

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

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

«До захисту в ЕК»

Директор інституту

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

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

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

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності 142 Енергетичне машинобудування

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми \_\_\_\_\_

Холодильні техніка та технологія

на тему: Проект фруктосховища місткістю 10 000 т. з розрахунком декількох схемних рішень, систем холодопостачання

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

\_\_\_\_\_ Гнєшєв Ярослав Романович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник \_\_\_\_\_ Грищенко Роман

(прізвище, ім'я)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Консультант \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Я як здобувач Національного університету харчових технологій 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 відповідні джерела.

\_\_\_\_\_ (підпис та прізвище здобувача)

Київ – 2023 р.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування  
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Холодильні техніка та технології

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ТЕХТ

проф. Петренко В.П.

“07” листопада 2022 року

## З А В Д А Н Н Я

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

**Гнєсушева Ярослава Романовича**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект фруктосховища місткістю 10 000 т. з розрахунком декількох схемних рішень, систем холодопостачання

керівник роботи д.т.н., проф., Серьогін О.О.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від 07.11.2022 року № 794-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 06.02.2022 року

3. Вихідні дані до роботи Зберігання яблук 70% та груш 30% від загальної ємності, холодоагент R134a, розглянути схеми з безпосереднім охолодженням та за допомогою проміжного теплоносія.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):  
Вступ, Розділ 1. ТЕО, Розділ 2. Розрахунок холодильної частини, Розділ 3. Електрообладнання та електропостачання, Розділ 4. Автоматизація ХУ, Розділ 5. Цивільний захист 6. Охорона праці, 7. Розрахунок економічної ефективності, Список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу

1. А1 План та розріз машинного відділення

2. А1 План та розріз холодильника

3. А1 Схема автоматизації

4. А1 Схема ХУ

5. А1 Схема електропостачання

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 07.11.2022

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Отримання завдання на кваліфікаційну роботу	07.11-11.11.2022	
	Виконання розділів кваліфікаційної роботи	14.11.22-22.01.23	
	Оформлення ПЗ, презентація, консультація з розділів	23.01-05.02.2023	

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Гнеушев Я.Р.  
(прізвище та ініціали)

Серьогін О.О.  
(прізвище та ініціали)

## Анотація

В представленій магістерській роботі проведено варіативний розрахунок холодильної установки із застосування декількох схемних рішень для зберігання фруктів місткістю 10000 т у місті Миколаїв. 30% продукту зберігатиметься у камерах із регульованим газовим середовищем. Місткість камер зберігання у звичайному середовищі – 7000 т, камер з РГС – 3000 т. Холодильник буде забезпечувати зберігання яблук та груш цілий рік.

Каркас будівлі металевий, стіни самонесучі, виконані з сендвіч-панелей, теплоізоляція — пінополіуретан. Матеріали та конструкція несучих та огорожуючих конструкцій обрані спираючись на чинну нормативну та кошторисну документацію.

В пояснювальній записці приведено розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника, теплонадходження в камери, тепловий розрахунок компресора, розрахунок теплообмінного обладнання, підбір допоміжного обладнання та розрахунок гідравлічних втрат у трубопроводах, розрахунок економічної ефективності, розрахунок електрообладнання та електропостачання.

В графічній частині проекту представлені креслення схеми холодильної установки, автоматизації та електропостачання, а також план і розріз холодильника та машинного відділення.

Дипломний проект виконаний на ПК, з використанням таких прикладних програми: "Microsoft Excel 2016" та "Microsoft Word 2016", CoolPack, креслення та схеми виконанні за допомогою програми "AutoCad 2021".

***Ключові слова: холодильна машина, фруктосховище, проміжний теплоносій, R134a, варіативні розрахунки.***

## Зміст

	Стор.
Вступ.....	6
1. Техніко-економічне обґрунтування проекту.....	7
2. Розрахунок холодильної частини.....	10
3. Електрообладнання та електропостачання.....	67
4. Автоматизація системи холодильної установки.....	83
5. Цивільний захист.....	91
6. Охорона праці.....	98
7. Розрахунок економічної ефективності.....	111
Список використаної літератури.....	118

## Вступ

Сучасною перспективою харчової промисловості є збільшення об'єму вирощування та зберігання фруктів, зокрема яблук та груш.

Процес зберігання фруктів тісно пов'язаний з холодильною технологією та холодильною технікою так, як вони належить до продуктів харчування які дуже швидко псуються.

Пов'язане це з тим, що при зберіганні, не в спеціально обладнаному сховищі фрукти досить сильно «дихають» внаслідок того, що в них відбувається окиснення цукрів, через яке відбувається втрата поживних речовин, виділяється значна кількість вологи, вуглекислого газу і тепла. При протіканні цих процесів відбувається значна втрата продукції.

Якщо ж є фруктосховище, з устаткуванням, яке здатне підтримувати оптимальний режим вологи і температури, регулювати газове середовище в приміщенні, то дані процеси практично зупиняються.

Вважаю за доцільне проектування і будівництво нових фруктосховищ із застосуванням сучасного обладнання, яке дасть змогу зменшити собівартість продукції та збільшити прибуток від реалізації.

