

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**  
**Навчально-науковий інститут технічної інженерії ім. акад. І.С.Гулого**  
**Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки**

«До захисту в ЕК»

«До захисту допущено»

Директор інституту (декан факультету)

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Сергій Блаженко \_\_\_\_\_  
(підпис) (ім'я та прізвище)

\_\_\_\_\_ Валентин Петренко \_\_\_\_\_  
(підпис) (ім'я та прізвище)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**  
зі спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»  
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійна програма «Холодильні техніка та технології»  
на тему: КДП з розширення компресорного аміачного цеху м'ясопереробного заводу «Легко» у місті Миронівка: проектування додаткового компресорного обладнання та спіральної швидкоморозильної установки потужністю 560 кВт для заморожування 84 тонн готової продукції на добу, перша черга.

**Виконав:** здобувач 4 курсу, групи ХМ-4-4

\_\_\_\_\_ Радченко Назар Олегович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Форсюк Андрій Васильович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

**Консультанти** \_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище) \_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище) \_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище) \_\_\_\_\_ (підпис)

**Рецензент:** \_\_\_\_\_ Роман Грищенко \_\_\_\_\_  
(ім'я та прізвище) (підпис)

Я як здобувач НУХТ розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2025 р.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім.акад.  
І.С.Гулого

Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування  
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Холодильні техніка та технології

## ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЕХТ

проф. Валентин Петренко

“10” квітня 2025 року

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

#### Радченко Назар Олегович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи:** КДП з розширення компресорного аміачного цеху м'ясопереробного заводу «Легко» у місті Миронівка: проектування додаткового компресорного обладнання та спіральної швидкоморозильної установки потужністю 560 кВт для заморожування 84 тонн готової продукції на добу, перша черга.

**керівник роботи:** Форсюк Андрій Васильович, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від 10.04.2025 р. № 218-кс

2. **Строк подання здобувачем роботи:** 05.06.2025 року

3. **Вихідні дані до роботи:** холодильний агент – аміак; продукція замороження м'яса птиці(нагетси, стріпси, котлети і тд.); продуктивність 3,5 тонни готової продукції на годину; схема холодильної установки: насосно-циркуляційна з безпосереднім кипінням; конденсатори – випарні; компресори – гвинтові; матеріал стін – сандвіч панелі 160 мм; заморожування у спіральній швидкоморозильній установці; охорона праці – безпека АХУ.

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

1. Технологічна схема холодильного оброблення продукції; 2. Розрахунок спіральної швидкоморозильної установки, час заморозки та місткість 3. Розрахунок холодильної установки; 4. Охорона праці; 5. Розрахунок економічних показників проекту; Література.

5. **Перелік графічного матеріалу:**

Схеми компресорного та конденсаторного відділення, цикл роботи холодильної машини.

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 10.04.2025

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Узгодження завдання на КДП	03-10.04.2025	
2	Виконання холодильної частини КДП	15.04-15.05.2025	
3	Вибір обладнання холодильної установки	15-20.05.2025	
4	Техніко-економічне обґрунтування проєкту	20-24.05.2025	
5	Охорона праці	24-25.05.2025	
6	Оформлення креслень та ПЗ	25.05-05.06.2025	
7	Здача готової роботи	16.06.2025	

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Радченко Н. О.  
(прізвище та ініціали)

Форсюк А. В.  
(прізвище та ініціали)

## Анотація

Комплексний дипломний проєкт присвячений технічному обґрунтуванню та проєктуванню першої черги розширення компресорного аміачного цеху м'ясопереробного заводу «Легко», розташованого в місті Миронівка. У межах проєкту розглянуто вибір і впровадження додаткового компресорного обладнання, а також проєктування спіральної швидкоморозильної установки загальною холодильною потужністю 560 кВт. Обладнання призначене для забезпечення щоденного заморожування до 84 тонн готової м'ясної продукції, що дозволить підвищити ефективність виробництва та зберігання продукції відповідно до сучасних технологічних вимог.

У проєкті розраховано схему холодильної установки та виконано підбір обладнання. Графічна частина складається зі схеми холодильної установки та спіральної швидкоморозильної установки.

Комплексний дипломний проєкт складається із таких розділів: розрахунок спіральної швидкоморозильної установки та розрахунок холодильного оброблення продукції; визначення розмірів спіральної установки; підбір основного та додаткового обладнання з наведеними характеристиками; техніко-економічні показники, вказано загальні витрати на закупівлю обладнання, витрати електроенергії та розрахунок собівартості одиниці вироблення холоду; охорона праці.

**Ключові слова:** аміак, спіральна швидкоморозильна установка, R717, холодоагент.

					00.142.008.002. ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Радченко Н. О.			КДП з розширення компресорного аміачного цеху м'ясопереробного заводу «Легко» у місті Миронівка	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Форсюк А. В.					4	
Н. Контр.						НУХТ каф. ТЕХТ ХМ-4-4		
Затверд.		Петренко В. П						

## Abstract

The complex diploma project is dedicated to the technical justification and design of the first stage of the expansion of the compressor ammonia shop of the Legko meat processing plant, located in the city of Myronivka. The project considered the selection and implementation of additional compressor equipment, as well as the design of a spiral quick-freezing unit with a total refrigeration capacity of 560 kW. The equipment is designed to ensure daily freezing of up to 84 tons of finished meat products, which will increase the efficiency of production and storage of products in accordance with modern technological requirements.

The project calculated the scheme of the refrigeration unit and selected the equipment. The graphic part consists of the scheme of the refrigeration unit and the spiral quick-freezing unit.

The complex diploma project consists of the following sections: calculation of the spiral quick-freezing unit and calculation of the refrigeration processing of products; determination of the dimensions of the spiral unit; selection of the main and additional equipment with the given characteristics; technical and economic indicators, total costs for equipment purchase, electricity consumption and calculation of the cost of a unit of cold production are indicated; labor protection.

Keywords: ammonia, spiral quick-freezing unit, R717, refrigerant.

					<i>00.142.008.002. ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Радченко Н. О.</i>			<i>КДП з розширення компресорного аміачного цеху м'ясопереробного заводу «Легко» у місті Миронівка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрюшив</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Форсюк А. В.</i>					5	
<i>Н. Контр.</i>					<i>НУХТ каф. ТЕХТ ХМ-4-4</i>			
<i>Затверд.</i>		<i>Петренко В. П</i>						

## Зміст

Вступ.....	7
Загальні дані про підприємство .....	9
РОЗДІЛ 1. Технологія оброблення продукції .....	23
РОЗДІЛ 2. Об'ємно-планувальне рішення спіральної холодильної машини .	26
РОЗДІЛ 3. Розрахунок ізоляційних конструкцій швидкоморозильної установки.....	31
РОЗДІЛ 4. Розрахунок теплонадходжень .....	34
РОЗДІЛ 5. Визначення навантаження на компресорні агрегати.....	36
РОЗДІЛ 6. Вибір розрахункового режиму роботи холодильної машини .....	37
РОЗДІЛ 7. Розрахунок та вибір теплообмінного обладнання .....	43
7.1. Розрахунок і підбір конденсатора.....	43
7.2. Розрахунок та підбір випарників морозильної установки .....	44
РОЗДІЛ 8. Підбір допоміжного обладнання .....	45
РОЗДІЛ 9. Визначення діаметрів трубопроводів.....	47
Техніко-економічне обґрунтування .....	49
Економічна частина.....	51
Охорона праці.....	57
Вплив холодоагентів на навколишнє середовище.....	67
Список використаної літератури .....	70
Додадки.....	71

					00.142.008.002. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

## Вступ

У сучасних умовах харчова промисловість України активно модернізується та адаптується до зростаючих вимог внутрішнього і зовнішнього ринку. Особливої уваги набуває підвищення ефективності холодильної інфраструктури на м'ясопереробних підприємствах, що відіграє ключову роль у забезпеченні якості, безпеки та довготривалого зберігання продукції. Одним із найефективніших холодоагентів у промисловому холодопостачанні залишається аміак, завдяки своїм високим термодинамічним властивостям і екологічній безпечності.

М'ясопереробний завод «Легко» у місті Миронівка постійно нарощує виробничі потужності, що зумовлює необхідність технічного переоснащення існуючої холодильницької інфраструктури. З метою забезпечення щоденного заморожування 84 тонн готової м'ясної продукції, заплановано розширення компресорного аміачного цеху шляхом впровадження додаткового компресорного обладнання та встановлення спіральної швидкоморозильної установки загальною холодопродуктивністю 560 кВт. Проектування першої черги цього комплексу дозволить суттєво підвищити продуктивність та енергоефективність виробництва.

Актуальність проекту обумовлена потребою в енергозбереженні, дотриманні сучасних санітарно-гігієнічних норм та впровадженні новітніх технологій заморожування, відповідно до галузевих директив, зокрема вимог НАССР та національних стандартів щодо якості харчової продукції. Крім того, зростаючий попит на заморожені м'ясні продукти вимагає розширення виробничих потужностей з надійною системою холодопостачання.

					00.142.008.002. ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Метою даної дипломної роботи є проектування першої черги розширення компресорного аміачного цеху м'ясопереробного заводу «Легко», включаючи вибір і техніко-економічне обґрунтування додаткового компресорного обладнання та спіральної швидкоморозильної установки потужністю 560 кВт.

					00.142.008.002. ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Загальні дані про підприємство

«Миронівський м'ясопереробний завод» відокремлений підрозділ ВАТ «Миронівський завод по виготовленню круп та комбікормів», що входить до холдингу ВАТ «Миронівський хлібопродукт» призначений для комплексної переробки курячого та свинино-яловичинного м'яса і випуску формованих напівфабрикатів з цілом'язового м'яса під МХП «Легко».

Склад підприємства визначений виходячи із запроєктованої програми випуску продукції, прийнятого технологічного процесу і обладнання, а також у відповідності з діючими в Україні законодавчими і нормативними документами.

Завод складається з наступних корпусів і споруджень:

- виробничого корпусу;
- адміністративно-будівельний корпус (АБК);
- гаражу;
- корпусу мийки автомобілів;
- котельні, встановленої потужності 4100 кВт;
- амічно-компересорного цеху;
- складського корпусу;
- газорозподільчого пункту (ГРП);
- трансформаторної підстанції 35\10 кВ;
- насосної станції протипожежного водозабезпечення з резервуарами;
- артезіанської свердловини і водонапірної башти;
- очисних споруд дощових стічних вод;
- станції газифікації;

					00.142.008.002. ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Радченко Н. О.			КДП з розширення компресорного амічного цеху м'ясопереробного заводу «Легко» у місті Миронівка	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Форсюк А. В.					9	
Н. Контр.						НУХТ каф. ТЕХТ ХМ-4-4		
Затверд.		Петренко В. П						

- контрольно-пропускних пунктів;
- Загальна площа і площа інфраструктури заводу в сумі складає 19955 м<sup>2</sup> в т.ч.:
- виробничі площі – 7431 м<sup>2</sup> (37%);
- площі інженерно-технічного забезпечення – 10903 м<sup>2</sup> (55%);
- площі соціальної інфраструктури – 1621 м<sup>2</sup> (8%).

Відомості щодо потреб заводу в енергетичних та природних ресурсах  
Для виконання виробничої програми (160 т продукції на добу) підприємство необхідно забезпечити наступними енергетичними та природними ресурсами:

- водою питної якості, витрата – 79,74 м<sup>3</sup>/добу;
- азотом, витрата при тиску 3 бара – 12 м<sup>3</sup>/год;
- вуглекислотою, витрата при тиску 3 бара – 12 м<sup>3</sup>/год;
- природнім газом, витрата – 946 м<sup>3</sup>/год;
- стисненим повітрям, при тиску 6-7 бар витрата – 1348,2 м<sup>3</sup>/год;
- парою, у об'ємі 2700 кг/год;

У проектному рішенні заводу:

- виробнича зона знаходиться зі сторони наявної автодороги і головного під'їзду до підприємства в районі адміністративно-побутового корпусу, обладнана контрольно-пропускними пунктами, автостоянками, пішохідними тротуаром;
- виробничо-складська зона розміщена у центральній частині площадки та включає в себе виробничий корпус по випуску м'ясних напівфабрикатів і будівлю складського корпусу;
- адміністративно-будівельний корпус зона розміщена з боку головного фасаду АБК;
- зона інженерно-господарського забезпечення локалізована від інших зон в південно-західній частині площадки та представлена трансформаторною підстанцією 35/10 кВ, дизель-електростанцією, котельною с ГРП, гаражем, станцією газифікації, артезіанською

						00.142.008.002. ПЗ	Арк.
							10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

свердловиною та водонапірною вежею, резервуарами протипожежного запасу води W-250 м<sup>3</sup>, насосною станцією, каналізаційною насосною станцією, очисними спорудами дощових стічних вод, резервуарами забруднених дощових стоків.

Всі зони функціонально зв'язані між собою та забезпечені об'їздованими під'їздними дорогами .

Територія заводу м'ясних напівфабрикатів в м. Миронівка Київської області займає площу 4,343 га та знаходиться у північно-східній частині міста по вул. Гетьманська 16. Ділянка з північно-західної сторони обмежена автодорогою, з північно-східної – приватизованими орними землями, з південного-заходу на відстані 300 м. знаходиться житловий масив.

					00.142.008.002. ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

















## Лінійний ресивер

Лінійний ресивер – це ємність у холодильній установці, яка містить запас рідкого холодильного агента аміаку і забезпечує його стабільну подачу в систему.

