$L = S_1 \cdot a = 0.028 \cdot 4 = 0.112 \text{ м} \quad (7.13)$$

6. Визначаємо число Рейнольдса і характер руху повітря

$$R = \omega \cdot d_e / \nu = 6 \cdot 5.64 \cdot 10^{-3} / 1.637 \cdot 10^{-5} = 2066 \quad (7.14)$$

Знаходимо коефіцієнти

$$c_n = 0.518 - 0.02315 \cdot (L/d_e) + 0.425 \cdot 10^{-3} \cdot (L/d_e)^2 - 3 \cdot 10^{-6} \cdot (L/d_e)^3 \cdot (1.36 - 0.24 \cdot R/1000) = 0.518 - 0.02315 \cdot (0.112/5.64 \cdot 10^{-3}) + 0.425 \cdot 10^{-3} \cdot (0.112/5.64 \cdot 10^{-3})^2 - 3 \cdot 10^{-6} \cdot (0.112/5.64 \cdot 10^{-3})^3 \cdot (1.36 - 0.24 \cdot 2066/1000) = 0.169 \quad (7.15)$$

$$n = 0.45 + 0.0066 \cdot L/d_e = 0.45 + 0.0066 \cdot 0.112/5.64 \cdot 10^{-3} = 0.581 \quad (7.16)$$

$$m = -0.028 + 0.08 \cdot R/1000 = -0.028 + 0.08 \cdot 2066/1000 = 0.137 \quad (7.17)$$

$$N = c_n \cdot R^n \cdot (L/d_e)^m = 0.169 \cdot 2066^{0.581} \cdot (0.112/5.64 \cdot 10^{-3})^{0.137} = 21.48 \quad (7.18)$$

коефіцієнт тепловідачі з боку повітря

$$\alpha_k = N \cdot \lambda_{п} / d_e = 21.48 \cdot 0.027 / 5.64 \cdot 10^{-3} = 101.5 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К} \quad (7.19)$$

									Лист
									45
Зм.	Лист	№ документи	Підпис	Дата	КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6				

7. Визначаємо коефіцієнт тепловіддачі з боку повітря віднесений до повної орєбреної поверхні труби

λ - коефіцієнт теплопровідності, 217 Вт/м·К

$$m_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot \alpha_k}{\lambda \cdot \delta_p}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 101.5}{217 \cdot 0.004}} = 48.36 \quad (7.20)$$

$$\rho_1 = 1.28 \cdot \frac{S_1}{d_{зоб}} \left(\sqrt{\frac{S_1}{S_2}} - 0.2 \right) = .28 \cdot \frac{0.028}{0.015} \left(\sqrt{\frac{0.028}{0.028}} - 0.2 \right) = 1.911 \quad (7.21)$$

Умовна висота ребра

$$\begin{aligned} h_p &= 0.5 \cdot d_{зоб} (\rho_1 - 1) \cdot (1 + 0.35 \cdot \ln(\rho_1)) = \\ &= 0.5 \cdot 0.015 (1.911 - 1) \cdot (1 + 0.35 \cdot \ln(1.911)) = 0.00838 \text{ м.} \end{aligned} \quad (7.22)$$

8. Коефіцієнт ефективності ребра

$$\Sigma_p = \frac{th(m_1 \cdot h_p)}{m_1 \cdot h_p} = \frac{th(48.36 \cdot 0.00838)}{48.36 \cdot 0.00838} = 98.83 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К} \quad (7.23)$$

Визначаємо щільність теплового потоку з боку поверхні до повітря, віднесений до зовнішньої поверхні апарата. Для визначення опору мастильного забруднення

$\lambda_m = 0.12$ Вт/м·К, $\delta_m = 0.0005$ м

$\lambda_{тр} = 384$ Вт/м·К, $\delta_{тр} = 0.001$ м

$\theta_{пл} = 1$

$$\begin{aligned} q_{fn} &= \frac{\Theta_{n1}}{\left(\frac{1}{\alpha_{н.прив.}} \right) + \left(\frac{\delta_{mp}}{\lambda_{mp}} + \frac{\delta_m}{\lambda_m} \right) \left(\frac{F_p - F_{mp}}{F_o} \right)} = \\ &= \frac{1}{\left(\frac{1}{98.83} \right) + \left(\frac{0.001}{384} + \frac{0.0005}{0.12} \right) \left(\frac{0.304 - 0.042}{0.047} \right)} = 24.54 \text{ Вт/м}^2 \end{aligned} \quad (7.24)$$

9. Коефіцієнт тепловіддачі від холодильного агента R134a до внутрішньої поверхні труби. Властивості R134a при 45 °С

теплота конденсації $r = 33.8$ кДж/кг

густинність рідини $\rho_p = 1252$ кг/м³

коефіцієнт теплопровідності $\lambda = 0.064$ Вт/м·К

коефіцієнт динамічної вязкості $\mu = 1.59 \cdot 10^{-4}$ Па·с

$\Delta_i = 129.3 \cdot 10^3$ тоді,

					КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6	Лист
Эм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		46

10. Питомий тепловий потік від агента до зовнішньої поверхні

Внутрішня поверхня труби довжиною 1 м.

$$F_{\text{вн}} = \pi \cdot d_{\text{вн}} = 3.14 \cdot 0.013 = 0.041 \text{ м}^2 \quad (7.25)$$

Визначаємо щільність теплового потоку з боку агента, віднесену до зовнішньої поверхні $q_{\text{аFвн1}}$

$$q_{\text{аFвн1}} = \alpha_{\text{а}} \cdot \theta_{\text{а}} \cdot F_{\text{вн}} / F_{\text{зовн}} = 2211 \cdot 1 \cdot (0.0408 / 0.305) = 261,5 \theta^{0.75} \quad (7.26)$$

11. Вирішуємо з графічного рівняння $q_{\text{аFвн1}} = 261,5 \theta^{0.75}$ та $q_{\text{Fзп}} = 23.2(6.55 - \theta_{\text{а}})$ і визначаємо щільність теплового потоку $q_{\text{Fзов}}$ та температурні напори з боку агента і з боку повітря. При побудові графіка спочатку викладаємо на осі ординат масштабне значення логарифмічного напору і будуємо з початку координат лінійну залежність $q_{\text{Fзп}} = 21.6 \cdot \theta_{\text{п}}$

12. Визначаємо зовнішню поверхню

$$F_{\text{зн}} = Q_{\text{к}} / q_{\text{Fзп}} = 84700 / 141,7 = 598 \text{ м}^2$$

13. Визначаємо кількість оребрених елементів у фронтальному перетині апарата

$$n_{\text{ре}} = F_{\text{ж}} / F_{\text{жр}} = 0.346 / 0.000039 = 8333$$

Визначаємо сумарну довжину труб у фронтальному перетині пучка

$$L_{\text{ф}} = S_{\text{р}} \cdot n_{\text{ре}} = 0.004 \cdot 8333 = 33 \text{ м}$$

14. Визначаємо площу вільного фронтального перетину апарата на вході повітря

$$S_{\text{ф}} = F_{\text{ж}} \cdot S_1 \cdot S_{\text{р}} / F_{\text{жр}} = 0.346 \cdot 0.028 \cdot 0.004 / 0.000039 = 0.933 \text{ м}^2$$

Приймаємо три вентилятора ВО-12-303-6,3

Орієнтовочні геометричні розміри конденсатора визначаємо з виражень:

- ширина $B = (S_{\text{ф}} / z)^{0.5} = (0.933 / 2)^{0.5} = 0.683 \text{ м}$

- довжина $L = B \cdot z = 0.683 \cdot 3 = 2.049 \text{ м}$

Розміри вентилятора $D = 0.46$ і $L = 0.35$ м відповідають розмірам апарата.

Визначаємо число труб у фронтальному перетині пучка

$$N = B / S_1 = 0.683 / 0.028 = 24.39$$

Округляємо до $N_{\text{ф0}} = 24$ і перераховуємо розміри.

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$B_d = N_{\text{фо}} \cdot S_a = 24 \cdot 0.028 = 0.672 \text{ м}$$

$$L_d = S_{\text{ф}} / B_d = 24 / 0.672 = 1.388 \text{ м}$$

15. Число труб вздовж потоку повітря

$$N = \Sigma L / (L_d \cdot N_{\text{фо}}) = 266.2 / (1.388 \cdot 24) = 7.98 \text{ труб}$$

Округляємо число труб до $N_{\text{уп}} = 8$

Кінцеві розрахункові параметри конденсатора:

- сумарна довжина труб $\Sigma L = L_d \cdot N_{\text{фо}} \cdot N_{\text{уп}} = 1.388 \cdot 24 \cdot 8 = 266.5 \text{ м}$

- площа зовнішньої поверхні труби

$$F_d = L_d \cdot \pi \cdot d_{\text{вн}} \cdot \beta = 1.388 \cdot 3.14 \cdot 0.013 \cdot 7.3 = 0.414 \text{ м}^2$$

- висота (глибини) секцій $H_c = S_1 \cdot N_{\text{уп}} = 0.028 \cdot 8 = 0.224$

16. Число труб уздовж потоку повітря знаходиться в рекомендованих межах $4 < N_{\text{уп}} < 12$ Аеродинамічний опір для даного типу конструкції розраховуємо по формулі А.А. Гоголіна [3]

Приймаємо $A = 0.11$ – для нерівної поверхні.