Головними завданнями при проектуванні холодильника є:

- вибір температурного режиму в камерах для охолодження та зберігання фруктів;
- визначення основних розмірів холодильника;
- розроблення плану холодильника;
- вибір будівельних та ізоляційних матеріалів;
- вибір та обґрунтування типу системи охолодження;

В представленій магістерській роботі ведеться розрахунок холодильника для зберігання фруктів місткістю 10 000 тон у м. Миколаїв.

## 1. Техніко-економічне обґрунтування проекту

Метою даної роботи є будівництво холодильника для фермерських господарств, що займаються вирощуванням яблук, груш та винограду поблизу м. Миколаїв. Економічне обґрунтування на будівництво даного холодильника включає в себе дві основні задачі:

- обґрунтування вибору потужності холодильника, що проектується, та місця його будівлі;
- розрахунок основних техніко-економічних показників.

Фермерські господарства поблизу м. Миколаїв вирощують 7000 т яблук та 3000 т груш. На зберігання закладають всі 10000 т. Реалізація планується протягом всього року. Будівництво холодильника з камерами РГС дасть змогу зберігати фрукти у хорошому стані до червня - липня місяця, коли ціна на них буде у 2,5-3 рази вищою від початкової.

Холодильник буде розташований біля дороги міжобласного сполучення, за 10 км від залізничної станції, що дасть змогу продавати продукцію великими партіями та на значні відстані. Автотранспортом відбуватиметься транспортування продукції до найближчих великих міст. Таке розташування забезпечує можливість обслуговування великої кількості споживачів.

Загальна характеристика ефективності капітальних вкладень в холодильник, що проектується, визначається техніко-економічними показниками, які розраховуються в економічній частині даного проекту. Строк окупності капітальних вкладень в даний проект складає 4,74 року, а індекс доходності — 1,05.

Проаналізувавши все вище зазначене робимо висновок, що проект доцільно впроваджувати.

## 2. Розрахунок холодильної частини

### 2.1. Розробка технологічної схеми холодильної обробки продукції

В камерах холодильника будуть зберігатися яблука та груші загальною кількістю 7000 т та 3000 т відповідно. З них 30% (3000т) від загальної кількості у камерах з регульованим газовим середовищем. Також в проекті передбачається сортувальне-пакувальне відділення, де на автоматичній лінії відбувається сортування яблук та груш за розміром і вагою. Для збільшення місткості камер зберігання, продукт пакуватиметься у розкладні пластикові контейнери типу Smart Box, розміром 1200×1000×800 та місткістю 350кг.

Місткість камер зі звичайним середовищем 7000 тон. У камерах передбачений проїзд для кари шириною 3000 мм. Температури зберігання у звичайному середовищі залежать від сорту (табл. 2.1.1.).

Оптимальна відносна вологість під час зберігання яблук – 90 - 95 %. Висока відносна вологість потрібна під час тривалого зберігання, щоб не допустити надмірної усушки плодів.

Температури зберігання різних сортів груш складають – Літні сорти – 0...1°C, Зимові – 1...4°C. Відносна вологість – 90-92%. Термін зберігання у звичайній атмосфері – 1-6 місяців в залежності від сорту. Для зберігання груш приймаємо наступні параметри повітря в камерах зберігання:  $t_{\text{зим.сорт}} = +1^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_{\text{зим.сорт}} = 90-92\%$ , термін зберігання 7-8 місяців.

Загальна місткість камер із РГС 3000 тон. Проїзд для кари відсутній, оскільки завантаження та вивантаження всього об'єму здійснюється за один раз.

Зберігання яблук та груш у камерах із РГС у порівнянні зі зберіганням у повітрі дає змогу збільшити терміни зберігання в 1,5–2 рази, скоротити природні втрати у 3–5 разів, зберегти високу товарну якість. Оптимальні параметри атмосфери та строки зберігання для деяких сортів яблук приведені нижче (табл.2.1.2.).

Таблиця 2.1.1. Параметри камер зберігання яблук

Сорт яблук	Ємність,т	Температура зберігання, °С	Відносна вологість,%	Термін зберігання, міс.
Голден Делішес	330	0	90-95	6
Джонаголд	330	0	90-95	6
Ренет Симиренко	210	1	90-95	5
Айдаред	90	2	90-95	7
Чемпіон	240	1	90-95	5
Гала	165	1	90-95	5
Мутсу	90	0	90-95	6
Едера	240	2	90-95	5
Перлина Києва	240	0	90-95	6
Бребурн	45	2	90-95	6
Глостер	120	0	90-95	6

Таблиця 2.1.2. Терміни зберігання, концентрації O<sub>2</sub> та CO<sub>2</sub> в камерах для яблук із РГС

Сорт яблук	Ємність, т	Температура зберігання, °С	Відносна вологість,%	Термін зберігання, міс.	Концентрація, %	
					O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
Голден Делішес	150	0	90-95	7-8	1,5	2
Джонаголд	150	0	90-95	7-8	2-3	2-3
Ренет Симиренко	150	1	90-95	6-7	2-3	2-5
Айдаред	150	0	90-95	8-9	2-3	2-3
Гала	75	1	90-95	6-7	1-2	2
Мутсу	150	1	90-95	7-8	2-4	3
Бребурн	75	1	90-95	7-8	2-3	0,5

Термін збирання врожаю приблизно з 15 вересня до 30 жовтня. Із саду яблука надходять з температурою 14°C (табл. 2.1.3.) по 250 тонн за день.