Призначення:

- Зберігання рідкого холодильного агента в обсязі 20–80% від його місткості;
- Забезпечення безперебійної роботи системи при зміні теплового навантаження;
- Запобігання прориву парів у випарну систему, що може зменшити ефективність роботи;
- Підтримка оптимального рівня холодоагенту для запобігання перевитраті енергії;
- Видалення мастила через масловідокремлювач для покращення роботи системи;
- Контроль рівня рідини здійснюється через оглядове скло та автоматичні прилади.

Технічна характеристика –  $P_{\text{роб}} = 18 \text{ кгс/см}^2$ ;  $V = 6700 \text{ л}$ .

## Циркуляційний ресивер

Циркуляційний ресивер – це ємність, яка забезпечує стабільне постачання рідкого холодильного агента до випарної системи та підтримує ефективну роботу циркуляційних насосів.

Призначення:

- Підтримання необхідного рівня холодильного агента для надійної роботи циркуляційних насосів;
- Запобігання потраплянню в компресор вологого пара, що може призвести до його пошкодження;

					00.142.008.002. ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Акумуляція мастила, яке циркулює разом із холодоагентом, з подальшим видаленням;
- Поліпшення роботи випарної системи шляхом періодичного зливу мастила;
- Контроль рівня рідкого аміаку за допомогою автоматичних приладів.

Першого технічна характеристика –  $P_{роб} = 18 \text{ кгс/см}^2$ ;  $V = 16000 \text{ л}$ .

Другого технічна характеристика –  $P_{роб} = 18 \text{ кгс/см}^2$ ;  $V = 3700 \text{ л}$ .

### **Компаудний ресивер**

Компаудний ресивер – це теплообмінний елемент, який забезпечує охолодження пари після стиснення в компресорі низького тиску та рідкого холодильного агента перед його подачею в циркуляційний ресивер.

Призначення:

- Охолодження холодильного агента перед його подачею в циркуляційну систему;
- Запобігання вологому ходу компресора високого ступеня, що може призвести до його пошкодження;
- Виконання функції масловідокремлювача, що дозволяє зменшити кількість мастила в системі та покращити теплообмін;
- Контроль рівня рідкого аміаку для стабільної роботи холодильної установки.

Технічна характеристика –  $P_{роб} = 18 \text{ кгс/см}^2$ ;  $V = 9500 \text{ л}$ .

### **Дренажний ресивер**

Дренажний ресивер – це ємність, призначена для збору та тимчасового зберігання рідкого аміаку, який зливається з випарної системи під час її відтаювання або проведення ремонтних робіт.

Призначення:

- Збирання рідкого холодильного агента з випарної системи при відтаюванні або технічному обслуговуванні;

					<i>00.142.008.002. ПЗ</i>	Арк. 21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Запобігання втратам аміаку шляхом його подальшого повернення в циркуляційну систему;
- Контроль рівня рідкого аміаку для забезпечення безпечної та ефективної роботи системи;
- Видалення мастила, що накопичується в системі, через масловідокремлювач.

Технічна характеристика –  $P_{роб} = 18 \text{ кгс/см}^2$ ;  $V = 8000 \text{ л}$ .

Мастиловіддільник – корпус, сітчасті фільтри, спіральні дефлектори, масляний дренаж, фланцеві з'єднання.

Технічна характеристика –  $P_{роб} = 18 \text{ кгс/см}^2$ ;  $V = 160 \text{ л}$

Мастилозбірник (Масляний ресивер) – корпус, патрубки підключення до масляної системи, пробка для дренажу.

Технічна характеристика –  $P_{роб} = 18 \text{ кгс/см}^2$ ;  $V = 4000 \text{ л}$

Віддільник рідини – циліндричний корпус, дефлектор, відвідник рідини.

Повітровіддільник – корпус, вентеляційні клапани, фільтр.

Фільтр – корпус, фільтр.

Фільтр-осушник – корпус, фільтр, патрубки.

### **Швидкоморозильні апарати**

Спіральні фрізери:

- Фрізер №1: продуктивність 3 т/год, вхідна температура  $+68 \text{ }^\circ\text{C}$ , вихідна  $-12 \dots -10 \text{ }^\circ\text{C}$ , споживана потужність 620 кВт.
- Фрізер №2: 3 т/год,  $+68 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow -12 \dots -10 \text{ }^\circ\text{C}$ , потужність 620 кВт.
- Фрізер №3: 1,5 т/год,  $+68 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow -12 \dots -10 \text{ }^\circ\text{C}$ , потужність 310 кВт.
- Фрізер №4: 4 т/год,  $+68 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow -12 \dots -10 \text{ }^\circ\text{C}$ , потужність 550 кВт.

Даний проєкт буде акцентуватись на заміні Фрізера №3, збільшуючи його продуктивність, потужність, для задоволення потреб виробництва.

					<i>00.142.008.002. ПЗ</i>	Арк. 22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 1. Технологія оброблення продукції

Технологія оброблення м'ясної продукції на підприємстві швидкого заморожування являє собою комплексний процес, що включає ряд послідовних операцій від підготовки сировини до пакування готової продукції. Розглядаючи технологічні особливості виробництва котлет, нагетсів та стріпсів, необхідно визначити загальні етапи та специфічні риси для кожного виду продукції.

Виробництво котлет починається з підготовки охолодженої м'ясної сировини філе птиці, яка проходить процес інспекції для виявлення та видалення дефектів. Підготовлене м'ясо подрібнюється на промисловому вовчку. Подрібнена м'ясна маса надходить до фаршмішалки, де до неї додаються інші компоненти згідно з рецептурою. Процес перемішування триває 8-10 хвилин до утворення однорідної консистенції. З готового фаршу формуються котлети заданої форми та розміру за допомогою автоматичних котлетоформувальних машин.

Технологічний процес виробництва нагетсів має свої особливості. Філе птиці після дефростації та інспекції нарізається на шматочки розміром приблизно 3×3 см. Підготовлені шматочки піддаються маринуванню у спеціальному розчині, що надає готовому продукту соковитості та покращує смакові якості. Після маринування шматочки філе проходять процес панірування, який складається з трьох етапів: обсипання борошном, занурення у рідке тісто (кляр) та обвалювання у сухій панірувальній суміші з додаванням спецій.

Виробництво стріпсів передбачає використання виключно цільних шматків філе грудки птиці, які нарізаються на смужки довжиною 8-10 см та шириною близько 2 см. Смужки підлягають обробленню у маринаді з високим вмістом протеолітичних ферментів, що сприяє пом'якшенню

					00.142.008.002. ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Радченко Н. О.			КДП з розширення компресорного аміачного цеху м'ясопереробного заводу «Легко» у місті Миронівка	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Форсюк А. В.					23	
Н. Контр.						НУХТ каф. ТЕХТ ХМ-4-4		
Затверд.		Петренко В. П						

м'язових волокон та підвищенню ніжності готового продукту. Після маринування стріпси проходять двостадійне панірування: спочатку в рідкому клярі з додаванням кукурудзяного крохмалю, а потім у спеціальній панірувальній суміші з характерним грубим помелом, що забезпечує хрустку текстуру готового продукту.

Усі три види продукції після формування проходять етап попередньої термічної обробки у тунельній печі з конвеєрною стрічкою при температурі 87 С протягом 5-7 хвилин. Цей процес забезпечує фіксацію форми виробів, часткову денатурацію білків та утворення золотистої скоринки. Завдяки короткочасній обробці продукт залишається напівготовим і потребує фінальної термічної обробки перед споживанням.

Після попередньої термічної обробки продукція надходить до спіральної швидкоморозильної установки, де відбувається процес шокового заморожування. Продукція розташовується на стрічковому транспортері, який спірально рухається всередині морозильної камери. Температура в камері підтримується на рівні -33 С, а швидкість руху повітря становить 3-5 м/с, що забезпечує інтенсивний теплообмін. Час перебування продукту в камері швидкого заморожування варіюється в залежності від виду продукції та її товщини в середньому це до 50-70 хв. Кінцева температура в центрі продукту після заморожування повинна становити не вище -18 С.

Швидке заморожування дозволяє суттєво зменшити розміри кристалів льоду, що утворюються в продукті, завдяки чому мінімізується пошкодження клітинних структур м'яса та зберігаються органолептичні властивості й харчова цінність продукції. Крім того, такий спосіб заморожування забезпечує мінімальні втрати вологи при подальшому розморожуванні.

Після заморожування продукція проходить через металодетектор для контролю відсутності сторонніх металевих включень та надходить на

										Арк.
										24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.142.008.002. ПЗ					

автоматичну пакувальну лінію. Котлети, нагетси, стріпси пакуються у поліетиленові пакети з нанесенням дати виробництва та терміну придатності, після чого укладаються в картонні коробки по 3-5 пакетів.

Упаковані вироби проходять контроль ваги на автоматичних чеквейсах та маркування відповідно до вимог нормативної документації. Готова продукція складається у спеціальних холодильних камерах зберігання з температурою -18 С до моменту відвантаження споживачам.

					00.142.008.002. ПЗ	Арк.
						25
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## РОЗДІЛ 2. Об'ємно-планувальне рішення спіральної холодильної машини

В даному розділі наведено приклад розрахунку спіральної швидкоморозильної установки та об'ємно-планувальне рішення.

Установка для замороження котлет має продуктивність 3500 кг/год. Початкова температура продукту  $t_{\text{п}} = 80 \text{ }^\circ\text{C}$ , а його кінцева температура  $t_{\text{кін}} = -18 \text{ }^\circ\text{C}$ . Температура повітря в установці  $t_{\text{уст}} = -33 \text{ }^\circ\text{C}$ . Одиничний продукт має вагу  $m_{\text{пр}} = 0,08 \text{ кг}$  і розміри  $l = 0,12$ ,  $b = 0,05$ ,  $d = 0,04 \text{ м}$ .

Потрібно визначити тривалість заморожування одиничного продукту, розміри обладнання, а також підібрати повітроохолоджувач і компресорно-конденсаторний агрегат, обслуговуючий установку.

Для початку знаходимо теплофізичні параметри м'яса птиці [1]:

1) Теплоємність охолодженого м'яса:

$$c_{\text{н}} = 3,31 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

2) Теплоємність замороженого м'яса:

$$c_{\text{з}} = 1,55 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

3) Вологість м'яса:

$$w = 0,68$$

4) Частка вимороженої вологи:

$$w = 0,85$$

5) Кріоскопічна температура:

$$t_{\text{кр}} = -1,2 \text{ }^\circ\text{C}$$

					00.142.008.002. ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Радченко Н. О.			КДП з розширення компресорного аміачного цеху м'ясопереробного заводу «Легко» у місті Миронівка	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Форсюк А. В.					26	
Н. Контр.						НУХТ каф. ТЕХТ ХМ-4-4		
Затверд.		Петренко В. П						

Місткість установки:

$$M = G \cdot \tau = 3500 \cdot 1,16 = 4060 \text{ кг}$$

В конвеєрі використовуємо стрічку шириною  $b_c = 1,06$  м. Котлети розташовуємо перпендикулярно руху стрічки на відстані 0,03 м один від одного. Тоді по ширині стрічки розташується:

$$n_{\text{кт.с.}} = \frac{b_c}{(l_{\text{кт}} + 0,03)} = \frac{1,06}{0,12 + 0,03} = 7,06$$

А в установці:

$$n_{\text{кт.ус.}} = \frac{M}{m_{\text{кт}}} = \frac{4060}{0,2} = 20300 \text{ котлет}$$

Необхідна довжина стрічки конвеєра (з розрахунком, що відстань між рядами продукту  $d_3 = 0,02$  м):

$$L_{\text{конв}} = n_{\text{кт.ус.}} \cdot \left( \frac{b_{\text{кт}} + d_3}{3} \right) = 20300 \cdot \left( \frac{0,05 + 0,02}{3} \right) \approx 470 \text{ м}$$

При такій довжині стрічки конвеєра і з врахуванням замороженого виду продукту розумно використати холодильну установку з спіральним конвеєром. Стальна сітчаста стрічка обертається по спіралі по колу барабану. Довжина одного ряду спіралі конвеєра  $l_{\text{сп}} = \pi \cdot D_{\text{сп}}$ , де  $D_{\text{сп}}$  – це діаметр спіралі в м. При діаметрі барабану 5,2 м і середній ширині стрічки 1,06 м.  $D_{\text{сп}} = 5,2 + 1,06 = 6,26$  м. Тоді:

$$l_{\text{сп}} = \pi \cdot D_{\text{сп}} = 3,14 \cdot 6,26 = 19,7 \text{ м}$$

Всього на барабані повинно бути розміщено  $n_{\text{вит}}$  рядів спіралей конвеєра:

$$n_{\text{вит}} = \frac{L_{\text{конв}}}{l_{\text{сп}}} = \frac{470}{19,7} \approx 24$$

При висоті котлети 0,03 м, товщині сітки конвеєра 0,01 м, ширині відступу між конвеєрами 0,17 і 24 рядах спіралей отримаємо мінімальну висоту барабана:

$$H_6 = 24 \cdot (0,03 + 0,01 + 0,17) \approx 5,1 \text{ м}$$

Враховуючи конструктивні виступи барабана з двох сторін по 0,3 м. Тоді отримаємо уточнену висоту барабана  $H_6 = 5,7$  м.