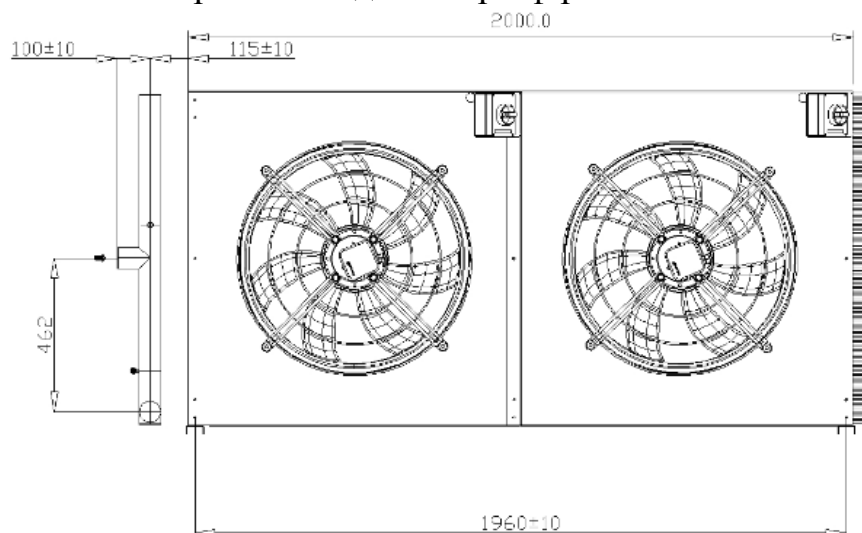
$$\Delta P = A(L_p / d_c) \cdot (\omega \cdot \rho)^{1.7} = 0.11(0.224 / 5.6 \cdot 10^{-3}) \cdot (6 \cdot 1.102)^{1.7} = 109.14 \text{ Па}$$

17. Величина аеродинамічного опору відповідає характеристикам обраних вентиляторів марки ВО-12-303-6.3

- частота обертання 915 об/хв.; потужність двигуна – 0.37 кВт;

- тип двигуна 4А71А6

Обираємо 2 повітряних конденсатори фірми Alfa Laval AGS632AT.



					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

8 РОЗРАХУНОК ТРУБОПРОВОДІВ І ПІДБІР ІНШОГО ОБЛАДНАННЯ

Діаметр трубопроводів визначаємо по формулі:

$$d_{mp} = 1,13 \sqrt{\frac{V_a}{W}} \quad (8.1)$$

де V_a - об'ємна витрата агента, м³/с

W - швидкість пари або рідини в трубопроводі, м/с

Об'ємна витрата агента

$$V_a = M_a / \rho \quad (8.2)$$

де ρ – щільність агента за відповідних умов, кг/м³

Приймаємо швидкість у всмоктуючих і нагнітальних трубопроводах - 15 м/с, в рідинних - 1 м/с.

Розраховуємо трубопроводи для одного з компресорів мультисистеми:

Розраховуємо нагнітальний трубопровід

При $t_3 = 76^\circ\text{C}$ і $P_k = 13$ бар – щільність агента $\rho_3 = 67,05$ кг/м³

$$V_a = M_a / \rho = 0,24 / 67,05 = 0,0036 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$d_{mp} = 1,13 \sqrt{\frac{0,0036}{15}} = 0,0175 \text{ м}$$

Приймаємо на нагнітанні мідну трубу 20 x 1,5

Розраховуємо всмоктуючий трубопровід

При $t_2 = 20^\circ\text{C}$ і $P_k = 2,2$ бар – щільність агента $\rho_3 = 11,85$ кг/м³

$$V_a = M_a / \rho = 0,24 / 11,85 = 0,02 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$d_{mp} = 1,13 \sqrt{\frac{0,02}{15}} = 0,041 \text{ м}$$

Приймаємо на всмоктуванні мідну трубу 46 x 2,5

Розраховуємо трубопровід на зливі з конденсатора в ресивер:

					КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6	Лист
						49
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

При $t_2 = 28^\circ\text{C}$ і $P_k = 13$ бар – щільність агента $\rho_3 = 1104,5$ кг/м³

$$V_a = M_a / \rho = 0.72 / 1104.5 = 0.000652 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$d_{mp} = 1,13 \sqrt{\frac{0.000652}{1}} = 0,029 \text{ м}$$

Приймаємо мідну трубу 32 x 1,5

Підбір додаткового устаткування.

Лінійний ресивер призначений для рівномірної подачі рідкого агента на пристрої, що дроселюють, і його зберігання у той час коли система не працює.

Лінійний ресивер для даної холодильної системи безпосереднього охолодження підбирається з розрахунку, що його об'єм складає не менше 60% об'єму повітроохолоджувачів. При цьому робоче заповнення ресивера складає 50%. Загальний внутрішній об'єм повітроохолоджувачів можна визначити виходячи з їх конструктивних характеристик і числа повітроохолоджувачів:

$$V_g = 8 \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot d_{\text{ен}}^2 \cdot \Sigma L = 8 \cdot 0,25 \cdot 3,14 \cdot 0,016^2 \cdot 200 = 0,32 \text{ м}^3 \quad (8.3)$$

Відповідно до правил техніки безпеки розрахунковий об'єм також збільшується на 20%, оскільки його заповнення не повинне перевищувати 80%. Таким чином місткість лінійного ресивера можна визначити як:

$$V_l = (0,6 \cdot V_g / 0,5) \cdot 1,2 = (0,6 \cdot 0,32 / 0,5) \cdot 1,2 = 0,46 \text{ м}^3 \quad (8.4)$$

По місткості підбираємо горизонтальний лінійний ресивер марки 0,75PB, місткістю 0,75 м³, який може використовуватись при робочому тиску до 1,8 МПа, в діапазоні температур від -15 до +47 °С. Обичайки ресивера зварні, запобіжні клапани мають умовний прохід 15мм.

Відділювачі рідини включають в систему для захисту компресора від попадання в нього рідкого холодоагента. Відділювач рідини повинен бути забезпечений автоматичними приладами, що вимикають компресор при небезпечній зміні рівня рідини в ємності.

Рідина відділяється від пари внаслідок різкої зміни швидкості і напряму руху холодильного агента. Швидкість пари в посудині не повинна перевищувати 0,5 м/с. Він є зварною вертикальною циліндричною посудиною, що має

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		50

патрубки і штуцера для приєднання рідинної і парової лінії, зрівняльної лінії, автоматичних приладів і манометра. Посудина розрахована на робочий тиск не більше 1,5 МПа в робочому діапазоні температур від -50 до +40 °С.

Підбираємо відділювач рідини 70 ОЖ.

Масловідділювачі призначені для відділення мастила, що відноситься з компресорів разом з холодильним агентом. Підбір масловідділювачів проводиться по діаметру нагнітального патрубка компресора. Вибираємо масловідділювач циклонного типу 50 ОМ.

Мастилозбірник призначений для перепускання в нього мастила з апаратів і подальшого видалення його з системи при низькому тиску. Він є зварною вертикальною циліндровою посудиною, розрахованою на робочий тиск не більше 1,8 МПа в робочому діапазоні температур від -40 до +150 °С.

Вибираємо мастило збірник 150СМ.

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		51

9 ОХОРОНА ПРАЦІ

Повністю безпечних і шкідливих виробництв не існує. Завдання охорони праці - звести до мінімальної вірогідності ураження або захворювання, що працює з одночасним забезпеченням комфорту, при максимальній продуктивності праці. Реальні виробничі умови характеризуються, як правило, наявністю деяких небезпечних і шкідливих виробничих чинників.

Холодоагент R134a не токсичний і не спалахує у всьому діапазоні температур експлуатації. Проте при попаданні повітря в систему і стискуванні можуть утворюватися пальні суміші. R134a розкладається під впливом полум'я з утворенням отруйних і дратівливих з'єднань, таких, як фтористий водень.

Із-за значного потенціалу глобального потепління GWP рекомендується застосовувати R134a в герметичних холодильних системах.

R134a широко використовують у всьому світі як основну заміну R12 для холодильного устаткування, що працює в середнетемпературному діапазоні. Його застосовують в автомобільних кондиціонерах, побутових холодильниках, торгівельному холодильному середнетемпературному устаткуванні, промислових установках, системах кондиціонування повітря в будівлях і промислових приміщеннях, а також на холодильному транспорті.

Проектування і експлуатація даного фреонсховища регламентуються «Будівельними нормами і правилами», «Правилами пристрою електроустановок», а також «Типовими правилами пожежної безпеки для промислових підприємств. Дане виробництво відноситься до категорії Б (клас вибухонебезпеки В-1б) - вибухопожежне виробництво, в якому використовуються горючі гази, нижня межа займання яких вище 10%, а також рідини з температурою спалаху вище 28 °С або нагріті до температури спалаху і вище.

Проекти холодильних установок розробляються з врахуванням забезпечення раціональних технічних рішень, умов для безпечної експлуатації холодильного устаткування і задовольняють положенням СНіП, що діють.

Холодильне устаткування і трубопроводи розташовані в такому машинному відділенні, в якому можна виробити їх монтаж із забезпеченням висоти для проходу 2,2 м, - від відмітки підлоги до виступаючих частин устаткування (трубопроводів, арматури і ін.).

Забороняється розташовувати в одному приміщенні з холодильною установкою пристрої з відкритим полум'ям або з температурою поверхонь більше 300°C, а також вибухонебезпечне устаткування.

Забороняється розташовувати холодильні установки на сходових майданчиках, під сходами, в коридорах.

					КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6	Лист
Зм.	Лист	№ документу	Підпис	Дата		52

Двері машинних відділень, а також охолоджуваних приміщень (холодильних камер) відкриваються у бік виходу.

Ширина проходів в машинному відділенні:

головний прохід і прохід від електрощита до виступаючих частин машини (у там числі до огорожувань і фундаменту колон) - становить 1,5 м;

між виступаючими частинами машин - 1 м;

між гладкою стіною і машиною - 0,8 м.