Для проведення вантажних робіт обираємо 8 електричні навантажувачі Toyota 7FBE13 (Рис 2.1.1., табл.2.1.4.).

Усі фрукти, що надходять до фруктосховища охолоджуються в камерах попереднього охолодження повітрям, від температури +14°C до +5°C. Температура в камері попереднього охолодження  $t = 0^{\circ}\text{C}$ .

Таблиця 2.1.3. Середньоденна температура повітря в м. Миколаїв

Місяць	День	Середня денна температура, ° С		
		2015 рік	2016 рік	2017 рік
Вересень	15	9,7	22,5	19,8
	16	7,5	23,4	20,5
	17	8,4	23,8	19,8
	18	8,5	17,7	12,6
	19	7,9	15,1	12,3
	20	9,5	16,6	13,3
	21	12,3	19,5	16,4
	22	11,4	21,5	15,5
	23	12,1	23,3	15,3
	24	11,7	21,7	17,2
	25	9,7	16,1	17,8
	26	13,2	15,5	19,4
	27	14,5	16,6	19,5
	28	14,4	21,4	17,5
	29	15,2	15,9	13,3
30	14,8	10,9	8,2	
Жовтень	1	15,1	16,5	7,3
	2	19	11,9	11,5
	3	18,2	12,4	10,5
	4	17,3	16,4	7,5
	5	8,7	14,8	8,6
	6	13,2	10,7	7,4
	7	8,8	14,3	5,1
	8	10,7	22,5	8,6
	9	13,4	13,4	10,3
	10	15,1	10,9	8,6
	11	11,5	13,5	10,4
	12	16,2	13,6	7,7
	13	14,5	8,3	6,4
	14	17,4	2,7	8,2
	15	13,5	6,9	7,2
	16	16,9	6,4	9,4
	17	9,5	7,2	8,2
	18	8,1	7,8	7,1
	19	11,7	6,5	6,8
	20	11,2	7,5	8,1
Середня температура, ° С		14		

## 2.2. Визначення основних розмірів та планування приміщень холодильника

Склад холодильника – 4900 тон охолоджених яблук та 2100 тон охолоджених груш, 2100 тон охолоджених яблук в РГС та 900 тон охолоджених груш в РГС.

Приймаємо розмір будівельної сітки колон 30×12 м, та розрахункової - 6×6 м. Висоту приміщень приймаємо 8 м. Відповідно вантажну висоту – 6,96 м (висота 9-ти контейнерів).

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

Визначаємо потрібну площу основних камер.

а) Камери зберігання яблук, за формулою [7.4 літ. 1].

$$F_{к.зб.} = \frac{B_k}{q_v \cdot h_{вант} \cdot \beta} = \frac{4900}{0,45 \cdot 6,96 \cdot 0,7} = 2235 \text{ м}^2$$

де  $B_k$  - загальна місткість камер охолоджених яблук;  
 $q_v=0,45 \text{ т/м}^3$  – норма завантаження на  $1 \text{ м}^3$  вантажного об'єму камери,  $\text{т/м}^3$ , для яблук у пластикових контейнерах;  $h_{вант}=6,96 \text{ м}$  – вантажна висота;  $\beta=0,8$  – коефіцієнт використання будівельної площі. [1]

Кількість будівельних прямокутників за формулою [7.6 літ.1].

$$n = \frac{F_{к.зб.}}{f_{стр.}} = \frac{2235}{36} = 62,1$$

де  $f_{стр.}$  - будівельна площа 1-го прямокутника прийнятої сітки,

$$f_{стр.} = 6 \cdot 6 = 36 \text{ м}^2$$

Приймаю  $n=62$  будівельних прямокутників.

б) Камери зберігання яблук в РГС:

$$F_{к.зб.РГС} = \frac{B_k}{q_v \cdot h_{вант} \cdot \beta} = \frac{2100}{0,45 \cdot 6,96 \cdot 0,8} = 838 \text{ м}^2$$

де  $B_k$  - загальна місткість камер охолоджених яблук в РГС;

Кількість будівельних прямокутників:

$$n = \frac{F_{к.зб.}}{f_{стр.}} = \frac{838}{36} = 23,3$$

Приймаю 24 будівельні прямокутники.

в) Камери зберігання охолоджених груш, за формулою [7.4 літ. 1].

$$F_{к.зб.} = \frac{B_k}{q_v \cdot h_{вант} \cdot \beta} = \frac{2100}{0,45 \cdot 6,96 \cdot 0,7} = 957,9 \text{ м}^2$$

де  $B_k$  - загальна місткість камер охолоджених груш.

Кількість будівельних прямокутників за формулою [7.6 літ.1].

$$n = \frac{F_{к.зб.}}{f_{стр.}} = \frac{957,9}{36} = 26,61$$

Приймаю  $n=27$  будівельних прямокутників.

г) Камери зберігання груш в РГС:

$$F_{к.зб.РГС} = \frac{B_k}{q_v \cdot h_{вант} \cdot \beta} = \frac{900}{0,45 \cdot 6,96 \cdot 0,8} = 359,2 \text{ м}^2$$

де  $B_k$  - загальна місткість камер охолоджених груш в РГС;

Кількість будівельних прямокутників:

$$n = \frac{F_{к.зб.}}{f_{стр.}} = \frac{359,2}{36} = 9,98$$

Приймаю 10 будівельних прямокутників.