										Арк.
										27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						



мм загальною витратою повітря 24000-30000 м<sup>3</sup>/год, що забезпечує інтенсивну циркуляцію охолодженого повітря всередині камери. Швидкість руху повітря в зоні продукту складає 2,5-4,0 м/с.

Система розморожування випарників – гарячим газом з автоматичним управлінням циклу відтаювання. Періодичність розморожування програмується в залежності від умов експлуатації.

Електрична шафа керування розташована з зовнішнього боку технічного відсіку і містить усе необхідне обладнання для управління установкою: панель керування, кнопки керування, аварійні кнопки.

Пульт управління з сенсорною панеллю оператора розміщений на передній стінці установки з боку зони завантаження. Система управління на базі промислового контролера забезпечує регулювання та контроль всіх технологічних параметрів: температури в різних зонах камери, швидкості руху конвеєра, циклів розморожування, а також захист від аварійних ситуацій.

Система освітлення всередині камери виконана за допомогою вологозахисних світлодіодних світильників з IP67, розміщених по периметру камери та в зонах завантаження і вивантаження продукції.

Система санітарної обробки включає стаціонарні розпилювачі миючих і дезінфікуючих розчинів, розташовані в стратегічних точках камери і конвеєрної системи. Вода питна +40...+60 °С, луж (розчин на основі гідроксиду натрію 2...3%) +40 °С. Дренажна система з нагрівом забезпечує ефективне відведення води під час санітарної обробки.

Сервісні двері розміром 700×2000 мм розташовані в стратегічних точках корпусу з обох боків для забезпечення доступу до всіх вузлів і механізмів під час технічного обслуговування. Двері обладнані підігрівом периметру для запобігання примерзанню.

Вантажопідйомність спірального конвеєра складає 4060 кг при рівномірному розподілі продукту по всій довжині стрічки. Максимальна

										Арк.
										29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.142.008.002. ПЗ					

продуктивність установки – 3,5 тонни продукції на годину в залежності від виду продукту.

Розроблене об'ємно-планувальне рішення спіральної холодильної машини забезпечує високу енергоефективність, компактність конструкції, зручність експлуатації та обслуговування, а також відповідає всім нормативним вимогам щодо харчової безпеки, охорони праці та екологічності.

					00.142.008.002. ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 3. Розрахунок ізоляційних конструкцій швидкоморозильної установки

### 3.1 Розрахунок товщини теплоізоляції.

У якості теплоізоляції приймаю пінополіуретан щільністю 40 кг/м<sup>3</sup>.

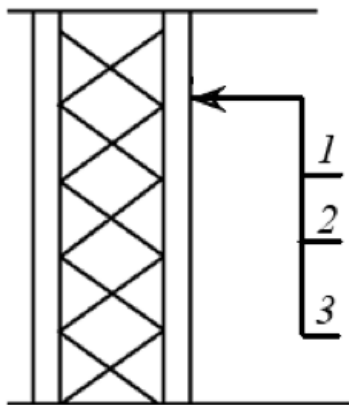


Рис. 3.3

	$\delta$ м	$\lambda$ Вт/мК	$\sum \delta_i / \lambda_i$ м <sup>2</sup> К/Вт
Сендич-панель (стіни)			
1. Нержавіюча сталь AISI 304	0,001	15,000	0,000013
2. Теплоізоляція із пінополіуретану	-	0,034	
3. Нержавіюча сталь AISI 304	0,001	15,000	

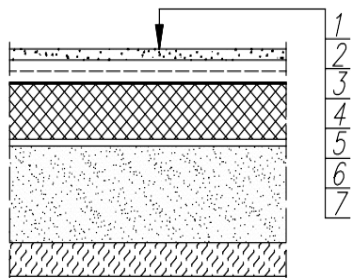


Рис. 3.2

Підлога	$\delta$ , м	$\lambda$ , Вт/мК	$\sum \delta_i / \lambda_i$ , м <sup>2</sup> К/Вт
1. Герметична цільнозварена підлога	0,007	14	1,05
2. Армована бетонна стяжка	0,08	1,86	
3. Пароізоляція – 1 шар пергаменту	0,001	0,15	
4. Теплоізоляція – Пінополіуретан	-	0,034	
5. Цементно – піщаний розчин	0,025	0,3	
6. Ущільнений пісок	0,85	0,98	
7. Бетонна підготовка з ел. Підігрівником (-33°C)	0,08	1,65	

					00.142.008.002. ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Радченко Н. О.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Форсюк А. В.				31	
Н. Контр.					НУХТ каф. ТЕХТ ХМ-4-4		
Затверд.		Петренко В. П					
					КДП з розширення компресорного аміачного цеху м'ясопереробного заводу «Легко» у місті Миронівка		

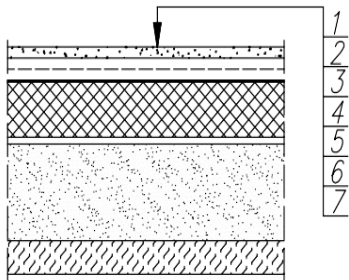


Рис. 3.3

Покриття	$\delta$ , м	$\lambda$ , Вт/мК	$\sum \delta_i / \lambda_i$ , м <sup>2</sup> К/Вт
27. Захисний гравій, втоплений в бітум	0,008	0,3	0,144
2. 5 шарів гідроізолю на бітумній мастиці	0,012	0,3	
3. Стяжка з бетону по металевій сітці	0,04	1,86	
4. Пароізоляція (шар пергаміну)	0,001	0,15	
5. Теплоізоляція – ППУ	-	0,034	
6. Цементно пісчаний розчин	0,03	0,93	
7. Залізобетонна плита покриття	0,035	2,04	

Потрібна товщина ізоляційного шару:

$$\delta_{із} = \lambda_{із} \cdot \left[ \frac{1}{K_0} - \left( \frac{1}{\alpha_{зов}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{вн}} \right) \right]$$

де,  $\lambda_{із}$ - коефіцієнт теплопровідності ізоляції, Вт/(м·К);

$\alpha_{зов}$  – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої або більш теплої сторони огороження, Вт/(м<sup>2</sup>·К); [2] (таблиця 8.1)

$\alpha_{вн}$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої або більш холодної сторони огороження, Вт/(м<sup>2</sup>·К); [8] (таблиця 8.1)

$K_0$ - оптимальний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м<sup>2</sup>·К); [2] (таблиця 8.2)

**Потрібна товщина ізоляційного шару для зовнішніх стін:**

$$t_{фр} = -33 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\delta_{із} = 0,034 \cdot \left[ \frac{1}{0,21} - \left( \frac{1}{23} + 0,000013 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,157 \text{ м}$$

Підбираю сандвіч панелі товщиною 160 мм.

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі:

$$k_0^Д = \frac{1}{\left( \frac{1}{\alpha_{зов}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{вн}} \right) + \frac{\delta_{із}}{\lambda_{із}}} = \frac{1}{0,155 + \frac{0,16}{0,034}} = 0,21 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \cdot \text{К}$$



## РОЗДІЛ 4. Розрахунок теплонадходжень

Визначаємо теплову навантаження на установку. Враховуємо, що температура в термічному цеху може досягати 20 °С. Покладаємо, що огорожувальна конструкція товщиною  $\delta_{пу} = 0,16$  м ізолювано пінополіуретаном (ППУ) теплопровідністю  $\lambda_{пу} = 0,034 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ . Тоді коефіцієнт теплопередачі огорожувальної конструкції по спрощеній залежності:

$$k = \frac{\lambda_{пу}}{\delta_{пу}} = \frac{0,034}{0,16} = 0,22 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Теплоприток через огорожувальну конструкцію розраховується за формулою:

$$Q_1 = \sum k_i \cdot F_i \cdot \Delta t_i = 0,22 \cdot (2 \cdot 8,3 \cdot 10,5 + 2 \cdot 8,3 \cdot 6,2 + 2 \cdot 6,2 \cdot 10,5) \cdot (20 - 33) = 4,7 \text{ кВт}$$

Теплоприток від заморожування котлет (кВт):

$$Q_2 = G \cdot q_3$$

де  $G$  – продуктивність, кг/с;  $q_3$  питома кількість теплоти, відведеної від продукту кДж/кг;

$$\begin{aligned} q_3 &= c_n \cdot (t_{\text{поч}} - t_{\text{кр}}) + w \cdot \omega \cdot z + c_3 \cdot (t_{\text{кр}} - t_{\text{кін}}) = \\ &= 3,18 \cdot (80 - 1,2) + 0,85 \cdot 0,68 \cdot 280 + 1,55 \cdot (-1,2 - 18) = 429 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \end{aligned}$$

Після підстановки маємо:

$$Q_2 = 3500 \cdot \frac{429}{3600} \approx 417 \text{ кВт}$$

Теплоприток від охолодження стрічки конвеєра довжиною  $L_{\text{конв}} = 470$  м, вважаючи, що вона має масу 7050 кг, питома теплоємність  $c_m = 0,42 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$  і охолоджується від початкової температури стрічки 0 °С до температури повітря в установці:

					<i>00.142.008.002. ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Радченко Н. О.			Літ.	Арк.	Акрюшив
Перевір.		Форсюк А. В.				34	
Н. Контр.					НУХТ каф. ТЕХТ ХМ-4-4		
Затверд.		Петренко В. П.					

$$Q_{2л} = m_{\text{конв}} \cdot c_m \cdot (t_{\text{ап}} - t_{\text{конв}}) = \frac{7050 \cdot 0,42 \cdot (0 - 33)}{3600} = 27,7 \text{ кВт}$$

Теплоприток від інфільтрації повітря через вікна загрузки і вигрузки приймаємо орієнтовно 30%  $Q_1$ . Тоді:

$$Q_{4i} = 0,3 \cdot Q_1 = 0,3 \cdot 4,7 = 1,41 \text{ кВт}$$

Теплоприток від роботи електродвигунів вентиляторів приблизно приймаємо рівним 20%  $Q_2$ . Тоді:

$$Q_{4e} = 0,2 \cdot Q_2 = 0,2 \cdot 417 = 83,4 \text{ кВт}$$

Сумарна теплова нагрузка на апарат буде рівна сумі теплопритоків:

$$Q_0 = Q_1 + Q_2 + Q_{2л} + Q_{4i} + Q_{4e} = 4,7 + 419 + 27,7 + 1,14 + 83,4 \approx 536 \text{ кВт}$$

					<i>00.142.008.002. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

## РОЗДІЛ 5. Визначення навантаження на компресорні агрегати

При розрахунку навантаження враховано, що навантаження на камерне обладнання складає 100% від усіх видів теплових притоків:  $Q_1 = 4,7$  кВт;  $Q_2 = 417$  кВт;  $Q_{2ст} = 27,7$  кВт;  $Q_{4i} = 1,14$  кВт;  $Q_{4e} = 83,4$  кВт, а навантаження на компресор складає:  $Q_1 - 75\%$ ;  $Q_2 - 100\%$ ;  $Q_{2ст} - 100\%$ ;  $Q_{4i} - 50\%$ ;  $Q_{4e} - 100\%$ ;

Навантаження на спіральну швидкозаморожувальну установку:

$$\sum Q_0 = 536 \text{ кВт}$$

Навантаження на компресор з урахуванням 22 годин роботи [2]:

$$Q_0 = \frac{k \cdot \sum Q_0}{b} = \frac{1,1 \cdot 536}{0,9} = 655 \text{ кВт}$$

де  $k$  – коефіцієнт, що враховує втрати в трубопроводах та апаратах холодильної установки;

$\sum Q_{км}$  – сумарне навантаження на компресори;

$b$  – коефіцієнт робочого часу холодильних установок.

					<i>00.142.008.002. ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Радченко Н. О.			<i>КДП з розширення компресорного аміачного цеху м'ясопереробного заводу «Легко» у місті Миронівка</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Форсюк А. В.					36	
Н. Контр.					<i>НУХТ каф. ТЕХТ ХМ-4-4</i>			
Затверд.		Петренко В. П.						

## РОЗДІЛ 6. Вибір розрахункового режиму роботи холодильної машини

У проекті дана швидкоморозильна установка продуктивністю 3,5 тони замороженої продукції на годину, аміачна система охолодження (NH<sub>3</sub>; R717). Застосоване централізоване холодопостачання. Температура кипіння холодоагенту  $t_0 = -42$  °С. Температура мокрого термометра  $t_{\text{MT}} = 22$  °С.