Допускається встановлювати холодильне устаткування стороною, що не вимагає обслуговування, в стінах без наявності проходів.

Розміщення холодильного устаткування забезпечує зручність і безпеку обслуговування. Одиначна, рідко використовувана арматура, розташована на висоті не більше 3 м., обслуговується з переносних сходів і драбин.

Майданчики, переходи і сходи, що вмонтовані в машинному відділенні, захищені поручнями заввишки 1 м, забезпеченими знизу суцільним металевим зашиванням заввишки 15 см.

Рівні і майданчики сходів виготовлені з рифленої листової або круглої сталі. Ширина сходів 60 см, відстань між рівнями по висоті - 20 см, ширина рівнів - 12 см.

Всі рухомі частини машини, а також машини, апарати і трубопроводи в місцях, де вони можуть піддаватися ударам, захищені.

Фундаменти під компресори (агрегати) відокремлені від фундаментів стін або колон будівлі машинного відділення. При установці агрегатів на перекриттях передбачені заходи, що знижують можливість передачі вібрації на будівельні конструкції відповідно до нормативних документів, що діють.

У схемі трубопроводів передбачена можливість відсмоктування холодоагенту з будь-яких апаратів, судин, повітроохолоджувачів і батарей.

Щоб уникнути пошкодження вантажами або підйомно-транспортними засобами труб з хладоном, їх прокладка в холодильних камерах зроблена уздовж стін, перегородок і проходів без пересічення вантажного об'єму камер.

Технологічні трубопроводи, що проходять через приміщення машинного відділення і не пов'язані з роботою холодильної установки, не мають в межах цього приміщення роз'ємних з'єднань (фланців, замкової арматури і т. д.).

Трубопроводи неагрегованих фреонових установок мають наступне пізнавальне забарвлення;

всмоктуючі - синю;

нагнітальні - червону;

рідинні - сріблясту;

водяні - зелену.

					КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6	Лист
						53
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Напрямок руху хладону, вказується стрілками, нанесеними чорною фарбою.

При постійному обслуговуванні холодильної установки персоналом наявність природного освітлення в машинному відділенні обов'язково.

У машинних відділеннях передбачене робоче і аварійне (від незалежного джерела) освітлення. Аварійне освітлення автоматично включається при відключенні основного джерела освітлення. Для освітлення при огляді, ремонті, чищенню і тому подібне застосовуються переносні ручні світильники з мірою захисту IP 54 із запобіжною сіткою напругою не більше 42 В. Для приміщень з періодично обслуговуваними автоматизованими фреоновими установками аварійне освітлення не обов'язкове.

Машинне відділення забезпечене опалюванням і вентиляцією відповідно до вимог СН 245-71 і СНіП II-33-75*. Температура в машинних і апаратних відділеннях підтримується на рівні не нижче 16°C при непрацюючому устаткуванні.

Припливна і витяжна (вона ж аварійна) вентиляція в машинних відділеннях примусові з кратністю повітрообміну:

припливна - 3,

витяжна (аварійна) - 4 в годину.

Видалення повітря здійснюється поблизу холодильних агрегатів з нижньої зони приміщення згідно СНіП II-33-75*, при цьому 2/3 загального об'єму повітря видаляється з нижньої частини зони і 1/3 - з верхньої зони.

Так як в нас використовується повітряний конденсатор (при установці його в приміщенні) він забезпечений обдуванням зовнішнім повітрям в кількості, що забезпечує робочий режим машини.

Забороняється об'єднувати між собою фреонові трубопроводи агрегованих холодильних установок заводського постачання (за винятком трубопроводів, що сполучають машини з дренажним ресивером, і аварійного викиду хладону).

Технічний огляд апаратів (посудин) фреонових установок, що підлягають дії "Правил пристрою і безпечної експлуатації судин, що працюють під тиском", але не реєстрованих в органах Держміськтехнагляду, повинен проводитися підприємством - власником посудин до пуску в роботу, періодично в процесі експлуатації і достроково. Випробування апаратів (посудин) тиском може бути або гідравлічним (із заповненням судини для фреонових холодильних машин маслом), або пневматичним на такий же пробний тиск сухим інертним газом (азотом або вуглекислотою) або сухим повітрям з точкою роси не більш мінус 40°C (випробування водою забороняється).

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		54

П р и м і т к а. Допускається випробування на міцність проводити холодоагентом в апаратах, де можливе створення необхідного тиску агенту шляхом наприклад, прокачування підігрітої води або іншого теплоносія через випробуваний апарат.

При технічному огляді до пуску в роботу випробування знов встановленого апарату (посудини) дозволяється не проводити, якщо з моменту проведення такого випробування на заводі - виробнику прошло менше 12 міс, посудина не отримала пошкоджень при транспортуванні до місця установки і монтаж його вироблявся без вживання зварки або паяння елементів, що працюють під тиском.

Якщо термін консервації, встановлений заводом-виробником, більше 12 міс, то в холодильних агрегатах, що поставляються заповненими маслом і газом-консервантом і що зберегли надлишковий тиск до пуску в роботу, при технічному огляді (в межах терміну складської консервації до трьох років) вирішується випробування на міцність апаратів не проводити. Їх слід піддати зовнішньому і в доступних місцях внутрішньому огляду з подальшим випробуванням на щільність разом з системою змонтованих трубопроводів.

Апарати (посудини) піддаються достроковому технічному огляду: після реконструкції і ремонту із застосуванням зварки і паяння частин, що працюють під тиском;

після бездіяльності в не законсервованому стані (без надлишкового тиску хладону або азоту) більш одного року;

якщо такий огляд необхідний по розсуду особи, що здійснює нагляд або відповідального за їх справний стан і безпечну дію.

Результати технічного огляду апарату (посудини), дозвіл на пуск в роботу з вказівкою терміну наступного технічного огляду записуються в книгу обліку і огляду посудин, а також в паспорт посудини особою, що проводила даний технічний огляд.

Тиск при випробуванні слід піднімати поступово з оглядом апаратів (посудин) досягши 0,3 і 0,6 пробного тиску з припиненням підйому тиску на час огляду. Після цього тиск піднімається до пробного і під цим тиском апарат (посудина) повинен знаходитися протягом 5 хв, після чого тиск поступово знижується до розрахункового, при якому оглядається апарати (посудини) з контролем щільності його швів і роз'ємних з'єднань.

Апарат (посудина) визнається таким, що витримав випробування, якщо: у нім не виявиться ознак розриву;

не будуть відмічена теча і потіння в зварних швах, а при пневматичному випробуванні - пропуск газу;

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документи</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		55

не будуть відмічені видимі залишкові деформації після випробувань.

Система трубопроводів після монтажу має бути ретельно продута і випробувана на міцність і щільність пробним тиском сухого повітря або інертного газу з точкою роси не більш мінус 40°C окремо по сторонах високого і низького тиску. Випробування проводяться при відключених компресорах, приладах контролю і автоматики, а також апаратах, якщо випробування апаратів на міцність не входить в об'єм технічного огляду, до пуску в роботу. Під пробним тиском система трубопроводів (або окремі її ділянки) повинна знаходитися не менше 5 хв.

Після випробувань на міцність система трубопроводів і апаратів (посудин) випробовується на щільність (герметичність) тиском сухого повітря або інертного газу окремо по сторонах високого і низького тиску і витримкою під тиском протягом 18 год. із записом тиску через кожну годину. Протягом перших 6 год. тиск може мінятися унаслідок вирівнювання температур внутрішнього і оточуючого середовищ. Протягом подальших 12 год. тиск не повинен мінятися за умови постійності температури навколишнього повітря, інакше має бути вироблений перерахунок.

Випробування на щільність повинне проводитися до ізоляції трубопроводів і апаратів.

Пневматичне випробування апаратів (посудин) і системи трубопроводів пробним тиском проводиться з дотриманням наступних заходів безпеки:

вентиль на наповнювальному трубопроводі від джерела тиску і манометри мають бути виведені за межі охоронної зони. Знаходиться кому-небудь в цій зоні в період нагнітання повітря або інертного газу і при витримці пробного тиску забороняється;

на випробовуваному апараті (посудині) або системі трубопроводів є не менше одного запобіжного клапана, відрегульованого на відкриття при тиску, що перевищує відповідний пробний тиск не більш, ніж на 0,1 Мпа (1 кгс/см²)

При проведенні випробувань системи трубопроводів і апаратів (посудин) на щільність з визначенням падіння тиску на час випробування охоронну зону не встановлюють.

При пневматичному випробуванні для створення тиску в системі забороняється використовувати фреоновий компресор.

Після закінчення пневматичного випробування проводиться вакуумування системи трубопроводів і апаратів (посудин) з метою їх осушення при температурі навколишнього повітря не менше 15°C.

Після досягнення залишкового тиску від 0,6 до 1,0 кПа (від 5 до 8 мм рт. ст.)

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		56

рекомендується продовжити вакуумування протягом 18 год., після чого випробувати систему на вакуум. При випробуванні система повинна залишатися під вакуумом протягом 18 год. із записом тиску через кожну годину

Протягом перших 6 год. допускається підвищення тиску не більш, ніж на 0,5 кПа (4 мм рт. ст.). У останній час тиск може змінюватися лише на величину, відповідну зміні температури навколишнього повітря.

Після заповнення установки хладоном проводиться додаткова перевірка щільності всіх з'єднань системи за допомогою втечешукача.

На кожному апараті (посудині) є нанесений фарбою на видному місці або на спеціальній табличці:

реєстраційний номер;

дозволений тиск;

дата (місяць і рік) проведеного і наступного технічного випробування.