д) Камери попереднього охолодження:

$$F_{к.ох} = \frac{B_k}{q_v \cdot h_{вант} \cdot \beta} = \frac{250}{0,45 \cdot 2,34 \cdot 0,7} = 339,2 \text{ м}^2$$

де  $B_k$  - добове надходження продукції на охолодження;  $q_v=0,45 \text{ т/м}^3$  – норма завантаження на  $1 \text{ м}^3$  вантажного об'єму камери,  $\text{т/м}^3$ , для яблук та груш у контейнерах;  $h_{вант}=2,34 \text{ м}$  – вантажна висота;  $\beta=0,7$  – коефіцієнт використання будівельної площі. [1]

Кількість будівельних прямокутників:

$$n = \frac{F_{к.зб.}}{f_{стр.}} = \frac{339,2}{36} = 9,42$$

Приймаю 10 будівельних прямокутників.

В якості камер попереднього охолодження використаємо камери довгострокового зберігання в охолодженому стані.

Загальна площа основних приміщень зберігання.

$$F_{к.збер.} = 2235 + 838 + 958 + 359 = 4390 \text{ м}^2$$

Площа допоміжних приміщень.

$$F_{доп.} = 4390 \cdot 0,35 = 1537 \text{ м}^2$$

Кількість будівельних прямокутників  $n=42,7$ , приймаю 43.

Загальна площа охолоджуваного складу:

$$F_{заг.} = 4390 + 1537 = 5927 \text{ м}^2 \text{ (приймаємо } n=165 \text{ в основі холодильника)}$$

Визначаємо площу машинного відділення:

$$F_{м.в.} = 0,05 \cdot F_{заг.} = 0,05 \cdot 5927 = 296,35 \text{ м}^2$$

Кількість будівельних прямокутників  $n=8,5$ .

Визначаємо площу службових приміщень:

$$F_{сл.} = 0,3 \cdot F_{заг.} = 0,3 \cdot 5927 = 1778 \text{ м}^2$$

Кількість будівельних прямокутників  $n=49$ .

Ширина коридорів 6 м, автомобільної платформи — 6 або 7,5 м.

Камери 8(о) ÷ 13(о) використовуємо для попереднього охолодження та подальшого зберігання в них яблук та груш при температурі 0°C та 1 °C відповідно.

## 2.3. Опис будівельних конструкцій

### 2.3.1. Опис будівельних конструкцій холодильника.

Будівельні конструкції приміщень холодильників повинні забезпечувати постійно заданий режим в камерах, відповідати санітарним вимогам і забезпечувати необхідну довговічність і вогнестійкість будівлі. Несучі конструкції будівлі фруктосховища — металеві колони, колони мають висоту (до низу несучої конструкції) 8 м., сталеві кроквяні ферми прогоном 30 та 36 м., стіни та стеля виконані із панелей типу „сендвіч”, утеплювач пінополіуретан.

Основа – глина волога. Глинисті ґрунти здатні стискатися, розмиватися, насичуватись водою і при подальшому замерзанні спучуватись. Як правило, спучування буває нерівномірним у різних частинах фундаменту і супроводжується значними вертикальними і горизонтальними зусиллями.

Головні завдання при будівництві фундаменту на глинистому ґрунті – як можливо зменшити порушення самого глинистої основи (материка) і відведення талих і дощових вод від фундаменту. Порушений ж глинистий ґрунт сприяє проникненню вологи до фундаменту і нерівномірного випирання останнього при численних циклах «замороження-розмороження».

Такий склад ґрунту при прокладанні фундаменту вимагає обов'язкового облаштування амортизаційної подушки, яка складається з мокрого, утрамбованого, крупного піску глибиною 600 мм.

Для блокування фільтрації ґрунтових вод до фундаменту застосуємо метод бітумізації.

**Фундаменти.** Фундамент під сталеві колони виготовляють із монолітного залізобетону, стовбчастого типу без отворів (стаканів).

Для монолітного залізобетону використовується важкий бетон марки 200, марка цементу М400, та сталевий прокат (сталь вуглецева звичайної якості по ГОСТ 380-71 групи «В» марки В Ст.3).

Фундаменти холодильника проектують по даним польових інженерно – геологічних робіт і лабораторних дослідів ґрунтів. Для стін даного холодильника було обрано стрічковий фундамент. Підшва його розташована

на 20 см нижче глибини промерзання. При спорудженні фундаменту на дно траншеї насипають пісок шарами по 15-20 см. Кожен шар поливають водою і ретельно трамбують. Потім укладають шар гравію або щебню товщиною близько 10 см і заливають цементно-піщаним розчином, після нього - наступний шар і т. д. Над поверхнею землі бетон укладають в опалубку до потрібної висоти і влаштовують гідроізоляцію. Такий варіант може заощадити до 50% бетону. Кладку виводять вище нульової позначки, вирівнюють розчином і влаштовують гідроізоляцію із двох шарів руберойду на бітумній мастиці. Для кладки фундаментів використовують бутовий камінь, щебінь або гравій, а також перепалена і бита цегла на цементно-піщаному розчині.