Температура кипіння у швидкоморозильній установці:

$$t_0 = t_{\text{зам}} - (5 \dots 10) = -33 - 9 = -42 \text{ °С}$$

Температура конденсації:

$$t_{\text{MT}} = \Delta t_{\text{в}} = 22 \text{ °С}$$

$$t_k = 35 \text{ °С}$$

Переохолодження в конденсаторі приймається:

$$t_{\text{по}} = t_k - (3 \dots 5) = 35 - 3 = 32 \text{ °С}$$

Температура всмоктування парів приймається:

$$t_{\text{вс}} = t_0 + (10 \dots 20) = -42 + 20 = -22 \text{ °С}$$

За діаграмою  $\lg p - h$  визначаю тиски які відповідають прийнятим температурам:

для температури конденсації:

$$p_k = 13,7 \text{ МПа}$$

для температури кипання  $-42$  °С у швидкоморозильній установці:

$$p_0 = 0,68 \text{ МПа}$$

Проміжний тиск:

$$p_{\text{н}} = \sqrt{p_0 \cdot p_k} = \sqrt{13,7 \cdot 0,68} = 3,05 \text{ МПа}$$

					<i>00.142.008.002. ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Радченко Н. О.			Літ.	Арк.	Акрюшив
Перевір.		Форсюк А. В.				37	
Н. Контр.					НУХТ каф. ТЕХТ ХМ-4-4		
Затверд.		Петренко В. П					

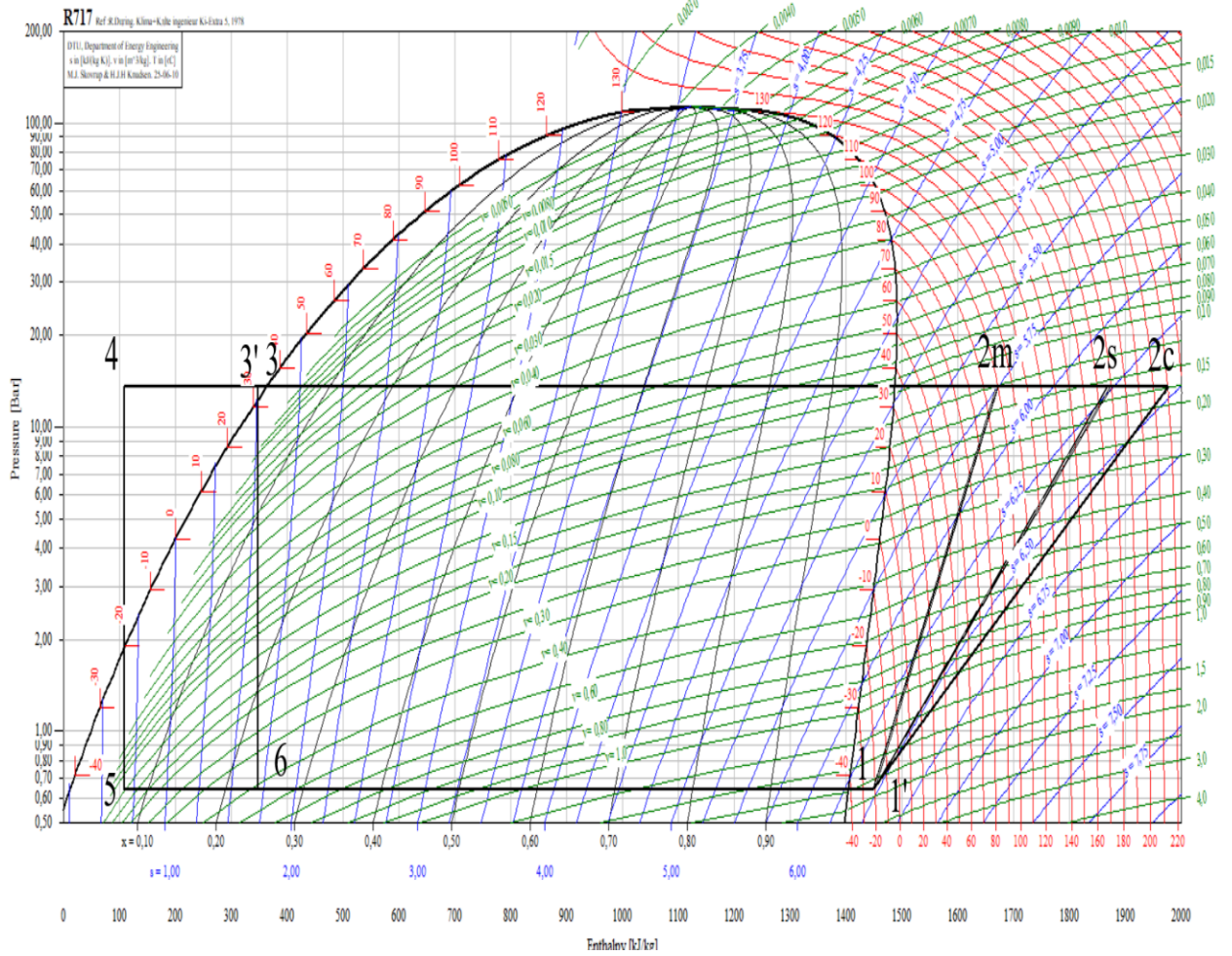


Рис. 2. Теоретичний цикл

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.142.008.002. ПЗ

Арк.

38



Питома масова холодопродуктивність:

$$q_{0m} = h_1 - h_5 = 1404 - 108 = 1296 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

де  $h$  – ентальпія умовних точок кДж/кг.

Питома об'ємна холодопродуктивність:

$$q_{0v} = \frac{q_{0m}}{v_1} = \frac{1296}{1,75} = 740,5 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^3}$$

Питому теоретичну роботу компресора, кДж/кг:

$$W_h = h_2 - h_1 = 1667 - 1450 = 217 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Питоме теоретичне навантаження конденсатора, кДж/кг:

$$q_{km} = h_2 - h_3 = 1667 - 364 = 1303 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Холодильний коефіцієнт циклу:

$$\varepsilon = \frac{q_{0m}}{W_h} = \frac{1296}{217} = 5,97$$

Витрата холодильного агента через випарник, кг/с:

$$q_m = \frac{Q_0}{q_{0m}} = \frac{655}{1296} = 0,51 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Витрата робочої речовини на охолодження основного потоку, що прямує у випарник, знаходять з теплового балансу економайзера, кг/с:

$$q' = q_m \cdot \frac{h_3 - h_4}{h_1 - h_6} = 0,51 \cdot \frac{364 - 108}{1450 - 350} = 0,119 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Масова продуктивність компресора, кг/с:

$$q_{км} = q_m + q' = 0,51 + 0,119 = 0,629 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Об'ємну продуктивність компресора (об'ємна подача), м<sup>3</sup>/с:

$$V_D = q_{км} \cdot v_1 = 0,629 \cdot 1,75 = 1,1 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 3790 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Для гвинтових компресорів  $\lambda = 0,85 - 0,93$ .

					00.142.008.002. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Після проведення теплового розрахунку вибраної схеми холодильної установки, який завершився визначення об'ємної теоретичної роботи компресора та теплового навантаження теплообмінних апаратів, потрібно виконати тепловий розрахунок компресора.

Теоретична подача компресора визначають за формулою:

$$V_T = \frac{V_D}{\lambda} = \frac{1,1}{0,85} = 1,29 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 4658,8 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Теоретична потужність компресора:

$$N_S = q_{\text{км}} \cdot W_h = 0,629 \cdot 217 = 136,5 \text{ кВт}$$

Дійсна потужність компресора, кВт, розраховують за формулою:

$$\eta_i = 0,85$$

де  $\eta_i$  – індикаторний ККД приймається по ([2] ст. 74).

$$N_i = \frac{N_S}{\eta_i} = \frac{136,5}{0,85} = 160,6 \text{ кВт}$$

Ефективна потужність компресора, що враховує витрату потужності в парах тертя, визначають за формулою:

$$N_e = \frac{N_i}{\eta_{\text{мех}}} = \frac{160,6}{0,9} = 178,4 \text{ кВт}$$

де  $\eta_{\text{мех}}$  – механічний ККД приймається по ([2] ст. 74).

Потужність тертя:

$$N_{\text{тр}} = N_e - N_i = 178,4 - 160,6 = 18 \text{ кВт}$$

Необхідна потужність електродвигуна:

$$N_{\text{ел}} = \frac{N_e}{\eta_{\text{ел}}} = \frac{178,4}{0,9} = 198,2 \text{ кВт}$$

де  $\eta_{\text{ел}}$  – ККД електродвигуна

Для визначення витрати води чи холодильного агента (термосифонне охолодження) для охолодження мастила ГМК та подальшого розрахунку мастилоохолодників та систем оборотного водопостачання необхідно знайти витрату мастила та кількість теплоти, яку воно відводить.

					00.142.008.002. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Впорскування мастила в компресор призводить до заповнення зазорів мастилом та охолодження гвинтів та корпусу, що зменшує ефективні перетини зазорів і, як наслідок, збільшує коефіцієнт подачі, а також зменшує споживану потужність. Однак на розбризування мастила, надання йому направленої руху витрачається певна потужність. Таким чином визначення оптимальної кількості мастила є важливою задачею. Кількість теплоти, кВт, яка відводиться від мастила може бути знайдена за формулою:

$$Q_m = q_{\text{км}} \cdot (h_{2c} - h_{2m}) = 0,629 \cdot (1963 - 1667) = 186,2 \text{ кВт}$$

де  $q_{\text{км}}$  – масова продуктивність компресора,  $h_{2c}$  – ентальпія ХА який проходить стиснення без масла, кДж/кг,  $h_{2m}$  – ентальпія ХА який проходить стиснення з маслом, кДж/кг.

Ентальпія холодильного агента у випадку сухого стиснення може бути знайдена за формулою:

$$h_{2c} = h_1 + \frac{h_{2s} - h_1}{\eta_{\text{пол}}} = 1450 + \frac{1873 - 1450}{0,8} = 1978,6 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

де  $\eta_{\text{пол}}$  – політропний ККД процесу стиснення.

Ентальпія в точці 2м приймається з умови, що температура в ній становить як правило 80 – 110°C:

$$t_{2m} = 98 \text{ °C}$$

На діаграмі lgr-h знаходимо ентальпію:

$$h_{2m} = 1667 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

					00.142.008.002. ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 7. Розрахунок та вибір теплообмінного обладнання

### 7.1. Розрахунок і підбір конденсатора

Основне рівняння теплопередачі:

$$Q = k \cdot F \cdot \Delta t_{ln}$$

$$k = 300 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$$

Знаходжу розрахункову площу теплообмінної поверхні конденсатора за формулою 11.26 [2]:

$$F = \frac{Q_{к.д}}{K \cdot \Delta t_{ln}} = \frac{980,2 \cdot 1000}{300 \cdot 5,77} = 566,3 \text{ м}^2$$

Теплове навантаження на конденсатор в теоретичному циклі:

$$Q_0 = q_{км} \cdot q_{k_m} = 0,629 \cdot 1303 = 819,6 \text{ кВт}$$

Дійсне навантаження на конденсатор:

$$Q_{кд} = Q_0 + N_i = 819,6 + 160,6 = 980,2 \text{ кВт}$$

Логарифмічна різниця температур:

$$\Delta t_{ln} = \frac{t_{w2} - t_{w1}}{\ln \frac{t_k - t_{w1}}{t_k - t_{w2}}} = \frac{31 - 27}{\ln \frac{35 - 27}{35 - 31}} = 5,77 \text{ }^\circ\text{C}$$

Обираю випарний конденсатор фірми «Baltimore aircoil company» марки VRC 0406A-1018E-JA. Максимальна продуктивність 2171 кВт, температура конденсації +35 °С, температура по мокрому термометру +22 °С, випарний тип, охолодження масла термосифон.

Відповідна документація – Додаток 2.

					<b>00.142.008.002. ПЗ</b>					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Радченко Н. О.			КДП з розширення компресорного аміачного цеху м'ясопереробного заводу «Легко» у місті Миронівка	Літ.	Арк.	Аркуші		
Перевір.		Форсюк А. В.					43			
Н. Контр.						НУХТ каф. ТЕХТ ХМ-4-4				
Затверд.		Петренко В. П								

## 7.2. Розрахунок та підбір випарників морозильної установки

В спіральній швидкоморозильній установці встановлюю повітроохолодники. Для заморожування продукту

Основне рівняння теплопередачі:

$$t_0 = -40 \text{ }^\circ\text{C}$$

Коефіцієнт теплопередачі:

$$k = 25 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

$$Q = k \cdot F \cdot \Delta t_{ln}$$

Логарифмічна різниця температур:

$$\Delta t_{ln} = \frac{t_{\text{пр1}} - t_{\text{пр2}}}{\ln \frac{t_{\text{пр1}} - t_0}{t_{\text{пр2}} - t_0}} = \frac{-33 - (-38)}{\ln \frac{-33 - (-40)}{-38 - (-40)}} = 4 \text{ }^\circ\text{C}$$

Сумарна розрахункова площа теплообмінної поверхні випарників розраховується за формулою 11.26 [2]:

$$F_{\text{сумарне}} = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{ln}} = \frac{536000}{25 \cdot 4} = 5360 \text{ м}^2$$

Площа теплообмінної поверхні одного випарника:

$$F = \frac{F_{\text{сумарне}}}{6} = \frac{5360}{6} = 893 \text{ м}^2$$

де  $Q$  – теплове навантаження на швидкоморозильну установку.

Обираю 6 випарників компанії Thermofin X-TAF A091.1-X-2-2X24 14X12-LHS, загальна поверхня охолодження 915 м<sup>2</sup>.

Технічні характеристики:

- Робочий тиск: 25 bar;
- Температурний діапазон: від -40 С до +60 С;
- Об'єм рідини: 264,3 л;
- Напруга живлення: 400 V;
- Потужність: 15 kW;
- Тип підключення: 3-фазне (Δ/Y);

					00.142.008.002. ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Радченко Н. О.			КДП з розширення компресорного аміачного цеху м'ясопереробного заводу «Легко» у місті Миронівка	Літ.	Арк.	Акрюшив
Перевір.		Форсюк А. В.					44	
Н. Контр.						НУХТ каф. ТЕХТ		
Затверд.		Петренко В. П						

## РОЗДІЛ 8. Підбір допоміжного обладнання

Визначення об'єму місткості випарників:

$$V_{\text{вип}} = 0,2643 \cdot 6 = 1,59 \text{ м}^3$$

За вимогами ресивер повинен мати 20% запасу по об'єму при рівні заповнення 60%.