Запобіжний клапан компресора запобігає підвищенню різниці тиску нагнітання і всмоктування понад встановлене значення і захищає механізм руху від перевантаження, перепускаючи пару з порожнини нагнітання в порожнину всмоктування.

Запобіжний клапан апарату запобігає підвищенню тиску понад допустиме значення і захищає апарат і трубопроводи, автоматично скидаючи пару холодоагента безпосередньо в атмосферу або через проміжний трубопровід в посудину з нижчим тиском.

Справність запобіжних клапанів апаратів перевіряють не рідше за один раз в 6 міс. Після перевірки і регулювання клапани пломбують із складанням акту.

Розрахунки проводимо згідно літератури [7, 8].

Мінімальна площа перетину запобіжного клапана:

$$F_{\text{кл}} = \frac{G_p}{\mu \cdot V \cdot \sqrt{2 \cdot \rho_{\text{ср}} \cdot (P_1 - P_2)}}, \text{ м}^2, \quad (9.1)$$

де: G_p – масова витрата холодильного агента, кг/с; $G_p = 0,72$ кг/с;

$\mu = 0,75$ – коефіцієнт витрати пари для даної конструкції клапана (визначений виготовленням клапана експериментально і записаний в паспорт клапана);

$\rho_{\text{ср}}$ – щільність середовища при тиску p_1 ; $\rho_{\text{ср}} = 117,25$ кг/м³;

p_1, p_2 – відповідно максимальний абсолютний тиск перед клапаном і за клапаном, $p_1 = 2,1$ МПа; $p_2 = 1,6$ МПа;

					КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6	Лист
						57
Зм.	Лист	№ документи	Підпис	Дата		

алізується повною мірою, якщо витік визначається в добре провітреному приміщенні. Залежно від вживаного палива існує декілька типів галоїдних ламп: спиртні, пропанові, бензинові, ацетиленові, найбільш чутливі при роботі на пропан-бутані.

на пропан-бутані.

Судини, ресивери повинні мати справні візуальні показчики рівня рідини, які повинні застосовуватися плоске (рефлекторне) скло. Показники рівня мають бути обладнані замковими пристосуваннями для їх відключення в разі поломки скла.

Манометри (мановакууметри) комплектовані заводським постачанням є встановлені на кожному компресорі для спостереження за робочим тиском всмоктування, нагнітання, в системі мастила і в картері. Манометри (мановакууметри) встановлені на апаратах, судинах, технологічному устаткуванні з безпосереднім охолодженням, фреонових насосах, а також на розподільних пристроях (рідинних, всмоктуючих, відтаюванні), сполучених трубопроводами з устаткуванням холодильних камер, і на загальних всмоктуючих і нагнітальних трубопроводах, до яких паралельно приєднано декілька компресорів.

Манометр вибирається з такою шкалою, щоб межа виміру робочого тиску знаходилася в другій третині шкали. Між манометром і апаратом (посудиною) встановлений трьохходовий кран або штуцер із замковим органом для під'єднання другого манометра. За наявності можливості перевірити манометр у встановлені терміни, знявши його з посудини, установка трьохходового крану або замінюючого його пристрою не обов'язкова.

Манометри мають клас не нижче 2,5 (ГОСТ 8625-77) і встановлюються так, щоб їх свідчення були виразно видні. Циферблат розташований у вертикальній площині або з нахилом вперед до 30 градусів. Манометр має червону межу по діленню, відповідному дозволеному робочому тиску в судині.

Всі встановлені манометри опломбовані або мають клеймо перевірки. Перевірка манометрів проводиться щорік, а також кожного разу після проведеного ремонту манометра.

Не рідше за один раз в 6 міс. підприємством виробляється додаткова перевірка робочих манометрів контрольним манометром із записом результатів в журнал контрольних перевірок. За відсутності контрольного манометра допускається виробляти додаткову перевірку перевіреним робочим манометром.

Манометр не допускається до застосування у випадках, коли відсутня пломба або клеймо, прострочений термін перевірки, стрілка манометра при його виключенні не повертається на нульову відмітку шкали, розбито скло

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
						59
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

строїв, що охолоджують, і трубопроводів від пошкоджень. Проходи поблизу холодильного устаткування завжди вільні, а підлоги проходів - в справності.

Куріння в машинних відділеннях, а також в інших приміщеннях, де встановлено холодильне устаткування, забороняється. Зварка і паяння при ремонті машин, агрегатів, апаратів, трубопроводів холодильних систем, що діють, застосовуються під спостереженням старшого технічного персоналу і за наявності письмового дозволу працівника, відповідального в організації за справний стан, правильну і безпечну експлуатацію холодильних систем.

Холодильні системи є забезпечені первинними засобами пожежогасінні відповідно до норм, що діють. Розміщення і зберігання в приміщеннях холодильних установок сторонніх предметів не допускається.

Перед початком роботи з устаткуванням в закритих приміщеннях переконаються в тому, що розвантажувальні колектори запобіжних клапанів і спускові вентиля виведені за межі приміщення і відключені від всіх повітрязбірників, сполучених з будівлею. Перевіряють, чи добре вентилюється приміщення. При необхідності для розсіювання пари хладагентів можна скористатися допоміжними вентиляційними системами (наприклад, повітродувками або вентиляторами). Перш ніж увійти до закритих приміщень, перевіряють його на наявність кисню. Для випробування на наявність кисню не можна користуватися монітором наявності витоків, оскільки з його допомогою не можна встановити, чи досить в приміщенні кисню для життєдіяльності. Для контролю за наявністю кисню у виробничих приміщеннях мають бути передбачені спеціальні прилади.

Первинну заправку або дозаправку холодильної системи хладагентом (хладоном) в умовах експлуатації рекомендується виконувати по рідкій фазі хладагента, якщо інше не передбачене організацією-изготовителем. При дозаправці використовують капілярну трубку або інший пристрій, що забезпечує дроселювання рідини, для запобігання можливості попадання рідкого холодагенту у всмоктуючу порожнину компресора.

Перед заповненням холодильної системи агентом слід упевнитися в тому, що в балоні міститься відповідний холодильний агент. Перевірка проводиться по величині тиску пари хладагента при температурі балона, рівній температурі навколишнього повітря. Перед перевіркою балон повинен знаходитися в даному приміщенні не менше 6 годин. Залежність тиску хладагента від температури навколишнього повітря перевіряється по таблиці насиченої пари.

Приміщення розподілюючих пристроїв(РП) підприємства (організації), що примикає до приміщень, належним стороннім організаціями і що має

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		61

устаткування, що знаходиться під напругою, не сполучається з ними і має окремий вихід, що закривається. Кабельні канали РП закриваються знімними негорючими плитами і містяться в чистоті.

Струмоведучі частини пускорегуючих і захисних апаратів є захищені від випадкових дотиків. У спеціальних приміщеннях (електромашинних, щитових, станцій управління і т. д.) допускається відкрита (без захисних кожухів) установка апаратів.

В чергового персоналу або особи, відповідальної за електрогосподарство, наявний запас плавких комбінованих вставок. Використання некаліброваних плавких вставок забороняється. Плавкі вставки повинні строго відповідати даному типові запобіжників.

На зовнішніх дверях РП вказуються їх найменування. Всі дроти, шини, кабелі, контрольні затиски і запобіжники маркуються по єдиній системі (ізолюваними бірками, написом або гравіюванням на корпусі або на щитку над або під затисками і запобіжниками). На запобіжниках і запобіжних витках, крім того, вказується номінальний струм плавкої вставки. Панелі РП забарвлюються в світлі тони, на них виконуються чіткі написи, які вказують призначення окремих ланцюгів, приводів. На дверях РП вивішуються застережливі плакати відповідно до вимог правил техніки безпеки. Такі написи є на лицьовій і оборотній сторонах панелей.

На всіх ключах, кнопках і рукоятках управління є написи, що вказують операцію, для якої вони призначені (“Включити”, “Відключити”, “Збавити”, “Додати” і ін.). На сигнальних лампах і інших сигнальних апаратах присутні написи, які вказують характер сигналу (“Вкл.”, “Викл.”, “Перегрів” і ін.).

Огляд і очищення розподільних пристроїв, щитів, складок, щитків від пилу і забруднення проводиться 1 раз в 3 міс.

Заземляючі пристрої електроустановок споживачів відповідають вимогам, що діють. Заземляючі пристрої забезпечують безпеку людей і захист електроустановок, а також експлуатаційні режими роботи. Для тієї частини електроустаткування, яка може виявитися під напругою унаслідок порушення ізоляції, є забезпечений надійний контакт із заземляючим пристроєм, або із заземленими конструкціями, на яких воно встановлене.

Приєднання заземляючих провідників до заземлення, заземляючого контуру і до конструкцій, що заземляються, виконане зваркою, а до корпусів апаратів, машин і опорам повітряних ліній електропередачі - зваркою або надійним болтовим з'єднанням і задовольняти вимогам ГОСТ 10434-82*.

Відкрито прокладені заземляючі провідники мають помітне забарвлення відповідно до вимог ГОСТ.

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документи</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		62

Використання землі як фазний або нульовий дріт в електроустановках напругою до 1000 В забороняється.

Тимчасові переносні заземлення, вживані для заземлення струмоведучих частин ремонтваної частини електроустановки, що складаються з провідників для закорочення фаз і провідників для приєднання до заземлюючого пристрою, виконане з неізолюваних гнучких мідних багатожильних проводів, що мають перетин, відповідний вимогам термічної стійкості при коротких замиканнях.