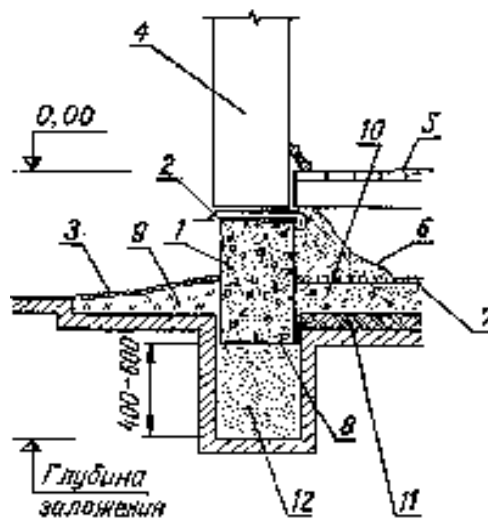


Рис. 2.3.1. Стрічкові фундаменти на піщаній подушці:

1 - цоколь; 2 - гідроізоляція; 3 - вимощення; 4 - стіна; 5 - дошка підлоги; 6 - засипання; 7 - цементна стяжка; 8 - підшва фундаменту; 9-прокладка глина; 10 – пісок; 11- ґрунт; 12- піщана подушка.

**Колони.** Колони – сталеві з постійним перерізом, перетином 200×400 мм та висотою 6 м. Вони виготовлені із двотаврів з паралельними гранями полицок.

Процес монтажу сталевих колон складається з таких операцій: доставки і розкладки у місце установки; підготовки (перевірки параметрів і якості колони, облаштування необхідним обладнанням); підйому переведення в вертикальне положення; наведення; опускання на опору; вивірки; тимчасового розкріплення, “розстроповки”; закріплення.

При “безвивірочному” монтажу колони спочатку на фундамент 1, не доведений до проектної відмітки на 40 ... 50 мм, встановлюють на підливі з цементного розчину відфрезеровану опорну плиту (4) колон. Кожну плиту орієнтують по осьовим ризикам фундаментів і монтажному горизонту або встановлюють на болтах (анкерах), заздалегідь закріплених у верхньому шарі бетону фундаменту (Рис. 2.3.2. поз. а), або за допомогою інвентарних кондукторів, зафіксованих на анкерних болтах фундаментів (Рис. 2.3.2., поз. б).

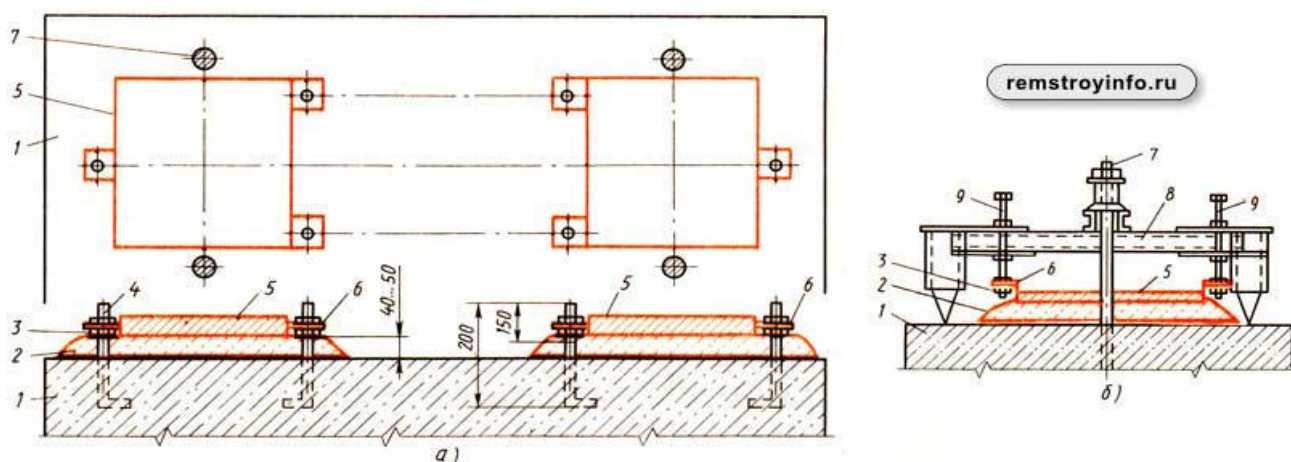


Рис. 2.3.2. Установка відфрезерованих опорних плит.

а - на вивірочних анкерах, б - кондуктором з використанням анкерних болтів; 1 - фундамент, 2 - підлива з розчину, 3 - опорна нижня гайка (вивірочна), 4 - вивірочний анкер, 5 - опорна відфрезерована плита, 6 - косинки, 7 - анкерний болт для кріплення колони, 8 - кондуктор, 9 - кріпильні болти.

За допомогою вивірочних болтів (анкерів) опорні плити встановлюють у такій послідовності. Спочатку плити розкладають і монтують одночасно по групі фундаментів (ділянки, захватки). У центрі монтажної ділянки встановлюють нівелір, яким з одного стоянки перевіряють стан опорних плит на фундаментах. Для фіксації опорних плит на вивірочних болтах (Рис. 2.3.2., поз. а) кожну плиту (5) приварюють по три косинки (6) з отворами під вивірочні анкери (4). Спочатку плиту опускають на нижні опорні гайки (3) виверочних анкерів (4), потім, підкручуючи гайку (3), приводять плиту (5) у одного з анкерів у відповідність з проектною відміткою. Остаточну вивірку положення всієї плити виконують обертанням опорних гайок (3) на двох інших

болтах за двома монтажним рівнів, попередньо укладається на поверхню плити (5) у взаємно перпендикулярних положеннях.