### Розрахунок та підбір лінійного ресивера

Верхня подача в прилади охолодження:

$$V_{\text{л.р.}} = \frac{0,6 \cdot V_{\text{вип.}}}{0,6} \cdot 1,2$$

де  $V_{\text{вип.}}$  – місткість по аміаку випарної системи;

0,6 – коефіцієнт, який враховує норму заповнення ресивера при експлуатації (60% від об'єму);

1,2 – коефіцієнт, який враховує запас місткості (20%)

$$V_{\text{л.р.}} = \frac{0,6 \cdot 1,59}{0,6} \cdot 1,2 = 1,91 \text{ м}^3 = 1910 \text{ л}$$

Обираю лінійно-термосифонний ресивер від компанії ТОВ «Машзавод»,  $V = 6,7 \text{ м}^3$ , робочий тиск 1,8 МПа, робоче середовище аміак, матеріал – вуглецева сталь.

Лінійний ресивер буде забезпечувати стабільну роботу системи, а також буде використовуватись для майбутнього розширення.

### Підбір циркуляційного ресивера:

Обираю циркуляційний ресивер від компанії ТОВ «Машзавод»,  $V = 17,5 \text{ м}^3$ , робочий тиск 1,8 МПа, робоче середовище аміак, матеріал – вуглецева сталь.

### Підбір мастиловіддільника:

Обираю віддільник мастила від компанії ТОВ «Машзавод»,  $V = 0,2 \text{ м}^3$ , робочий тиск 1,8 МПа.

					00.142.008.002. ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Радченко Н. О.			КДП з розширення компресорного аміачного цеху м'ясопереробного заводу «Легко» у місті Миронівка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Форсюк А. В.					45	
Н. Контр.						НУХТ каф. ТЕХТ ХМ-4-4		
Затверд.		Петренко В. П						

**Підбір аміачних насосів:**

Обираю 2 аміачні насоси від компанії «Hermetic Pump Germany» CNF 40-200, продуктивність 15 м<sup>3</sup>/год, висота напору 42 м ст.р , потужність споживча 3,3 кВт.

					00.142.008.002. ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 9. Визначення діаметрів трубопроводів

Розрахунок та підбір трубопроводів.

Внутрішній діаметр трубопроводів визначається за формулою 16.3 [2]:

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot M_{\text{км}}}{\omega \cdot \pi \cdot \rho}}$$

де –  $\omega$  розрахункове значення швидкості руху в трубопроводі, м/с, береться з таблиці 16.3 [2];

$M_{\text{км}}$  – масова витрата холодоагенту;

$\rho$  – густина холодоагенту.

**Всмоктувальний трубопровід:**

$$\rho = \frac{1}{v_1} = \frac{1}{1,75} = 0,57 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot M_{\text{км}}}{\omega \cdot \pi \cdot \rho}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,59}{15 \cdot 3,14 \cdot 0,57}} = 296 \text{ мм}$$

Приймаю діаметр трубопроводу 300 мм, номінальний розмір 323,9x7,1 мм

**Нагнітаючий трубопровід:**

$$\rho = \frac{1}{v_1} = \frac{1}{0,13} = 7,7 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot V'}{\omega \cdot \pi \cdot \rho}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,59}{15 \cdot 3,14 \cdot 7,7}} = 80 \text{ мм}$$

Приймаю діаметр трубопроводу 80 мм, номінальний розмір 88,9x3,2 мм

**Трубопровід рідкого ХА на виході з конденсатора:**

$$V' = \frac{0,59}{570} = 0,001 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

					<i>00.142.008.002. ПЗ</i>				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Радченко Н. О.			<i>КДП з розширення компресорного аміачного цеху м'ясопереробного заводу «Легко» у місті Миронівка</i>	Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Форсюк А. В.					47		
Н. Контр.						<i>НУХТ каф. ТЕХТ ХМ-4-4</i>			
Затверд.		Петренко В. П							

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot V'}{\omega \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,001}{0,6 \cdot 3,14}} = 79 \text{ мм}$$

Приймаю діаметр трубопроводу 100 мм, номінальний розмір 114,3x3,6 мм

**Трубопровід підживлення економайзера холодильним агентом:**

$$V_{\text{вх.ек}} = \frac{q}{\rho_{\text{ек.ха}}} = \frac{2,25}{645,4} = 0,0034 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot V'}{\omega \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0034}{1,05 \cdot 3,14}} = 64 \text{ мм}$$

Приймаю діаметр трубопроводу 65 мм, номінальний розмір 76,1x2,9 мм

**Вихід переохолодженої рідини з економайзера:**

$$V_{\text{вих.ек}} = 0,0034 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot V'}{\omega \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0034}{1,05 \cdot 3,14}} = 64 \text{ мм}$$

Приймаю діаметр трубопроводу 65 мм, номінальний розмір 76,1x2,9 мм

					00.142.008.002. ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Техніко-економічне обґрунтування

Техніко-економічне обґрунтування виконано для проєкту з розширення компресорного аміачного цеху м'ясопереробного заводу «Легко» у місті Миронівка. Проєкт спрямований на проєктування додаткового компресорного обладнання та спіральної швидкоморозильної установки потужністю 560 кВт для заморожування 84 тонн готової продукції на добу (перша черга будівництва).

МПЗ «Легко» є одним із провідних підприємств харчової промисловості регіону, проте наразі стикається з проблемою недостатньої потужності існуючого холодильного обладнання для задоволення зростаючого попиту на продукцію. Аналіз ринку показує стабільне зростання попиту на заморожені м'ясні вироби на 12-15% щорічно, що зумовлює необхідність розширення виробничих потужностей.

Мета проєкту полягає у збільшенні виробничої потужності заводу шляхом модернізації та розширення компресорного аміачного цеху. Це дозволить збільшити обсяги виробництва замороженої м'ясної продукції, розширити асортимент, підвищити якість продукції та скоротити енерговитрати на одиницю продукції.

Технічні рішення проєкту передбачають встановлення додаткового компресорного обладнання, що працює на аміаку як холодоагенті, та спіральної швидкоморозильної установки потужністю 560 кВт. Вибір спіральної швидкоморозильної технології обумовлений її перевагами:

- скорочення часу заморожування,
- мінімізація втрати вологи продукту,
- збереження високої якості,

					00.142.008.002. ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Радченко Н. О.			КДП з розширення компресорного аміачного цеху м'ясопереробного заводу «Легко» у місті Миронівка	Літ.	Арк.	Акрюшив
Перевір.		Форсюк А. В.					49	
Н. Контр.						НУХТ каф. ТЕХТ ХМ-4-4		
Затверд.		Петренко В. П						

➤ харчової цінності продукції.

Аміак як холодоагент обрано через його високу енергоефективність та екологічність порівняно з фреонами.

Очікувані економічні вигоди від реалізації проєкту включають: збільшення обсягу виробництва до 84 тонни готової продукції на добу, що призведе до зростання річного доходу підприємства приблизно на 35%; зниження собівартості одиниці продукції на 8-10% за рахунок економії масштабу та впровадження енергоефективних технологій; скорочення питомих енерговитрат на 15% порівняно з існуючими установками; покращення якості продукції, що позитивно вплине на її конкурентоспроможність.

Інвестиційні витрати на проєкт складатимуться з витрат на придбання обладнання (близько 65% від загальної суми), будівельно-монтажні роботи (25%), проєктно-кошторисну документацію (5%) та інші витрати, включаючи навчання персоналу (5%). За попередніми розрахунками, термін окупності інвестицій становитиме 3,5-4 роки при внутрішній нормі прибутку 22%.

Екологічні аспекти проєкту враховують сучасні вимоги до безпеки та захисту навколишнього середовища. Передбачається встановлення систем моніторингу та автоматичного контролю за станом обладнання, що мінімізує ризики аварійних ситуацій. Використання сучасних теплоізоляційних матеріалів дозволить знизити теплові втрати та підвищити енергоефективність системи.

Для запобігання можливим ризикам проєкту передбачається: встановлення систем автоматичного контролю та захисту обладнання; проведення навчання персоналу правилам експлуатації нового обладнання та техніці безпеки; укладання договорів на сервісне обслуговування з постачальниками обладнання.

Аналіз конкурентного середовища показує, що реалізація даного проєкту дозволить підприємству значно зміцнити свої позиції на ринку

									Арк.
									50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.142.008.002. ПЗ				

замороженої м'ясної продукції, збільшити частку ринку на 5-7% та розширити географію збуту. Крім того, впровадження сучасних технологій заморожування забезпечить відповідність продукції міжнародним стандартам якості, що відкриває перспективи для експорту.

Порівняльний аналіз з аналогічними проєктами в галузі свідчить про високу економічну ефективність запропонованих рішень. Ключовими показниками економічної ефективності є: чиста приведена вартість (NPV) проєкту – 12,5 млн грн при ставці дисконтування 15%; індекс рентабельності інвестицій (PI) – 1,3; внутрішня норма прибутку (IRR) – 22%.

Впровадження проєкту розширення компресорного аміачного цеху м'ясопереробного заводу «Легко» з встановленням спіральної швидкозаморозильної установки потужністю 560 кВт є економічно обґрунтованим та доцільним з точки зору підвищення ефективності виробництва, розширення виробничих потужностей та зміцнення конкурентних позицій підприємства на ринку.

#### **Економічна частина**

Визначення споживання електроенергії компресорним обладнанням, приймаємо із технічних характеристик розділів 6, 7, 8. Всі розрахунки проведені по [6].

Споживана електроенергія за рік розраховується за формулою, кВт:

$$N = P \cdot n$$

де  $P$  – електрична потужність обладнання, кВт;

$n$  – час роботи обладнання за рік, при відповідних робочих умовах, год;

$$n = 6400 \text{ год}$$

$$N_{\text{км}} = 280 \cdot 6400 = 1\,792\,000 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$N_{\text{конд}} = 32 \cdot 6400 = 204\,800 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$N_{\text{вип}} = 76 \cdot 6400 = 486\,400 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$N_{\text{нас}} = 5,6 \cdot 6400 = 35\,840 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

					00.142.008.002. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Дані про споживану електроенергію вставновленого обладнання заносимо до таблиці 3

Таблиця 3

№	Найменування Обладнання	Кількість	$P_{ел}$	$P_{ел.сум}$	$N$ , за рік кВт·год
1	Компресор гвинтовий Мауекава N280 JL-VE	1	280	280	1 792 000
2	Конденсатор Baltimore aircoil company VRC 0406A-1018E-JA	1	32	32	204800
3	Випарники Thermofin X-TAF A091.1-X-2-2X24 14X12-LHS	6	12,6	76	486 400
4	Аміачні насоси Hermetic Pump Germany	2	5,6	11,2	35 840
Річна витрата споживчої електроенергії					2 519 040

Дані про витрати на придбання обладнання заносимо до таблиці 4.

Таблиця 4

Назва обладнання	Ціна, євро	Транспортування, упаковка, євро	Кількість	Вартість, євро
Компресор гвинтовий Mauekawa N280 JL-VE	410 650	Включено	1	410 650
Конденсатор Baltimore aircoil company VRC 0406A-1018E-JA	108 288		1	108 288
Випарники Thermofin X-TAF A091.1-X-2-2X24 14X12-LHS	35 000		6	210 000
Аміачні насоси Hermetic Pump Germany	14 940		2	29 880
Лінійно-термосифонний ресивер ТОВ «Маршзавод»	4 000		1	4 000
Циркуляційний ресивер ТОВ «Маршзавод»	4 000		1	4 000
Віддільник мастила	3 000		1	3 000
Інжинірінг, шеф-монтаж системи	29 570		1	29 570
Арматура аміачна, прибори автоматики	142 075		1	142 075
Холодильне мастило	6 537		1235 л	6 537
Додаткові щити PLC, моніторинг	160 774		1	160 774
Сумарна вартість				1 108 774

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.142.008.002. ПЗ

Арк.

53

Витрати на споживану електроенергію

Споживання електроенергії за рік встановленим обладнанням на підприємстві:

$$N = 2\,519\,040 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Ціна за 1 кВт електроенергії на даний момент:

$$n_{\text{ел.ен}} = 4,32 \text{ грн}$$

Річні витрати електроенергії за рік становлять:

$$V_{\text{елек.енер.}} = N \cdot n = 2\,519\,040 \cdot 4,32 = 10\,882\,252,8 \text{ грн}$$

Аміак R717 купується за 42 грн за 1 кг, розширення потребує ще 8 тонн

$$N_{\text{аміак}} = 42 \cdot 8000 = 336\,000 \text{ грн}$$

Вартість 1 л мастила коштує 223,5 грн, для нашої системи потрібно 1235 л.

$$N_{\text{масло}} = 223,5 \cdot 1235 = 276\,022,5 \text{ грн}$$

Витрати на оплату праці:

Заробітня плата працівників компресорного цеху АХУ занесено до таблиці 5.