Для визначення технічного стану заземлюючого пристрою періодично проводяться ;

- а) зовнішній огляд видимої частини заземлюючого пристрою,
- б) огляд з перевіркою ланцюга між заземленням і елементами (відсутність обривів і незадовільних контактів в проводці, що сполучає апарат із заземлюючим пристроєм), що заземлюються, а також перевірка пробивних запобіжників трансформаторів;
- в) вимір опору заземлюючого пристрою;
- г) перевірка ланцюга фаза - нуль;
- д) перевірка надійності з'єднань природних заземлень;
- е) вибірковий розтин ґрунту для огляду елементів заземлюючого пристрою, що знаходяться в землі;
- є) вимір питомого опору ґрунту для опор ліній електропередачі напругою вище 1000 Вт.

Зовнішній огляд заземлюючого пристрою проводиться на місці з оглядом електроустаткування РУ, трансформаторних підстанцій і розподільних пунктів, а також цехових і інших електроустановок.

Про огляди, виявлені несправності і прийняті заходи мають бути зроблені відповідні записи в журналі огляду заземлюючих пристроїв або оперативному журналі.

На кожен заземлюючий пристрій, що знаходиться в експлуатації, є паспорт, що містить схему заземлення, основні технічні дані, дані про результати перевірки стану заземлюючого пристрою, про характер ремонтів і зміни, внесені до даного пристрою.

Особливості впливу електричного струму на організм людини.

Електричний струм, проходячи через тіло людини, зумовлює перетворення поглинутої організмом електричної енергії в інші види і спричиняє термічну, електролітичну, механічну і біологічну дію.

Найбільш складною є біологічна дія, яка притаманна тільки живим організмам. Термічний і електролітичний вплив властиві будь-яким провідникам.

Термічний вплив електричного струму характеризується нагріванням тканин

					КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6	Лист
						63
Зм.	Лист	№ документи	Підпис	Дата		

Змінний струм небезпечніший за постійний. При струмі 20-25 мА пальці судомно стискають узятий в руку предмет, який опинився під напругою, в м'язи передпліччя паралізуються і людина не може звільнитися від дії струму. У багатьох паралізуються голосові зв'язки: вони не можуть покликати на допомогу.

Наслідок ураження людини електричним струмом залежить від

- сили струму
- часу проходження через організм
- характеру струму (змінний або постійний)
- напруги, частоти
- опору тіла людини
- шляху протікання в тілі людини
- фізичного стану людини
- умов навколишнього середовища

Має значення струму через тіло і особливо місця входу і виходу струму. Із можливих шляхів проходження струму через тіло людини найбільш небезпечним є той, при якому вражається головний мозок (голова-руки, голова-ноги), серце і легені (руки-ноги). Але відомі випадки смертельних уражень електричним струмом, коли струм зовсім не проходив через серце, легені, а йшов, наприклад, через палець або через дві точки на гомілці. Це пояснюється існуванням на тілі людини особливо уразливих точок, які використовують при лікуванні голкотерапією. При ураженні електричним струмом насамперед необхідно надати потерпілому першу долікарську допомогу.

Захисне заземлення - навмисне електричне з'єднання із землею або її еквівалентом металевих неструмоведучих частин, які можуть виявитися під напругою.

Проведемо розрахунок захисного заземлення.

Розрахункове значення питомого опору ґрунту:

$$\rho_{гр} = \rho_p \cdot \psi, \text{ Ом} \cdot \text{м}, \quad (9.4)$$

де: ρ_p – питомий опір Ом/м; $\rho_p = 30 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ – для чорнозему;

ψ – кліматичний коефіцієнт, $\psi = 1,1 \text{ Ом} \cdot \text{м}$;

$$\rho_{гр} = 30 \cdot 1,1 = 33 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

Приймаємо електроди сталеві вертикальні трубні: діаметр стрижня $d = 0,04 \text{ м}$, довжина стрижня $l = 3 \text{ м}$, відстань між стрижнями $l' = 6 \text{ м}$. Відстань від середини стрижня до рівня землі:

$$t = \frac{l}{2} + t_3, \text{ м} \quad (9.5)$$

де: t_3 – відстань від вершини стрижня до рівня землі, м. приймаємо:

$$t_3 = 0,5 \text{ м}.$$

$$t = \frac{3}{2} + 0,5 = 2 \text{ м}.$$

Розраховуємо опір одного вертикального заземлення:

$$R_0 = \frac{\rho_{\text{гр}}}{2 \cdot \pi \cdot 1} \left[\ln \left(\frac{2 \cdot 1}{d} \right) + \frac{1}{2} \ln \left(\frac{4t+1}{4t-1} \right) \right], \text{ Ом.} \quad (9.6)$$

$$R_0 = \frac{33}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left[\ln \left(\frac{2 \cdot 3}{0,04} \right) + \frac{1}{2} \ln \left(\frac{4 \cdot 2 + 1}{4 \cdot 2 - 1} \right) \right] = 9,28, \text{ Ом.}$$

Мінімальна кількість заземлювачів:

$$n = \frac{R_0}{R_{\text{тр}}}, \text{ шт,} \quad (9.7)$$

де: $R_{\text{тр}}$ – необхідний опір, Ом; $R_{\text{тр}} \leq 4 \text{ Ом}$;

$$n = \frac{9,28}{4} = 2,28 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n = 2 \text{ шт.}$

Відношення відстані між стрижнями до довжини стрижня:

$$\frac{l'}{l} = \frac{6}{3} = 2.$$

Опір системи вертикальних стрижньових заземлювачів:

$$R_{\text{сз}} = \frac{R_0}{n \cdot \eta_{\text{в}}}, \quad (9.8)$$

де: $\eta = 0,85$ – коефіцієнт використання вертикальних стрижньових заземлювачів; Визначається по таблиці 19 [5].

$$R_{\text{сз}} = \frac{9,28}{4 \cdot 0,91} = 2,54 \text{ Ом.}$$

Загальна довжина сполучної смуги (контурне заземлення):

$$L_{\text{п}} = l' \cdot (n-1) = 6 \cdot (2-1) = 6 \text{ м.}$$

Визначимо опір розтікання струму сполучної смуги:

$$R_{\text{п}} = \frac{\rho_{\text{гр}}}{2 \cdot \pi \cdot \eta_{\text{г}} \cdot L_{\text{п}}} \cdot \ln \frac{L_{\text{п}}^2}{d \cdot t_3}, \text{ Ом,} \quad (9.9)$$

де: d – зовнішній діаметр труби, м; $d = b \cdot 0,5 = 0,05 \cdot 0,5 = 0,03 \text{ м}$;

$$R_{\text{п}} = \frac{33}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,94 \cdot 6} \cdot \ln \frac{6^2}{0,03 \cdot 0,5} = 7,25 \text{ Ом.}$$

Загальний опір системи заземлення:

$$R_{\text{с}} = \frac{R_{\text{п}} \cdot R_{\text{сз}}}{R_{\text{п}} + R_{\text{сз}}}, \text{ Ом} \quad (9.10)$$

$$R_c = \frac{7.78 \cdot 2.24}{7.78 + 2.24} = 1.7 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом.}$$

$R_c < 4 \text{ Ом}$, що говорить про правильність розрахунку заземлення.

Пожежі на холодильних підприємствах представляють велику небезпеку для тих, хто працює і може заподіяти величезний матеріальний збиток. Питання забезпечення пожежної безпеки виробничих будівель і споруд мають велике значення і регламентуються спеціальними державними постановами і рішеннями.

Пожежна безпека забезпечена заходами пожежної профілактики і активного пожежного захисту. Поняття пожежної профілактики включає комплекс заходів, необхідних для запобігання виникненню пожежі або зменшення його наслідків. Під активним пожежним захистом розуміються заходи, що забезпечують успішну боротьбу з виникаючими пожежами або вибухонебезпечною ситуацією.

Як вже було вказано вище, дане виробництво по вибухопожежній і пожежній небезпеці відноситься до категорії Б (вибухопожежнебезпечно).

Для захисту будівель і споруд від поширення пожежі на весь об'єкт (при його виникненні) передбачають протипожежні перешкоди. До таких перешкод відноситься протипожежні стіни, перегородки, перекриття, зони, тамбури шлюзи і ін. Всі конструкції виконуються з негорючих матеріалів (гіпсові або гіпсоволокнисті плити при вмісті органічної маси 8% (по масі)).

Використання автоматичних засобів виявлення пожеж є одним з основних умов забезпечення пожежної безпеки в на даному підприємстві, оскільки дозволяє оповістити черговий персонал про пожежу і місце його виникнення.

В компресорному цеху присутні сповіщувачі пожежі ручної дії, призначені для видачі дискретного сигналу при натисненні відповідної пускової кнопки, і автоматичної дії для видачі дискретного сигналу досягши заданого значення фізичного параметра (температури, спектру світлового випромінювання, диму і ін.).

Для гасіння пожежі, в основному застосовують вогнегасники.

При гасінні пожеж піною широко застосовують генератори високократної піни ГВП і хімічні вогнегасники ОВП-10.

Генератори ГВП мають декілька розмірів: ГВП-200, ГВП-600, ГВП-2000. Відрізняються вони один від одного геометричними розмірами і продуктивністю (від 200 до 2000 л/с).

Вогнегасник ОВП-10 хімічний, пінний (модель 10). Забороняється застосовувати цей тип вогнегасників при гасінні електроустановок, що горять, оскільки піна, що утворюється, електропровідна.

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		67

Вуглекислотні вогнегасники застосовують при гасінні пожеж: у електроустановках, що знаходяться під напругою до 1000 В,

Порошкові вогнегасники застосовують при гасінні загорянь на легкових і вантажних машинах.