Плиту закріплюють верхніми гайками болтів. Після вивірки під плиту підливають бетон (2), і на неї наносять риси осей, використовуючи для цього теодоліт.

При використанні кондуктора (Рис. 2.3.2., поз. б) роботу виконують у такій послідовності. Спочатку укладають на місце опорну плиту (5). Потім встановлюють на фундамент кондуктор (8) і закріплюють його анкерними болтами (7) фундаментів.

Підвішують кріплення болтами (9) за косинки (6) плиту до кондуктора і, маніпулюючи гайками болтів, вивіряє положення плити, закріплюють її і підливають розчином.

Сталеві колони піднімають і наводять на місце установки. Завдяки фрезерування опорних плит і опорних торців колон вивірка їх полягає в поєднанні осьових рисок на колоні з осьовими рисками, нанесеними на опорні плити, відпадає необхідність вивірки колони по висоті і по вертикалі. Після вивірки колону остаточно закріплюють, затягуючи гайки і контргайки анкерних болтів.

**Ферми.** Несучі конструкції покриття — сталеві ферми з паралельними поясами, довжиною 24 та 30 м (Рис. 2.3.3.). З'єднання з колонами — болтове.

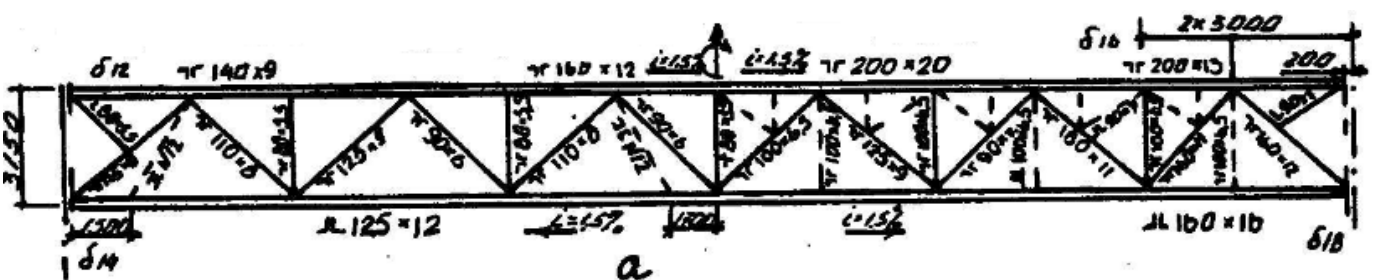


Рис. 2.3.3. Сталева ферма з паралельними поясами.

**Стіни і перегородки.** Зовнішні стіни перегородки та стеля камер холодильника виконані з панелей типу „сандвіч”, утеплювач пінополіуретан.



Рис. 2.3.4. Стінова сандвіч-панель

Використовуємо тришарову сандвіч-панель фірми Mega Profil [3], що складається з металевих поверхневих шарів з полімерним покриттям, утеплювача (пінополіуретан) і високоякісного двокомпонентного клею, що виступає з'єднуючим елементом даної конструкції.

Таблиця 2. 3.1. Технічні характеристики полімерного покриття

	PVF2
Товщина покриття, мкм	25
Поверхня	Гладка
Максимальна температура експлуатації, °С	+120
Мінімальна температура обробки, °С	-10
Збереженість зовнішнього вигляду	*****
Мінімальний радіус вигину	1 x t
Корозійна стійкість соляний тест, годин	1000
водяний тест, годин	1000

Загальні рекомендації з монтажу панелей:

- перед початком монтажу варто перевірити конструкцію на точність виконання згідно проекту (прямолінійність цоколя і рівність його поверхні). На поверхні цоколя робиться розмітка розташування панелей;

- перед монтажем панелей необхідно очистити поверхню панелі і з'єднувальні замки від можливих забруднень, що перешкоджають монтажеві;

- захисна плівка видаляється з внутрішніх поверхонь перед монтажем (плівка з внутрішньої сторони наноситься за бажанням замовника), а із

зовнішніх одразу після монтажу. В місцях кріплення фасадних та з'єднувальних елементів плівка видаляється безпосередньо перед монтажем;

Таблиця 2.3.2. Основні характеристики сендвіч-панелей на основі утеплювача – пінополіуретан

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

### Приклади кріплення сендвіч-панелей

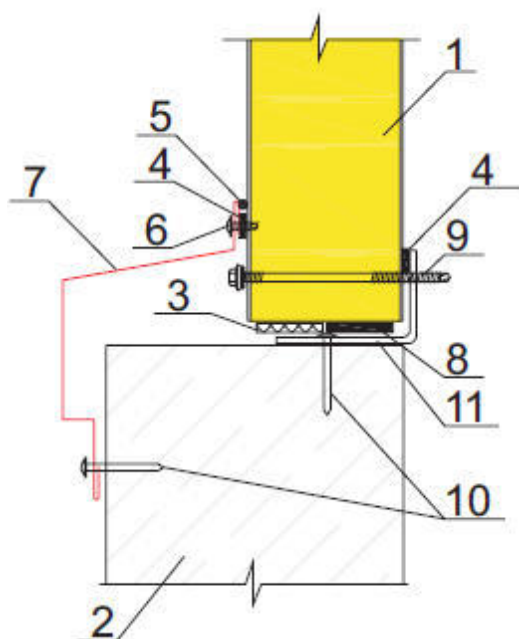


Рис. 2.3.5. Цокольний вузол:

1- стінова панель; 2- цоколь; 3- монтажна піна; 4- ущільнююча плівка ЛБ 30×2; 5- силіконовий герметик; 6- самонарізний гвинт для кріплення фасадних елементів; 7- добірний елемент; 8- ущільнююча плівка ЛБ 100×2; 9- самонарізний гвинт; 10- дюбель-цвях ДГ 4,5×50 крок 300мм; 11- цокольний прогін.

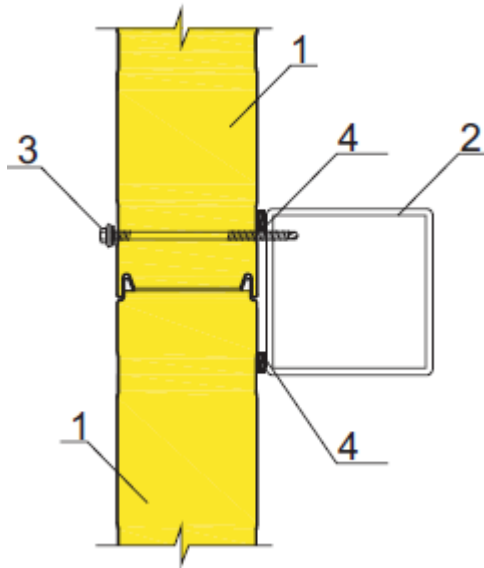


Рис. 2.3.6. Кріплення до стінового прогону:

- 1- стінова панель; 2- стіновий прогін; 3- самонарізний гвинт крок 1000мм; 4- ущільнююча плівка ЛБ 30×2.

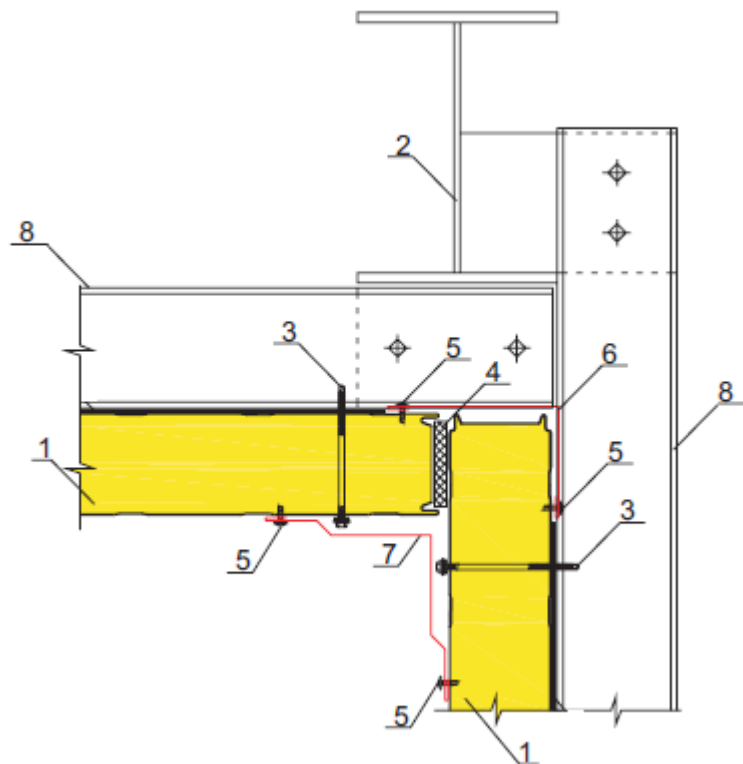


Рис. 2.3.7. Зовнішній кут будівлі:

- 1- стінова панель; 2- металева колона; 3- самонарізний гвинт; 4- монтажна піна; 5- самонарізний гвинт для кріплення фасадних елементів; 6- добірний елемент НН; 7- добірний елемент ПО 15; 8- стіновий прогін.

**Покрівля.** До сталевих ферм кріпляться балки з перфорованого двотавру (Рис. 2.3.8.) через кожні 6 метрів. Довжина балок — 12 метрів. Швелер

ложиться перпендикулярно до балок і до нього за допомогою самонарізних гвинтів з ущільнюючою шайбою кріпиться металевий профнастил.

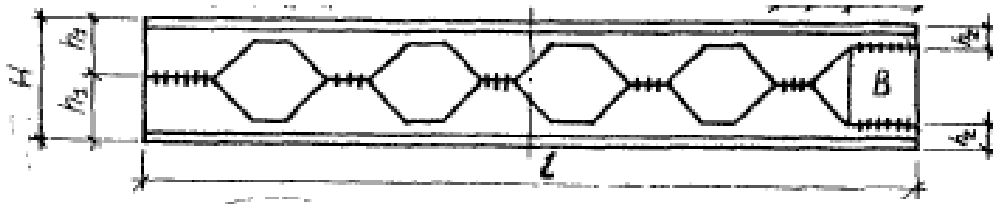


Рис. 2.3.8. Балка з перфорованого двотавру.