Таблиця 5

№	Професія	Кількість працівників	Заробітня плата, грн	Річна заробітня плата, грн
1	Начальник цеху АХУ	1	65 000	780 000
2	Інженер з ремонту та експлуатації ХУ	1	35 000	420 000
3	Машиніст	8	30 000	360 000
4	Слюсар	3	28 000	336 000
<b>Разом</b>		13	158 000	1 896 000

Визначення амортизаційних відрахувань:

Приймаю норми амортизаційних відрахувань 22 % від вартості обладнання;

					00.142.008.002. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Визначаємо витрати на амортизацію технологічного обладнання:

$$A_{\text{обл}} = \sum n_{\text{обл}} \cdot 0,22 = 1\,108\,774 \cdot 0,22 = 243\,930,28 \text{ євро}$$

де  $\sum n_{\text{обл}}$  – сумарна ціна обладнання;

Визначення витрат на ремонт обладнання приймаю 20 % від амортизаційних відрахувань:

$$V_{\text{рем.обл}} = A_{\text{обл}} \cdot 0,22 = 243\,930,28 \cdot 0,2 = 48\,786 \text{ євро}$$

Визначення пускових витрат приймаю 2% від вартості обладнання:

$$V_{\text{пуск}} = A_{\text{обл}} \cdot 0,02 = 243\,930,28 \cdot 0,02 = 4\,878,6 \text{ євро}$$

Визначення інших витрат приймаю 3% від загальної суми амортизаційних відрахувань:

$$V_{\text{інш}} = A_{\text{обл}} \cdot 0,03 = 243\,930,28 \cdot 0,03 = 7\,317,9 \text{ євро}$$

Загальна сума інших витрат:

$$\sum V = V_{\text{рем.обл}} + V_{\text{пуск}} + V_{\text{інш}} = 48\,786 + 4\,878,6 + 7\,317,9 = 60\,982,5 \text{ євро}$$

Визначення собівартості вироблення холоду.

Холодопродуктивність, що забезпечує потреби швидкоморозильної установки:

$$Q = Q_0 \cdot k = 655 \cdot 2,7 = 1768,5 \text{ кВт}$$

де  $k$ - перевідний коефіцієнт, що враховує нерівноцінність витрат на виробництво холоду при температурі кипіння -40 становить 2,7;

Загальна приведена холодопродуктивність для швидкоморозильної установки, час роботи якої при повному навантаженні становить:

$$Q_{\text{заг}} = 1768 \cdot 6300 = 10\,710\,000 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Визначення основних показників економічної ефективності проекту.

Результату розрахунків проведених у попередніх розділах вношу в таблицю 6.

					00.142.008.002. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Таблиця 6

Види	Витрати, грн
Електроенергія	14 667 264
ХА аміак	336 000
Оплата праці	1 896 000
Амортизація	20 446 057
Масило	744 000
Інші витрати	5 111 561
Разом	27 895 859,3

Собівартість одиниці виробленого холоду:

$$N_{\text{соб.од.хол.}} = \frac{27\,895\,859,3}{10\,710\,000} = 2,6 \frac{\text{грн}}{\text{кВт}} \cdot \text{год}$$

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

## Охорона праці

Охорона праці на підприємстві МХП являє собою комплексну систему заходів, спрямованих на забезпечення безпеки та збереження здоров'я працівників у процесі трудової діяльності. Система охорони праці базується на принципах превентивності, комплексності, безперервності та постійного вдосконалення, що дозволяє ефективно запобігати нещасним випадкам та професійним захворюванням на виробництві.

Керівництво підприємства МХП несе повну відповідальність за створення, впровадження та підтримання ефективної системи управління охороною праці. Ця система включає в себе систематичну ідентифікацію виробничих небезпек, всебічну оцінку професійних ризиків, розробку та впровадження заходів щодо їх усунення або мінімізації до прийняттого рівня. Особлива увага приділяється розробці політики охорони праці, яка відображає зобов'язання керівництва щодо забезпечення безпечних умов праці та постійного поліпшення показників безпеки.

Система управління охороною праці на підприємстві МХП побудована відповідно до міжнародних стандартів та національного законодавства з охорони праці. Вона включає планування заходів з охорони праці, їх реалізацію, моніторинг ефективності, аналіз результатів та постійне вдосконалення. Регулярно проводиться аудит системи охорони праці для виявлення недоліків та розробки коригувальних заходів.

Технологічне обладнання та виробничі процеси на підприємстві МХП повинні відповідати найвищим вимогам безпеки для забезпечення надійного захисту працівників від всіх видів потенційних небезпек. Технологічне обладнання має бути спроектоване та виготовлене з

					00.142.008.002. ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Радченко Н. О.			КДП з розширення компресорного аміачного цеху м'ясопереробного заводу «Легко» у місті Миронівка	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Форсюк А. В.					57	
Н. Контр.						НУХТ каф. ТЕХТ ХМ-4-4		
Затверд.		Петренко В. П						

обов'язковим урахуванням сучасних ергономічних вимог, що забезпечують максимальну зручність експлуатації та мінімізують фізичне навантаження на працівників під час виконання виробничих операцій.

Конструкція технологічного обладнання повинна категорично виключати будь-яку можливість випадкового контакту працівників з рухомими механізмами, гарячими поверхнями, електрифікованими частинами та іншими небезпечними елементами обладнання. Всі частини обладнання, що становлять потенційну небезпеку для персоналу, обов'язково оснащуються надійними захисними пристроями, огороженнями та блокувальними системами.

Захисні пристрої повинні бути виготовлені з міцних матеріалів, надійно закріплені на обладнанні, а їхнє видалення або демонтаж має бути можливим виключно за допомогою спеціальних інструментів та тільки уповноваженим персоналом. Системи управління технологічним обладнанням повинні мати абсолютно чіткі та зрозумілі позначення, бути максимально інтуїтивно зрозумілими для операторів та безумовно забезпечувати можливість швидкого аварійного відключення у разі виникнення будь-якої небезпечної ситуації.

Кнопки аварійної зупинки повинні бути легкодоступними для операторів, розташованими в стратегічно важливих та ключових місцях робочої зони, мати яскраве забарвлення та чітке позначення. Технологічне обладнання обов'язково оснащується сучасними системами автоматичного контролю параметрів роботи, надійними блокувальними пристроями та ефективними системами сигналізації, які активно запобігають виникненню аварійних ситуацій або суттєво мінімізують їх потенційні наслідки для персоналу та обладнання.

Системи автоматичного контролю та сигналізації повинні регулярно та ретельно перевірятися на функціональність висококваліфікованим технічним персоналом з відповідними допусками та сертифікатами. Виробничі процеси на підприємстві МХП повинні бути

					00.142.008.002. ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

організовані таким чином, щоб максимально мінімізувати безпосередній контакт працівників з небезпечними хімічними речовинами, шкідливими фізичними факторами та іншими потенційно небезпечними елементами виробничого середовища.

Технологічні процеси, що характеризуються підвищеною безпекою для персоналу, мають бути максимально автоматизовані з використанням сучасних технічних засобів та робототехнічних систем. Все технологічне обладнання повинно обов'язково проходити регулярні планові технічні огляди, комплексну діагностику та профілактичне обслуговування відповідно до суворо затвердженого графіка, розробленого з урахуванням рекомендацій виробника обладнання та специфіки виробничих процесів.

Результати всіх технічних перевірок та діагностичних процедур мають обов'язково документуватися у спеціальних журналах та електронних системах обліку, а всі виявлені недоліки, несправності та відхилення від нормальних параметрів роботи повинні оперативно та якісно усуватися силами кваліфікованого ремонтного персоналу. Для кожного типу технологічного обладнання та кожного виробничого процесу повинні бути розроблені детальні, зрозумілі та вичерпні інструкції з безпечної експлуатації та охорони праці.

Ці інструкції повинні містити чіткі, покрокові вказівки щодо правильних дій персоналу як у стандартних робочих ситуаціях, так і у випадках виникнення аварійних, нештатних та небезпечних ситуацій. Працівники, які безпосередньо обслуговують технологічне обладнання, повинні обов'язково проходити регулярне спеціалізоване навчання та детальні інструктажі з питань охорони праці та безпечної експлуатації обладнання.

Навчання персоналу має бути систематичним, регулярним та обов'язково включати практичні заняття з відпрацювання правильних дій у критичних та аварійних ситуаціях. Всі робочі місця на підприємстві

					00.142.008.002. ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

МХП повинні бути обладнані необхідними та достатніми засобами колективного та індивідуального захисту, підібраними відповідно до специфічного характеру виконуваних робіт та реальних потенційних небезпек конкретного робочого місця.

Виробничі приміщення, де встановлено та експлуатується технологічне обладнання, повинні повністю відповідати всім діючим санітарно-гігієнічним нормам та вимогам щодо параметрів мікроклімату, рівня освітлення, допустимих рівнів шуму та вібрації, а також інших важливих факторів виробничого середовища, що можуть впливати на здоров'я та працездатність персоналу.

Особлива увага приділяється постійному контролю параметрів повітряного середовища робочих зон, включаючи температуру, відносну вологість, швидкість руху повітря та концентрацію потенційно шкідливих речовин у повітрі робочої зони. Виробничі процеси на підприємстві МХП повинні бути організовані з обов'язковим урахуванням комплексу найсуворіших вимог, що забезпечують максимальну безпеку праці та ефективно запобігають будь-якому негативному впливу виробничих факторів на здоров'я працівників.

Технологічні процеси мають бути розроблені та впроваджені таким чином, щоб повністю виключати або максимально мінімізувати виділення шкідливих хімічних речовин, токсичних газів, небезпечних парів, пилу та інших потенційно небезпечних факторів, що можуть становити реальну загрозу для здоров'я та життя працівників. У випадках технічної неможливості повного виключення таких шкідливих факторів, обов'язково передбачаються та впроваджуються вискоелективні системи промислової вентиляції та очистки повітря.

Планування та організація виробничих процесів повинні обов'язково враховувати принципи раціонального та безпечного розміщення технологічного обладнання для забезпечення оптимальних безпечних умов праці та створення найбільш ефективних маршрутів

					00.142.008.002. ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





виникнення аварійної ситуації з викидом аміаку. Всі аварійні виходи мають бути обладнані спеціальними дверима, що відкриваються назовні та постійно утримуються у вільному від перешкод стані.

Аміачний компресорний цех повинен бути обладнаний потужною та високоефективною системою приточно-витяжної вентиляції з механічним спонуканням, яка забезпечує не менше ніж дванадцятикратний повітрообмін за годину в нормальному робочому режимі. Крім того, обов'язково передбачається окрема система аварійної вентиляції з двадцятикратним повітрообміном за годину, що автоматично вмикається при виявленні витоку аміаку.

Компресорні агрегати, випарники, конденсатори та інше основне обладнання аміачної холодильної установки повинні повністю відповідати найвищим міжнародним вимогам безпеки, мати абсолютну герметичність та бути оснащеними сучасними засобами автоматики, точними контрольно-вимірювальними приладами та надійними багаторівневими системами захисту та аварійного відключення.

Все обладнання аміачної холодильної системи повинно регулярно проходити комплексне технічне обслуговування, ретельну перевірку на герметичність та випробування на міцність, що виконуються виключно висококваліфікованими спеціалістами, які мають відповідні допуски для роботи з небезпечними речовинами. Трубопроводи аміачної холодильної системи повинні бути виготовлені зі спеціальних легованих сталей, що мають високу стійкість до корозії та агресивного впливу аміаку при різних температурах та тисках.

Всі фланцеві з'єднання, арматура та інші потенційно небезпечні місця трубопровідної системи повинні бути надійно закриті спеціальними захисними кожухами для ефективного запобігання розбризкуванню рідкого аміаку при можливому протіканні або розгерметизації з'єднань. У приміщенні аміачного компресорного цеху повинна безперервно

					00.142.008.002. ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

функціонувати автоматична система раннього виявлення аміаку в повітрі робочої зони з багаторівневою системою сигналізації.

Система газоаналізу повинна спрацьовувати при досягненні концентрації аміаку двадцять міліграм на кубічний метр як попереджувальний сигнал та шістдесят міліграм на кубічний метр як сигнал аварійної небезпеки з автоматичним вмиканням аварійної вентиляції. Аміачна холодильна установка повинна бути обладнана ефективною системою аварійного зливу аміаку, що забезпечує можливість швидкого та безпечного видалення аміаку з усієї системи у випадку виникнення аварійної ситуації через спеціально призначені аварійні ємності та трубопроводи.

Доступ до приміщення аміачного компресорного цеху повинен бути суворо обмежений та дозволений тільки для спеціально навченого та атестованого персоналу, який має відповідні допуски та успішно пройшов спеціалізоване навчання з питань охорони праці при роботі з аміачними холодильними установками. У приміщенні компресорного цеху повинні бути чітко та зрозуміло розміщені детальні схеми аміачної холодильної установки, докладні інструкції з безпечної експлуатації обладнання, плани ліквідації аварійних ситуацій та спеціальні інструкції з надання кваліфікованої першої допомоги при отруєнні аміаком.

Весь персонал аміачного компресорного цеху повинен бути забезпечений спеціальними засобами індивідуального захисту найвищої якості, включаючи ізолюючі протигази марки КД або М, спеціальні захисні костюми, кислотостійкі рукавиці, захисні окуляри та інші засоби, що необхідні для абсолютно безпечної роботи з аміаком та аміачним обладнанням.

Регулярно, не рідше одного разу на квартал, повинні проводитися спеціальні протиаварійні тренування персоналу для практичного відпрацювання правильних дій у випадку виникнення аварійної ситуації з викидом аміаку. Такі тренування обов'язково мають включати

					00.142.008.002. ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

практичне використання засобів індивідуального захисту, відпрацювання плану евакуації та надання першої допомоги постраждалим.