Пожежне водоймище, призначене для запасу води, розраховується по формулі:

$$V = \frac{g \cdot k \cdot \tau \cdot n}{1000} \cdot 3600, \text{ м}^3, \quad (9.11)$$

де: k - коефіцієнт запасу, приймається $k = 1,1 \dots 1,2$;

n – кількість пожеж, шт;

g – витрата води на 1 м² приміщення;

τ – час пожежогасіння.

$$V = \frac{10 \cdot 1,2 \cdot 2 \cdot 1}{1000} \cdot 3600 = 86,4 \text{ м}^3.$$

Машинні і апаратні відділення фреонових холодильних установок обладнані системами приточно - витяжною механічною вентиляцією з кратністю повітрообміну в годину, не менше 3 для припливу і 4 для витягу.

Система вентиляції може служити для подачі (припливу) або видалення (витягу) повітря з приміщення або для того і іншого (приточно-витяжною). Вона також може бути загальнообмінною або місцевою.

Розрахуємо повітрообмін в приміщенні за годину:

$$L = k \cdot V, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (9.12)$$

де: k – кратність вентиляції або повітрообміну:

- приплив $k_{\text{прит}} = 3$;

- витяг, це і аварійна вентиляція $k_{\text{вит}} = 4$;

V – об'єм приміщення, м³;

$$V = A \cdot B \cdot H = 24 \cdot 6 \cdot 3 = 432 \text{ м}^3. \quad (9.13)$$

Продуктивність припливної вентиляції:

$$L_{\text{прит}} = k_{\text{прит}} \cdot V, \text{ м}^3/\text{год}; \quad (9.14)$$

$$L_{\text{прит}} = 3 \cdot 432 = 1296 \text{ м}^3/\text{год};$$

Продуктивність витяжної (аварійної) вентиляції:

$$L_{\text{вит}} = k_{\text{вит}} \cdot V, \text{ м}^3/\text{год}; \quad (9.15)$$

$$L_{\text{вит}} = 4 \cdot 432 = 1728 \text{ м}^3/\text{год};$$

Розрахунок потужності електродвигуна системи вентиляції:

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		68

$$N = \frac{k \cdot L \cdot \Delta H \cdot 10^{-6}}{3,6 \cdot \eta_{\text{вен}} \cdot \eta_{\text{пер}}}, \text{кВт} \quad (9.16)$$

Для припливної вентиляції:

$$N = \frac{1,5 \cdot 1296 \cdot 300 \cdot 10^{-6}}{3,6 \cdot 0,7 \cdot 0,9} = 0,2 \text{ ;кВт}$$

Для витяжної (аварійної) вентиляції:

$$N = \frac{1,5 \cdot 1728 \cdot 300 \cdot 10^{-6}}{3,6 \cdot 0,7 \cdot 0,9} = 0,3 \text{ ;кВт}$$

Відповідно з виконаним розрахунком по каталогу [3] вибираємо вентилятори:

при витраті повітря $L = \frac{1728 \text{ м}^3}{\text{год}}$ і потужності $N = 0,3 \text{ кВт}$ – ВЦ4-75-6.3 ;

при витраті повітря $L = \frac{1296 \text{ м}^3}{\text{год}}$ і потужності $N = 0,2 \text{ кВт}$ – ВЦ4-75-5;

При освітленні виробничих приміщень використовують природне освітлення, що створюється світлом неба (прямим і відбитим), штучне, здійснюване електричними лампами, і поєднане, при якому в світлий час доби недостатнє по нормах природне освітлення доповнюється штучним.

Проведемо розрахунок освітлення машинного відділення методом світлового потоку. При цьому вибираємо: джерело світла - лампи люмінесцентні; систему освітлення - загальне освітлення; тип світильника – ПВЛ; розміри приміщення: довжина $A = 12 \text{ м}$, ширина $B = 6 \text{ м}$, висота $H = 3 \text{ м}$.

Приймаємо : $L/H_p = 1,5$

де: L – відстань між центрами світильників, м;

H_p – висота світильників над робочою поверхнею, м.

Визначимо висоту світильників над робочою поверхнею:

$$H_p = H - (H_1 + H_2), \text{ м}, \quad (9.17)$$

де: H_1 – висота робочої поверхні, м; $H_1 = 0,8 \text{ м}$;

H_2 – відстань від світильника до стелі м; $H_2 = 0,2 \text{ м}$;

$$H_p = 3 - (0,8 + 0,2) = 2 \text{ м}.$$

Визначимо відстань між центрами світильників. З рівняння

$L/H_p = 1,5$, знаходимо, що:

$$L = 1,5 \cdot 2 = 3 \text{ м}.$$

Кількість світильників:

$$n = \frac{A \cdot B}{L^2} = \frac{24 \cdot 6}{3^2} = 16 \text{ шт.} \quad (9.18)$$

					КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6	Лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		69

Приймаємо $n = 16$ шт.

Визначаємо світловий потік ламп світильника:

$$\Phi = E_n \cdot S \cdot k \cdot z \cdot \eta \quad ,\text{лм} \quad (9.19)$$

де E_n – мінімальна нормована освітленість, ухвалюємо $E_n = 150$ лк;

S – площа приміщення, $S = 144 \text{ м}^2$;

k – коефіцієнт запасу, що враховує старіння ламп, $k = 1.5$; [2]

z – коефіцієнт нерівномірності освітлення; $z = 1.1$ (для ламп накаливання);

η – коефіцієнт використання світлового потоку, який залежить від величини i – індексу приміщення.

Визначимо індекс приміщення:

$$i = \dots \quad (9.20)$$

Тоді при індексі приймаємо коефіцієнт використання $\eta = 40$ [2]

$$\Phi = 5568, \text{лм} \quad (9.21)$$

Відповідно до виконаного розрахунків вибираємо стандартну лампу типу ЛБ80, яка має світловий потік 5220 лм. [2]

Потужність всієї системи освітлення:

$$P = N \cdot n \cdot P_{\text{л}} = 16 \cdot 16 \cdot 5220 = 1336320, \text{Вт} \quad (9.22)$$

Відхилення дійсного світлового потоку від розрахункового

$$\Phi = \frac{5220 - 5568}{5220} \cdot 100\% = -6\% \quad (9.23)$$

Долікарняна допомога

Вдихання пари холодоагента R134a у великих концентраціях може викликати тимчасове притуплення діяльності центральної нервової системи, що супроводжується сонливістю, летаргією і слабкістю. До інших можливих ефектів можна віднести запаморочення, приємне відчуття сп'яніння, а також втрату координації рухів. Тривале вдихання пари хладагента може викликати порушення серцебиття, втрату свідомості, а вдихання дуже великих доз може навіть привести до смертельного результату.

Людину що відчула будь-який з первинних симптомів, необхідно швидко вивести на свіже повітря і забезпечити йому спокій і нерухомість. При зупинці дихання необхідно зробити штучне дихання. Якщо дихання утруднене, дати кисень і викликати лікаря. Такі симптоми можуть виявлятися при дії самих різних концентрацій, а тому при появі будь-якого з цих симптомів слідує як найшвидше покинути виробниче приміщення, навіть

якщо у інших працівників, що знаходяться поруч, ці симптоми не виявляються.

При великому викиді холодоагенту пари можуть концентруватися в поверхні підлоги або на низькорозташованих ділянках і витіснити кисень, що є там, що викликає асфіксію. У випадку, якщо виллється велика кількість рідкого холодоагенту або станеться значний витік, необхідно надіти відповідні засоби індивідуального захисту. При роботі в закритих приміщеннях, наприклад, в підвалах, де могли скупчитися пари хладагента, слід користуватися автономними дихальними апаратами або респіраторами із зовнішньою подачею повітря. Перед входом необхідно перевірити всі виробничі приміщення на наявність кисню за допомогою відповідного контрольного устаткування. Коли перший працівник входить в приміщення, другою повинен залишатися зовні, і між ними має бути протягнутий рятувальний леєр.

Для забезпечення циркуляції повітря на рівні підлоги і в будь-яких підвальних і розташованих низько приміщеннях можна скористатися повітродувками або вентиляцією.

Не слід розраховувати на нюх для оцінки безпеки виробничих приміщень, призначених для персоналу. Єдино надійними способами служать регулярні перевірки на витік і моніторинг якості повітря.

Свідоме вдихання пари холодоагенту може привести до смерті.

Попадання агента на шкіру і в очі. При кімнатній температурі пари фреону R 134a не надають серйозної дії на шкіру або очі. Якщо існує небезпека попадання рідких хладагентів на шкіру, потрібно обов'язково носити захисний одяг, у тому числі з довгими рукавами, і рукавички. Серед засобів індивідуального захисту в персоналу мають бути захисні окуляри і лицьовий щиток для захисту очей. В разі попадання в очі рідкого хладагента їх слід рясно промити водою, а потім звернутися за медичною допомогою. Попадання на шкіру або в очі рідкого хладагента приводить до їх різкого охолодження, викликаючи обмороження. Якщо на працівника виплеснувся рідкий агент, необхідно зразу зняти весь одяг, на який попав холодильний агент, щоб уникнути обширного обмороження. Промити уражену ділянку теплою водою (не холодною і не гарячою). Не слід накладати пов'язки або використовувати мазі. Необхідно якомога швидше звернутися за медичною допомогою.

Дотримання вимог охорони праці гарантує уникнути нещасних випадків і забезпечити безпечний і комфортний для працівників процес. Необхідно пам'ятати, що безпека людей і довкілля значною мірою знаходиться в руках самої людини. Тому, суворе дотримання правив і вимог

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
						71
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

охорони праці надасть можливість уникнути нещасних випадків і аварій, як на виробництві, так і в побуті, а також сприятиме збереженню здоров'я людей.

Стійкість роботи фруктосховища — це здатність його в надзвичайних ситуаціях зберігати продукцію у запланованому обсязі, необхідної номенклатури і відповідної якості, а у випадку впливу на об'єкт вражаючих факторів, стихійних лих та виробничих аварій — у мінімально короткі строки відновити свою роботу. Залежить вона від таких основних факторів: розміщення об'єкта відносно великих міст, об'єктів атомної енергетики, хімічної промисловості, великих гідротехнічних споруд, військових об'єктів та ін.; природокліматичних умов, технології виробництва; надійності захисту працюючих, населення від впливу вражаючих факторів, наслідків стихійних лих і виробничих аварій, катастроф; надійності системи постачання об'єкта всім необхідним для роботи (холодильними агентами, мастилами, електроенергією, газом, водою, запасними частинами, технікою та ін.); здатності інженерно-технічного комплексу протистояти надзвичайним ситуаціям; стійкості управління виробництвом і ЦЗ, психологічної підготовленості керівного складу, спеціалістів і населення до дій в екстремальних умовах; навченості керівного складу ЦЗ об'єкта і населення правильно виконувати комплекс заходів цивільного захисту; масштабів і ступеня вражаючої дії стихійного лиха, виробничої аварії, катастрофи чи зброї і підготовленість об'єкта до ведення рятувальних та інших невідкладних робіт для відновлення порушеного виробництва. Дані фактори визначають і основні вимоги стійкості роботи об'єктів у надзвичайних ситуаціях та шляхи її підвищення.

На мою думку більш підготовленими до стійкої роботи будуть ті об'єкти, які реально оцінять фактори, їх несприятливий вплив на виробництво і розроблять відповідні заходи. Завчасне проведення організаційних, та інших заходів максимально знизить результати впливу уражаючих факторів мирного і воєнного часу і створить сприятливі умови для швидкої ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Робота об'єкта в цілому складається з роботи окремих галузей виробництва. Тому необхідно розглянути стійкість у надзвичайних умовах окремих галузей виробництва.

На основі вивчення факторів, які впливають на стійкість роботи об'єктів, і оцінки стійкості елементів і галузей виробництва проти уражаючих факторів ядерної, хімічної і біологічної зброї, стихійних лих і виробничих аварій, необхідно завчасно організувати і провести організаційні, інженерно-технічні й

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		72

технологічні заходи для підвищення стійкості роботи.

Здійснення організаційних заходів передбачає завчасну підготовку всіх структур цивільного захисту, служб і формувань до надзвичайних ситуацій. Вжиттям технологічних заходів підвищується стійкість роботи об'єктів шляхом змінювання технологічних процесів, режимів, можливих в умовах надзвичайних ситуацій.

Інженерно-технічні заходи мають забезпечити підвищену стійкість виробничих споруд, технологічних ліній, устаткування, комунікацій об'єкта до впливу вражаючих факторів під час надзвичайних ситуацій.

При проведенні цих заходів необхідно враховувати конкретні умови фрукто-овочесховища. Проте є загальні організаційні інженерно-технічні заходи, які мають проводитись на всіх об'єктах.

1. Забезпечення захисту людей та їх життєдіяльності. Постачання населення продуктами харчування, питною водою, предметами першої необхідності; комунальне побутове обслуговування населення з урахуванням проведення евакуаційних заходів, забезпечення захисту продовольчих запасів. Навчання населення способам захисту, надання першої допомоги, практичним діям в умовах надзвичайних ситуацій, морально-психологічна підготовка населення для виживання.

2. Захист цінного й унікального устаткування. Захистити цінне і унікальне устаткування можна завдяки проведенню інженерно-технічних заходів, щоб зменшити небезпеку пошкодження і руйнування цінного й унікального устаткування. Варіантами такого захисту є розміщення зазначеного устаткування в заглиблених приміщеннях а також використання спеціальних захисних пристосувань, закріплення холодильних агрегатів на фундаментах, застосування контрфорсів для підвищення стійкості проти перекидання обладнання. Котельні слід розміщувати в спеціальному окремо розміщеному приміщенні. Якщо об'єкт одержує тепло з міської теплоцентралі, необхідно провести заходи для забезпечення стійкості трубопроводів і розподільних пристроїв, підведених до об'єкта. Теплова мережа має будуватися за кільцевою системою з прокладанням труб у спеціальних каналах зі з'єднанням паралельних ділянок. Для відключення пошкоджених ділянок мають бути встановлені запірно-регулюючі засувки, вентилі та ін. Ці пристосування необхідно розміщувати в оглядових колодязях, на території, що не завалюється при руйнуванні будівель.

Система каналізації має будуватись окремо: одна для дощових, друга для промислових і господарських вод. На об'єкті має бути не менше двох виводів з підключенням до міських каналізаційних колекторів, а також виводи і ко-

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		73

лодязі з аварійними засувками на об'єктових колекторах з інтервалом 50 м на території, що не завалюється, для аварійного скидання неочищеної води в найближчі штучні та природні заглиблення.

3. Забезпечення стійкості роботи паливно-енергетичного комплексу і водопостачання. Створення резерву енергетичних потужностей за рахунок автономних пересувних електростанцій, а також місцевих джерел електроенергії. Підготовка автономних електростанцій до роботи за спеціальним режимом (графіком) для забезпечення технологічних процесів виробництва, для яких неможливі тривалі перерви в електропостачанні.

З метою попередження аварій на електричних мережах необхідно установити автоматичну систему відключення при виникненні перенапруги. Повітряні лінії електропостачання замінити на підземно-кабельні.

Створення необхідних запасів (резервів) мастильних матеріалів, холодильних агентів та й організація їх безпечного зберігання.

Для підвищення стійкості забезпечення водою слід провести такі заходи. Необхідно створити основні і резервні джерела водопостачання. Як резервне джерело краще мати артезіанську свердловину, яку необхідно підключити до системи водопостачання. Крім того, воду можна брати з близько розміщеної природної водойми або спорудити штучну водойму чи резервуари з обладнанням пристроїв для збору і перекачування води.

Всі ділянки водопостачання повинні бути заглиблені в ґрунт з обладнанням пожежних гідрантів і пристроїв для відключення пошкоджених ділянок. Локальні мережі водопостачання окремих великих підприємств варто з'єднати із загальноміською системою водопостачання в єдине кільце.

Підвищенню стійкості забезпечення водою сприяє подавання води безпосередньо в мережу поза водонапірними баштами, спорудження обвідних ліній для подання води поза пошкодженими спорудами.

Завчасне вжиття заходів захисту вододжерел, водопровідних споруд, свердловин і шахтних колодязів від забруднення радіоактивними речовинами, зараження хімічними і біологічними засобами.

4. Стійкість роботи автотранспортної та іншої техніки, технологічного обладнання і механізмів. Організація своєчасного оповіщення гаража, водіїв, про загрозу надзвичайної ситуації.

5. Забезпечення стійкого постачання об'єкта. Для забезпечення виробництва продукції необхідні електроенергія, мастила, запасні частини, сировина та інші матеріально-технічні засоби. Забезпечення об'єктів цими ресурсами дасть можливість випускати необхідну продукцію в надзвичайних умовах мирного і воєнного часу. Тому повинні проводитись такі заходи, які б забез-

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		74

печили стійкість постачання і сприяли підвищенню захисту мережі електро-, водопостачання, транспортних комунікацій і джерел постачання всім необхідним для забезпечення функціонування фруктоовочесховища в надзвичайних умовах.

З метою попередження аварій на електричних мережах необхідно встановити автоматичну систему відключення перенапруги.

Запас резервних матеріалів необхідно розраховувати на такі строки роботи підприємства, за які можливе відновлення регулярного постачання.

Передбачити, на випадок перебоїв в постачанні підприємствами-суміжниками, створення місцевих матеріалів, сировини для виготовлення комплектуючих виробів і інструментів силами свого підприємства.

6. Забезпечення збереження й відновлення будівель і споруд. Оцінка можливих ступенів руйнування будівель і споруд господарства, населеного пункту. Визначення обсягу невідкладних ремонтних робіт, потреби в будівельних матеріалах.

Розрахунок сил і засобів для проведення невідкладних ремонтних та інших робіт, а також знезаражування приміщень, виробничих ділянок і території.

Створення і підготовка спеціальних формувань для ремонтно-відновних, будівельних та інших робіт на об'єкті. При будівництві нових будівель і захисних споруд врахувати вимоги ЦЗ.

Розробка комплексу протипожежних заходів, які виключали б можливість виникнення масових пожеж.

7. Забезпечення надійності системи управління і зв'язку. Організація захищеного пункту управління, оснащення його засобами зв'язку, які б дали можливість швидко доводити сигнали ЦЗ до всіх виробничих підрозділів і населення у місцях проживання.

Розробка документів, які регламентують чіткі дії персоналу для забезпечення сталої роботи об'єкта в надзвичайних умовах.

Підготовка необхідного резерву кадрів спеціалістів, робітників для зміни тим, які будуть мобілізовані.

Планування збору даних про обстановку, передачу команд і розпоряджень в умовах впливу на об'єкт вражаючих факторів. Організація використання радіозасобів, телефонного зв'язку, посильних для зв'язку з віддаленими населеними пунктами, виробничими підрозділами, а також з колонами евакуйованого населення, що перебувають у дорозі, і відповідальними особами, які супроводжують під час евакуації.

Забезпечення дублювання ліній і каналів зв'язку.

Для підтримання на високому рівні ЦЗ регулярно проводити підготовку

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		75

спеціалістів, проводити об'єктові тренування і командні навчання.

8. При розробці інженерно-технічних заходів, спрямованих на підвищення стійкості електротехнічних і електронних систем, мають бути застосовані способи боротьби з наслідками впливу електромагнітних імпульсів (ЕМІ) або захист від проникнення імпульсів — не допустити наведені токи до чутливих вузлів і елементів устаткування.