У аміачному компресорному цеху повинен здійснюватися цілодобовий автоматичний моніторинг концентрації аміаку в повітрі робочої зони, постійний контроль температури та тиску в усіх елементах холодильної системи, безперервне спостереження за станом компресорів та іншого критично важливого обладнання з фіксацією всіх параметрів у електронних системах контролю.

При виявленні будь-яких ознак витoku аміаку повинна негайно та автоматично вмикатися потужна система аварійної вентиляції, одночасно подаватися звукові та світлові сигнали тривоги у всіх зонах підприємства, а весь персонал повинен чітко та злагоджено діяти суворо згідно з попередньо розробленим та регулярно відпрацьованим планом ліквідації аварійних ситуацій.

У приміщенні аміачного компресорного цеху обов'язково повинні бути передбачені спеціальні аварійні душові установки та окремі пристрої для екстреного промивання очей, які негайно використовуються у випадку безпосереднього контакту працівників зі шкідливими парами або рідким аміаком для мінімізації травматичних наслідків.

### **Організаційні заходи та навчання персоналу:**

На підприємстві МХП функціонує спеціалізована служба охорони праці, очолювана висококваліфікованим спеціалістом з охорони праці, який має відповідну вищу освіту, багаторічний практичний досвід роботи у сфері промислової безпеки та діючі сертифікати кваліфікації. Служба охорони праці здійснює систематичний контроль за суворим дотриманням всіх вимог національного законодавства з охорони праці, проводить детальне розслідування всіх нещасних випадків та професійних захворювань, розробляє конкретні заходи щодо постійного поліпшення умов праці на всіх робочих місцях.

					00.142.008.002. ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кожен без винятку працівник підприємства МХП повинен пройти обов'язковий вступний інструктаж з охорони праці, детальний первинний інструктаж безпосередньо на своєму робочому місці, а також регулярні періодичні інструктажі відповідно до суворо встановленого графіка з урахуванням специфіки виконуваних робіт. Працівники, що працюють на об'єктах підвищеної небезпеки, включаючи персонал аміачного компресорного цеху, повинні проходити додаткове поглиблене спеціалізоване навчання та обов'язкову атестацію знань з питань охорони праці та промислової безпеки.

Медичний контроль працівників включає обов'язкові попередні медичні огляди при прийомі на роботу та регулярні періодичні медичні огляди в процесі трудової діяльності, особливо для персоналу, що працює в шкідливих умовах або з небезпечними хімічними речовинами. Працівники аміачного компресорного цеху повинні проходити спеціалізовані поглиблені медичні огляди з обов'язковим урахуванням специфіки негативного впливу аміаку на організм людини.

Фінансування всіх заходів з охорони праці здійснюється за рахунок власних коштів підприємства в обсязі не менше встановленого законодавством мінімуму та повинно забезпечувати повноцінне та ефективне функціонування комплексної системи управління охороною праці, включаючи своєчасне придбання сучасних засобів колективного та індивідуального захисту, регулярне навчання та підвищення кваліфікації персоналу, якісне технічне обслуговування обладнання безпеки та проведення всіх необхідних організаційно-технічних заходів щодо постійного поліпшення умов праці на підприємстві.

					00.142.008.002. ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Вплив холодоагентів на навколишнє середовище

Аміак як холодоагент має значний вплив на навколишнє середовище, який характеризується як позитивними, так і негативними аспектами, що робить його особливо актуальним об'єктом дослідження в контексті сучасних екологічних викликів.

З точки зору глобального потепління аміак демонструє виключно низький потенціал глобального потепління, який становить нуль або близько до нуля, що кардинально відрізняє його від синтетичних холодоагентів. Це означає, що навіть при витоці в атмосферу аміак не сприяє посиленню парникового ефекту, на відміну від фреонів та їх замінників, потенціал глобального потепління яких може сягати тисяч одиниць. Така характеристика робить аміак особливо привабливим в умовах посилення міжнародних зобов'язань щодо зменшення викидів парникових газів.

Озоноруйнівний потенціал аміаку також дорівнює нулю, оскільки його молекула не містить атомів хлору або броду, які є основними руйнівниками озонного шару. Це надає аміаку значну перевагу над багатьма традиційними холодоагентами, використання яких призвело до істотного пошкодження озонного шару планети в минулому столітті.

Проте локальний екологічний вплив аміаку має свої особливості та потенційні ризики. Аміак є токсичною речовиною, яка при потраплянні в навколишнє середовище може спричинити серйозні екологічні наслідки. При високих концентраціях аміак може пошкоджувати рослинність, особливо чутливі види, викликаючи опіки листя та порушення фотосинтетичних процесів. Водні екосистеми також можуть постраждати від потрапляння аміаку, оскільки він змінює кислотно-лужний баланс води та може призвести до евтрофікації водойм.

					00.142.008.002. ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Радченко Н. О.			КДП з розширення компресорного аміачного цеху м'ясопереробного заводу «Легко» у місті Миронівка	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Форсюк А. В.					67	
Н. Контр.						НУХТ каф. ТЕХТ ХМ-4-4		
Затверд.		Петренко В. П						

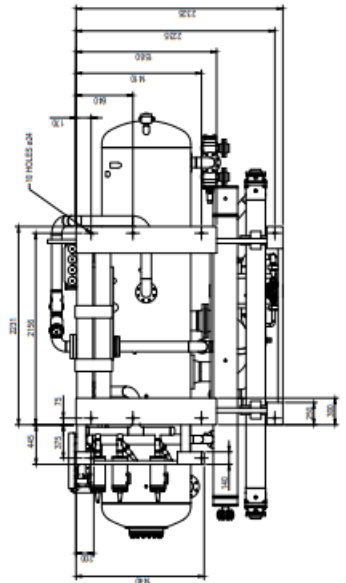
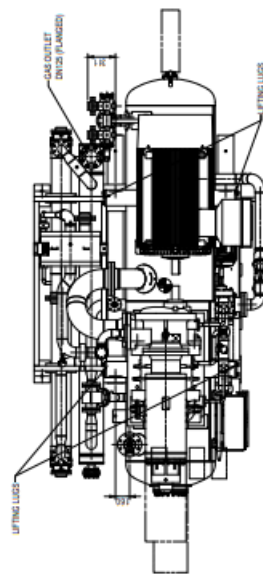
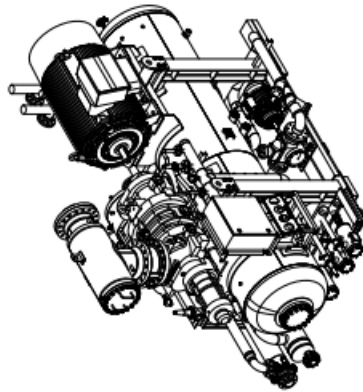
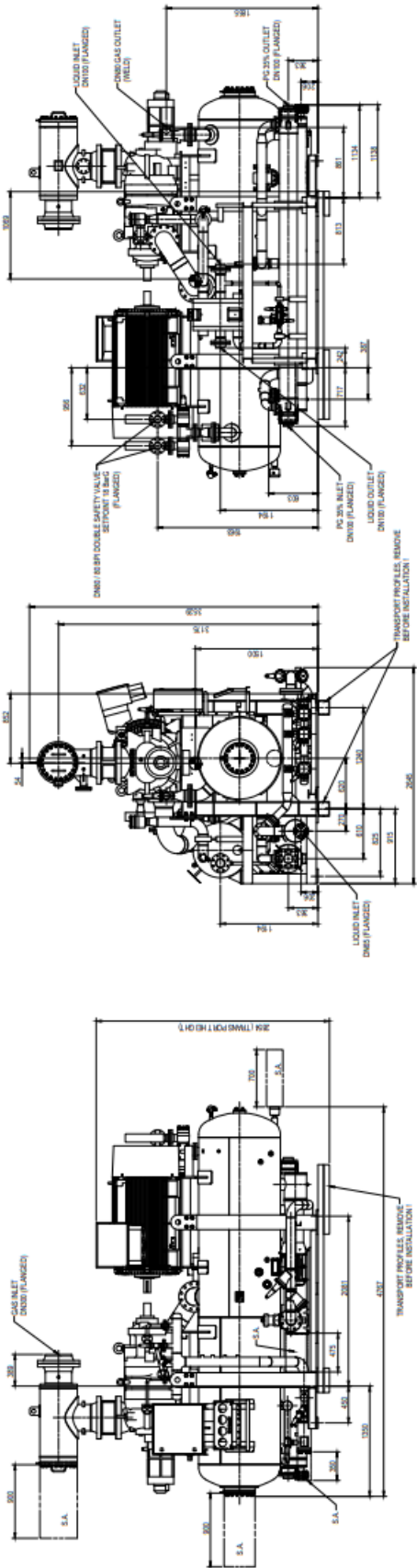


Хоча локальні ризики при аваріях можуть бути серйозними, відсутність впливу на глобальне потепління та озоновий шар робить аміак більш екологічно відповідальним вибором для промислового охолодження, особливо в контексті міжнародних зобов'язань щодо захисту клімату.

					00.142.008.002. ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Додаток 1.1



Part name	N280JL-VE
Description	UNIT GENERAL ARRANGEMENT FOR CUSTOMER
Revision	01
Author	...
Check	...
Drawn	...
Scale	1:1
Sheet	1 of 1
Part number	107073-2-ME-UL-00001 100

SA • SERVICE AREA  
 • CENTER OF GRAVITY  
 For more accurate transport dimensions, please contact the customer. Except one work in all parts of the unit, please refer to the drawing.

ЗМН.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

00.142.008.002. ПЗ

Newly designed compressor achieving high performance:  
Next-generation standard for industrial applications

## Screw Compressor [Single Stage] Open Type J SERIES



### High Performance Derived from New Design

The series is intended to be the standard for next-generation compressors in industrial fields.

### Adoption of New-Type Rotor

The newly developed J-profile rotor design consisting of a 5:6 lobe configuration enables to achieving high-performance.

### Rich in Variation

Natural refrigerants (e.g. ammonia, CO<sub>2</sub>, propane) and fluorocarbon refrigerants can be used. Flexible setup of applications is possible.

### Low Vibration and Low Noise

\* Noise level reduced by 5 dB compared to a conventional machine type.

### Stepless Capacity Control from 100% to 25% Range

Owing to the stepless control feature, the series optimally operates in accordance with the required load and delivers high energy-saving performance.

### Automatically Variable Vi Mechanism (2.5-5.0 range) to Efficiently Cover Wide Temperature Range

### Supports Flange Motors to Facilitate Design of Packaged Systems

The built-in check valve as well as the compatibility with flange motors help reduce cost for designing packaged systems while contributing to space saving.

\* The 280J has no built-in check valve and thus does not support flange motors.

### Specifications

Item		Model (N/C/P/F)*		170J			220J			280J		
		S-V	M-V	L-V	S-V	M-V	L-V	S-V	M-V	L-V		
Refrigerant		Ammonia / CO <sub>2</sub> / Propane, Propylene / HFCs										
Theoretical displacement	2950rpm	m <sup>3</sup> /h	390	507	659	856	1114	1447	1895	2451	3190	
	3550rpm	m <sup>3</sup> /h	469	610	793	1030	1340	1741	2269	2949	3839	
Minimum rotation speed		rpm	1450 <sup>†</sup>									
Maximum rotation speed		rpm	4500 <sup>†</sup>									
Rotation direction			CCW as viewed from motor									
Capacity control		%	100-25						100-30			
Gas inlet port			ANSI #300 5"			ANSI #300 8"			ANSI #300 12"			
Gas outlet port			ANSI #300 3"			ANSI #300 5"			ANSI #300 8"			
Flange motor connection		NEMA	44"D / 50"D			44"D / 50"D			Not compatible			
		IEC	FF500 / 600			FF500 / 600						

\* 1. Specify the refrigerant by adding a prefix to the model code (N = ammonia / C = CO<sub>2</sub> / P = propane, propylene / F = fluorocarbons).

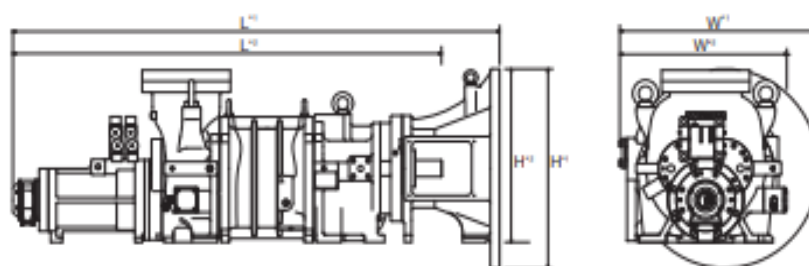
\* 2. The range of rotation speed varies by operating conditions. Please refer to the ranges of use stated in the operating instructions.

Performance charts

Refrigerant		Ammonia		CO <sub>2</sub>	Propane	R404A		R134a
Temperature condition		-40 / +35°C	-10 / +35°C	-50 / -10°C	-10 / +35°C	-40 / +35°C	0 / +40°C	+2 / +42°C
Model		Liquid Subcooling: 3°C Suction Superheat: 0°C Rotation speed: 2950rpm Economizer-type	Liquid Subcooling: 3°C Suction Superheat: 0°C Rotation speed: 2950rpm	Liquid Subcooling: 0°C Suction Superheat: 0°C Rotation speed: 2950rpm	Liquid Subcooling: 3°C Suction Superheat: 10°C Rotation speed: 2950rpm	Liquid Subcooling: 3°C Suction Superheat: 25°C Rotation speed: 2950rpm Economizer-type	Liquid Subcooling: 3°C Suction Superheat: 25°C Rotation speed: 2950rpm	Liquid Subcooling: 3°C Suction Superheat: 25°C Rotation speed: 2950rpm
170JS-V	Cooling capacity (kW)	74.5	258.7	416.7	206.2	86.7	300.9	206.7
	Absorbed power (kW)	50.3	65.7	139.6	58.5	64.4	88.8	49.4
170JM-V	Cooling capacity (kW)	96.4	335.8	540.7	267.6	109.3	390.5	268.2
	Absorbed power (kW)	63.4	84.9	182.9	75.7	80.3	113.4	63.0
170JL-V	Cooling capacity (kW)	125.9	437.5	704.3	348.5	138.1	508.7	349.4
	Absorbed power (kW)	81.1	109.1	236.7	97.4	100.9	145.8	80.8
220JS-V	Cooling capacity (kW)	177.3	595.3	987.7	482.7	196.4	656.7	452.5
	Absorbed power (kW)	116.3	152.1	333.6	134.4	154.9	212.9	116.2
220JM-V	Cooling capacity (kW)	230.3	772.3	1280.8	625.9	255.2	851.8	586.8
	Absorbed power (kW)	147.2	192.6	424.9	169.9	198.6	274.0	148.6
220JL-V	Cooling capacity (kW)	301.4	1009.3	1673.1	817.6	334.2	1113.2	766.7
	Absorbed power (kW)	189.5	246.5	544.3	216.4	260.9	360.5	193.1
280JS-V	Cooling capacity (kW)	419.5	1359.0	2237.4	1065.7	464.8	1517.3	1020.0
	Absorbed power (kW)	254.2	330.1	725.4	292.7	341.2	466.3	255.9
280JM-V	Cooling capacity (kW)	544.1	1761.6	2900.3	1381.5	602.9	1967.0	1322.4
	Absorbed power (kW)	317.1	413.6	918.7	368.1	429.8	590.7	324.6
280JL-V	Cooling capacity (kW)	709.0	2293.7	3776.2	1798.7	785.4	2561.3	1721.8
	Absorbed power (kW)	397.3	519.4	1162.9	463.9	546.5	754.5	415.2

\* Please consult us for further details.

Outer dimensions



Model	Weight (kg)	W (mm)	L (mm)	H (mm)
170JS-V <sup>1)</sup>	875	669	1599	660
170JM-V <sup>1)</sup>	905	669	1654	660
170JL-V <sup>1)</sup>	950	669	1726	660
220JS-V <sup>1)</sup>	1500	859	1935	810
220JM-V <sup>1)</sup>	1560	859	2007	810
220JL-V <sup>1)</sup>	1630	859	2100	810
280JS-V <sup>2)</sup>	2300	896	2112	812
280JM-V <sup>2)</sup>	2450	896	2205	812
280JL-V <sup>2)</sup>	2600	896	2328	812

\* The outer dimension drawings illustrate the model 220JL with an IEC FF600 motor spacer.

<sup>1)</sup> Models 170-220JS/JM/JL include an IEC FF600 flange motor connection. <sup>2)</sup> Models 280JS/JM/JL do not support flange motor spacers.

\* Please consult us for further details.



# VRC\_10

## Конденсаторы хладагента

### Технические данные

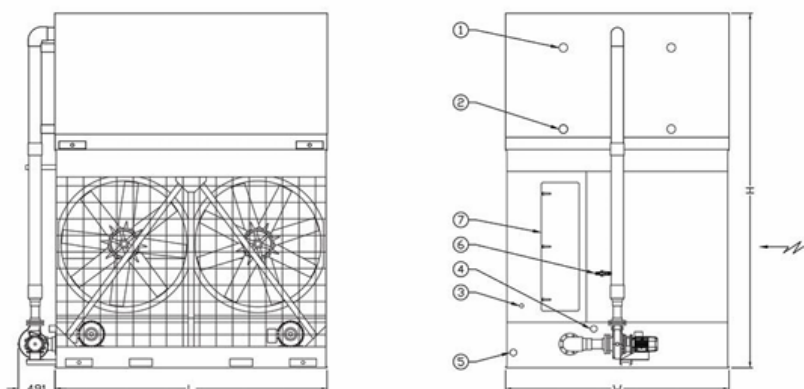
**ПРИМЕЧАНИЕ:** Не использовать для конструирования. Пользоваться сертифицированными на заводе размерами и весами. На этой странице приведены данные, действительные на момент публикации, которые следует подтвердить заново во время покупки. В интересах усовершенствования продукции технические характеристики, веса и размеры подлежат изменениям без предварительного уведомления.

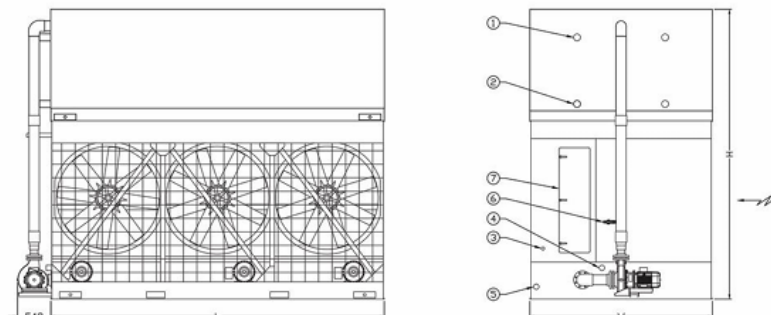
### Общие указания

1. Стандартный размер впускных и выпускных соединений для хладагента: ND100. Для консультации обращайтесь в местное представительство BAC. Соединительные патрубки для хладагента закрыты, а сами теплообменники заполнены инертным газом.
2. Высота изделия указана ориентировочно. Точное значение указано на сертифицированных чертежах.
3. Транспортировочный и рабочий вес указаны для изделий без принадлежностей, таких как шумоглушители, выпускные колпаки и др. Чтобы узнать величину добавочного веса и самой тяжелой поднимаемой секции, смотрите заводские сертифицированные чертежи. Указанные в таблицах рабочие веса базируются на общем весе изделия, весе заправленного для работы хладагента и количестве воды в бассейне, наполненном до уровня перелива.
4. На чертежах показана стандартная «правая» компоновка (сторона подачи воздуха расположена справа, если стоять лицом к стороне с соединениями). «Левая» компоновка возможна под заказ.

Последнее обновление 08/06/2025

## VRC\_10





1. Ввод хладагента ND100; 2. Выход хладагента ND100; 3. Подпитка ND40; 4. Перелив ND80; 5. Слив ND50; 6. Сброс ND25; 7. Дверца люка.

Модель	Вес (кг)			Размеры (мм)			Воздушный поток (м³/с)	Мотор вентилятора (кВт)	Расход воды (л/с)	Мотор насоса (кВт)	Объем хладагента R717 (кг)
	Рабочая масса (кг)	Брутто масса (кг)	Самая тяжелая секция, змеевик (кг)	L	W	H					
VRC 0166A-1012E-GA	7020	6046	3333	3651	2997	4388	21.0	(2x) 2.2	31.5	(1x) 3.0	168.0
VRC 0185A-1012E-GA	7669	6657	3944	3651	2997	4575	19.1	(2x) 2.2	31.5	(1x) 3.0	208.0
VRC 0211A-1012E-HA	7667	6656	3944	3651	2997	4575	22.9	(2x) 4.0	31.5	(1x) 3.0	208.0
VRC 0235A-1012E-JA	7725	6713	3944	3651	2997	4575	26.4	(2x) 5.5	31.5	(1x) 3.0	208.0
VRC 0229A-1012E-HA	8758	7684	4972	3651	2997	4764	19.9	(2x) 4.0	31.5	(1x) 3.0	276.0
VRC 0253A-1012E-KA	8394	7346	4555	3651	2997	4764	29.2	(2x) 7.5	31.5	(1x) 3.0	248.0
VRC 0274A-1012E-KA	8837	7763	4972	3651	2997	4764	25.4	(2x) 7.5	31.5	(1x) 3.0	276.0
VRC 0305A-1012E-LA	8984	7910	4972	3651	2997	4764	29.4	(2x) 11.0	31.5	(1x) 3.0	276.0
VRC 0317A-1012E-LA	9707	8591	5654	3651	2997	4955	29.6	(2x) 11.0	31.5	(1x) 3.0	322.0
VRC 0284A-1018E-GA	10806	9319	5633	5480	2997	4575	30.8	(3x) 2.2	47.9	(1x) 5.5	312.0
VRC 0325A-1018E-HA	10804	9317	5633	5480	2997	4575	36.9	(3x) 4.0	47.9	(1x) 5.5	312.0
VRC 0361A-1018E-JA	10890	9403	5633	5480	2997	4575	41.0	(3x) 5.5	47.9	(1x) 5.5	312.0
VRC 0390A-1018E-KA	10922	9435	5633	5480	2997	4575	45.5	(3x) 7.5	47.9	(1x) 5.5	312.0
VRC 0304A-1018E-GA	11759	10216	6530	5480	2997	4764	24.9	(3x) 2.2	47.9	(1x) 5.5	372.0
VRC 0390A-1018E-JA	12483	10901	7131	5480	2997	4764	34.9	(3x) 5.5	47.9	(1x) 5.5	414.0
VRC 0421A-1018E-KA	12515	10933	7131	5480	2997	4764	38.5	(3x) 7.5	47.9	(1x) 5.5	414.0
VRC 0446A-1018E-XA	12719	11137	7131	5480	2997	4764	41.8	(3x) 9.0	47.9	(1x) 5.5	414.0
VRC 0365A-1018E-HA	13457	11812	8128	5480	2997	4955	30.3	(3x) 4.0	47.9	(1x) 5.5	482.0

Додаток 2.3.



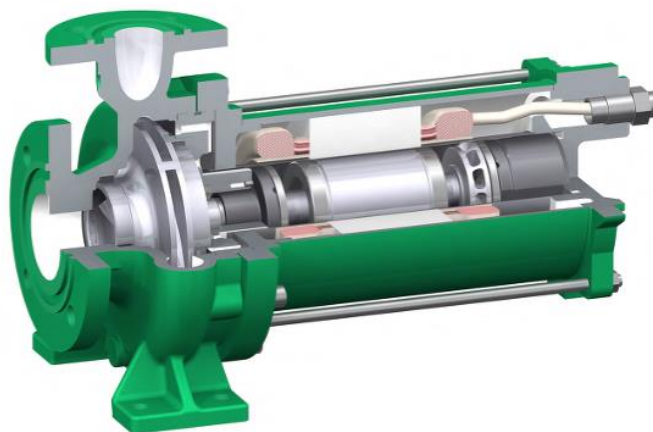
VRC 0406A- 1018E-JA	13543	11898	8 128	5480	2997	4955	35.0	(3x) 5.5	47.9	(1x) 5.5	4820
VRC 0487A- 1018E-LA	13796	12150	8 128	5480	2997	4955	44.8	(3x) 11.0	47.9	(1x) 5.5	4820

Додаток 3.1.



SERIES INFORMATION  
CANNED MOTOR PUMP TYPE CNF

## REFRIGERATION ENGINEERING



**ZART®**  
simply best balance

VERSIONS

Versions CNF

Type	Motor	Pump data		Motor data 50 Hz / 60 Hz		Weight kg	PN
		Q <sub>min.</sub> m <sup>3</sup> /h	Q <sub>max.</sub> m <sup>3</sup> /h	Output kW [P2]	Rated current at 400 V / 480 V		
CNF 32 – 160	AGX 3.0	3.0	20.0	3.0/3.4	7.1	55.0	40
	AGX 4.5	3.0	20.0	4.5/5.6	10.4	63.0	40
CNF 40 – 160	AGX 3.0	4.0	26.0	3.0/3.4	7.1	58.0	40
	AGX 4.5	4.0	26.0	4.5/5.6	10.4	66.0	40
	AGX 6.5	4.0	26.0	6.5/7.4	15.2	69.0	40
	AGX 8.5	4.0	26.0	8.5/9.2	19.0	80.0	40
CNF 40 – 200	AGX 4.5	4.0	26.0	4.5/5.6	10.4	74.0	40
	AGX 6.5	4.0	26.0	6.5/7.4	15.2	77.0	40
	AGX 8.5	4.0	26.0	8.5/9.2	19.0	90.0	40
	CKPx 12.0	6.0	26.0	13.5/15.7	31.0	122.0	25
CNF 50 – 160	AGX 4.5	8.0	60.0	4.5/5.6	10.4	77.0	40
	AGX 6.5	8.0	60.0	6.5/7.4	15.2	80.0	40
	AGX 8.5	8.0	60.0	8.5/9.2	19.0	91.0	40
	CKPx 12.0	8.0	60.0	13.5/15.7	31.0	118.0	25
CNF 50 – 200	AGX 6.5	8.0	60.0	6.5/7.4	15.2	82.0	40
	AGX 8.5	8.0	60.0	8.5/9.2	19.0	96.0	40
	CKPx 12.0	8.0	60.0	13.5/15.7	31.0	125.0	25

Додаток 3.2.



- Table of Contents
- General information
- Function
- Operating principle
- Characteristic maps
- Versions**
- List of parts
- Collective measurements
- Documentation and tests
- Installation
- Protection and monitoring
- Flow regulation
- Design software
- Contact