Сучасний рівень знань про природу і властивості ЕМІ дає можливість розробити захист від нього і впровадити заходи захисту, до яких входять схеми стійкі до електромагнітної інтерференції, радіоелектронні елементи, стійкі до ЕМІ, екранування окремих пристроїв або цілих електронних систем.

Основна мета захисних пристроїв від ЕМІ — не допустити наведені токи до чутливих вузлів. Найбільш простим способом захисту є укладання обладнання повністю або окремих вузлів у захисні струмопровідні заземлені екрани і установка спеціальних захисних пристроїв на всіх лініях, трубопроводах, отворах і вікнах, які з'єднують внутрішні приміщення з обладнанням і зовнішнім середовищем. Ефективним буде заземлення окремих монтажних контурів (незалежно від заземлення екранів), застосування скручених пар проводів, провідних зв'язків усередині обладнання за деревовидною схемою. Для захисту провідних ліній або антен доцільно послідовно з грозовим розрядником встановлювати полосові фільтри.

Для захисту силового кабелю на вході в обладнання можна застосувати радіочастотні дросельні котушки і надшвидкодіючі варистори-резистори, які міняють свій опір залежно від напруги.

Оцінюючи стійкість роботи і проведення заходів підвищення стійкості роботи мережі електропостачання, оповіщення, ЕОМ та іншого важливого устаткування в умовах надзвичайних ситуацій керівникам і спеціалістам необхідно врахувати важливе ураження від оцінки стійкості до електромагнітного імпульсу (ЕМІ) та захист від нього.

ЗАХИСТ РОБОЧИХ І СЛУЖБОВЦІВ ВІД СИЛЬНО ДІЮЧИХ ОТРУЮЧИХ РЕЧОВИН (Фасген)

Безпека і надійність роботи персоналу забезпечується суворим дотриманням технологічних режимів експлуатації основних виробничих агрегатів і перевантажувальних комплексів, своєчасним проведенням капіталь-

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		76

них і регламентних ремонтів.

Основні напрямки діяльності адміністрації в питаннях попередження локалізації і ліквідації надзвичайних ситуацій:

1. Попередження виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру і забезпечення мінімізації збитку у разі стихійного лиха, аварій, катастроф, вибухів:

- планування заходів щодо попередження і ліквідації надзвичайних ситуацій; прогнозування можливості виникнення надзвичайних ситуацій і масштабів їх розвитку; безперервний контроль за станом навколишнього природного середовища; забезпечення необхідного рівня оснащення і підготовки аварійно-рятувальних формувань; організація їх підготовки для дій з призначення; створення необхідних запасів матеріальних засобів, зв'язку, засобів індивідуального захисту, медичного устаткування.

2. Оповіщення персоналу і населення про загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій, постійне інформування про обстановку, що складається:

- створення локальних систем оповіщення;
- забезпечення ефективної роботи диспетчерської служби;

3. Виконання заходів щодо захисту основних виробничих фондів (забезпечення стійкості систем водопостачання, тепlopостачання, електропостачання, газопостачання і так далі).

4. Підготовка і перепідготовка осіб керівного, інженерно-технічного складу по питаннях охорони праці, цивільній обороні, пожежній безпеці.

5. Захист персоналу заводу від наслідків надзвичайних ситуацій:

- забезпечення засобами захисту, приладами контролю;
- укриття в захисних спорудах;
- евакуація;
- медичне забезпечення.

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		77

6. Організація і проведення рятувальних і інших невідкладних робіт, організація життєзабезпечення персоналу у разі надзвичайних ситуацій:

- планування заходів щодо ліквідації надзвичайних ситуацій і ведення рятувальних і інших невідкладних робіт (план ЦО, об'єктова підсистема, інструкції);

- забезпечення управління підприємством в екстремальних умовах;

- організація рятувальних і інших невідкладних робіт.

Для своєчасного реагування на можливі надзвичайні ситуації, пов'язані з викидом (протокою) аміаку і інших шкідливих речовин в атмосферу, на заводі є автоматизована система контролю навколишнього середовища (АСКНС), що забезпечує постійний контроль і своєчасне виявлення шкідливих речовин в повітрі на території заводу і в довколишніх населених пунктах.

Система АСКНС включає п'ять станцій багатокомпонентного контролю атмосфери, які автоматично, в постійному режимі передають інформацію на комп'ютер диспетчера про наявність в атмосфері наступних речовин: аміаку, метанолу, окислу вуглецю, двоокиси сірі, водяної пари, окислу і двоокису азоту.

Є система моніторингу аміаку в місцях виробництва, перевантаження і зберігання фреону, що складається з 31 датчика, які в автоматичному режимі передають інформацію про наявність аміаку в атмосфері на комп'ютер диспетчера заводу і в ЦПУ цехів виробництва фреону, а також оперативному черговому Головного управління МНС в Одеській області.

На підприємстві впроваджена автоматизована комп'ютерна система моделювання і розрахунку зон ураження при розливах аміаку, що дозволяє в режимі реального часу і на будь-який прогнозований період визначити території, що потрапили в зону зараження, і концентрацію фреону в них. При цьому автоматично враховується вплив метеорологічних параметрів: швидкість і напрям вітру, температура, вологість, стан атмосфери, які пос-

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документу</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		78

тупають на комп'ютер з автоматичної метеостанції.

Межі допустимої концентрації фреону:

- у населеному пункті – 0.2 мг/м³;
- на території підприємства – 7 мг/м³;
- вражаюча концентрація – 250 мг/м³;
- смертельна концентрація – 1000 мг/м³;

Запах аміаку відчувається при концентрації більше 0.5 мг/м³.

Безпека персоналу підприємства забезпечується наявністю індивідуальних і колективних засобів захисту. Кожному працівникові заводу виданий протигаз з коробкою мазкі КД, орієнтовний час захисної дії якого наступний:

- при концентрації 100 мг/м³ – 75 годин; 300 мг/м³ – 25 годин;
- 2000 мг/м³ – 4 години.

Є три захисні споруди, призначені для укриття і захисту людей від отруйливих речовин, проникаючої радіації, світлового випромінювання, ударної хвилі, радіоактивного пилу, бактерійних засобів, місткістю 600 чоловік кожне, із ступенем ослаблення проникаючої радіації - 2000. Устаткування захисних споруд забезпечує їх експлуатацію в режимах:

I – чистій вентиляції;

II – фільтровентиляція повітря;

III – повній ізоляції від зовнішнього повітря, з регенерацією і створенням підпору повітря.

На підставі Закону України Про цивільну оборону України, Закону України "Про єдину державну систему по попередженню і реагуванню на надзвичайні ситуації техногенного і природного характеру" на заводі є відділ по питаннях надзвичайних ситуацій і цивільній обороні.

Штатний склад відділу - 4 людини.

Відділ по питаннях здійснює:

- роботу по впровадженню і реалізації на заводі державних правових

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		79

норм у сфері цивільної оборони, захисту працюючого персоналу і територій від надзвичайних ситуацій;

- розробку планів цивільної оборони і здійснення організаційних в інженерно-технічних заходів, направлених на попередження надзвичайних ситуацій і підвищення стійкості функціонування заводу в надзвичайних ситуаціях;

- організацію взаємодії аварійно-рятувальних служб заводу;

- забезпечення взаємодії з місцевими виконавськими органами і координацію дій з органами управління територіальних структур МНС України при реагуванні на надзвичайні ситуації і ліквідації їх наслідків;

- організацію роботи диспетчерської служби заводу по сповіщенню працюючого персоналу ОПЗ, розташованих поблизу заводу підприємств і населення при загрозі і виникненні надзвичайних ситуацій;

- забезпечення роботи автоматизованих систем аналізу і прогнозу хімічної обстановки і технічних засобів сповіщення;

- підтримка в постійній готовності до використання колективних засобів захисту, запасного пункту управління цивільної оборони і запасного диспетчерського пункту;

- підготовку і навчання персоналу заводу по питаннях цивільної оборони, попередження і реагування на надзвичайні ситуації.

Зовнішній і внутрішній контури системи контролю рівня загазованості повинні мати два рівні контролю концентрації аміака в повітрі:

- I рівень. Гранично допустима концентрація (ГДКр.з);

- II рівень. Аварійний витік фреону - концентрація фреону у місцях установки датчиків досягла величини, рівної 25 ГДКр.з

е) Система повинна бути обладнана автоматичними засобами, що дозволяють контролювати рівень загазованості на промисловому майданчику (I рівень зовнішнього контура контролю) і прогнозувати розповсюдження зони хімічного зараження за територію об'єкту. Таке оснащення повинне

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>80</i>

бути обґрунтоване оцінкою можливих наслідків аварії, підтвердженої відповідними розрахунками.

ж) Для фреонових холодильних установок, що мають в своєму складі технологічні блоки III категорії вибухонебезпеки.

з) Допускається установка сигналізаторів концентрації пари фреону, що спрацьовують при заданих значеннях концентрацій. Об'єм інформації від встановлених сигналізаторів повинен бути достатнім для формування відповідних дій, що управляють.

и) Система контролю рівня загазованості при перевищенні заданої величини концентрації фреону повинна забезпечувати автоматичне виконання наступних дій:

Висновок

Виконуючи усі вимоги по захисту ми огорожуємо себе від небезпеки, вчасно визначитись зоною аварії, нам дає час на ліквідування осередків. Необхідно пам'ятати, що безпека людини та навколишнього середовища в значній мірі знаходиться в руках самої людини. Тому суворе дотримання правил та вимог охорони праці на підприємстві надасть можливість уникнути нещасних випадків та аварій на виробництві.

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.1.6</i>	<i>Лист</i>
						81
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