**Підлога.** Підлоги повинні мати такі властивості:

- висока механічна і ударна міцність;
- висока зносостійкість і відсутність виділення пилу в процесі експлуатації;
- повинні бути безпечними для пересування людей та транспортних засобів;
- непроникність для води і хімічних реагентів, відсутність в конструкції підлоги швів і висока надійність виконання сполучень підлога - стіна;
- високі гігієнічні властивості матеріалів і простота прибирання і дезінфекції;

Монолітні покриття підлоги «Коутекс» [4] застосовується у виробничих (у харчовій, хімічній, фармацевтичній промисловості), складських, на трибунах стадіонів, в майстернях, сховищах мінеральних добрив, гаражах і критих паркінгах, ангарах, на об'єктах енергетики транспорту і сільського господарства.

«Коутекс» — це низьков'язка полімерна композиція на основі модифікованих епоксидних смол, що не містить розчинників. Інтервал робочих температур матеріалу — від -30 до +60 °С, можливе короткочасне нагрівання (протягом 5—6 годин) до 100 °С. При нанесенні утворює на поверхні основи монолітне, еластичне покриття, стійке до абразивного зносу. Товщина покриття до 5 мм при одношаровому нанесенні. Перекриває тріщини в основі (з розкриттям до 0,7 мм). Для бетонних і інших підстав на цементній основі, металу, дерева, асфальту гіпсоволокнистих плит і ін. Повністю затверділе покриття має високу стійкість до дії води і агресивних середовищ. Можливість

експлуатації в широкому діапазоні температур (-30° - +80°С). Високі показники гігієнічності і пожежної безпеки.

**Машинне відділення.** Обладнання встановлюється на окремі фундаменти з монолітного залізобетону. Фундамент під сталеві колони виготовляють із монолітного залізобетону, стовбчастого типу без отворів (стаканів). Колони виготовлені із двотаврів з паралельними гранями полицок перерізом 300×130 мм. Висота колон 4 метра. Покриття виконується із профнастилу. Профнастил кріпиться до швелерів, що лежать на колонах. Стіни виготовлені із панелей типу “сандвіч” товщиною 50 мм. Підлога така ж, як і в холодильнику.

## 2.4. Розрахунок ізоляційних конструкцій

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

Стеля виконана з сендвіч-панелей на основі утеплювача – пінополіуретан. Для розрахунку товщини ізоляції зовнішніх стін необхідні параметри зовнішнього повітря місця будівництва холодильника (табл. 2. 4.2.).

Таблиця 2. 4.1. Основні характеристики сендвіч-панелей на основі утеплювача – пінополіуретан

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

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

Таблиця 2.4.2. Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Місто	Розрахункова температура, °С			Відносна вологість повітря, %	
	літня	зимова	середньорічна	літня	зимова
Миколаїв	33	-18	9,8	41	83

### 2.4.1. Розрахунок теплоізоляції огорож.

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

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

де  $\lambda_{із}$  - коефіцієнт теплопровідності ізоляції,  $Вт/(м \cdot К)$  ;  $K_0$  - оптимальний коефіцієнт теплопередачі,  $Вт/(м^2 \cdot К)$  ;  $\alpha_3$  - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої або більш теплої сторони огороження,  $Вт/(м^2 \cdot К)$  ;  $\alpha_6$  - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої або більш холодної сторони огороження,  $Вт/(м^2 \cdot К)$

$$\lambda_{із} = 0,022 \text{ Вт}/(м \cdot К) \text{ ;} \quad K_0 = 0,3$$

$$\text{Вт}/(м^2 \cdot К) \text{ ;} \alpha_3 = 23 \text{ Вт}/(м^2 \cdot К) \text{ ;} \alpha_6 = 9 \text{ Вт}/(м^2 \cdot К) \text{ .}$$

Сумарний термічний опір:

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

Потрібна товщина теплоізоляції:

$$\delta_{із}^n = 0,022 \cdot \left[ \frac{1}{0,3} - \left( \frac{1}{23} + 0,000022 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,0699 \text{ м ;}$$

Товщину сендвіч- панелей вибираємо з стандартного ряду  $\delta_{із}^0 = 80\text{мм}$  .

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

$$K_0^D = \frac{1}{\left( \frac{1}{\alpha_{зов.}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{вн.}} \right) + \frac{\delta_{із}^0}{\lambda_{із.}}} ;$$

$$K_0^D = \frac{1}{\left( \frac{1}{23} + 0,000022 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,08}{0,022}} = 0,264 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}} ;$$

Знаходимо потрібну товщину сендвіч панелі для внутрішніх стін камер:

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

$$\text{Вт}/(м^2 \cdot К)$$

Сумарний термічний опір:

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

Потрібна товщина теплоізоляції:

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

Товщину сендвіч- панелей вибираємо з стандартного ряду  $\delta_{із}^0 = 50\text{мм}$  .

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі:

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

Знаходимо потрібну товщину сандвіч панелі для перегородок між камерами з температурою  $t_{кам} = 0^\circ C$  :

$$\lambda_{із} = 0,022 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}) \ ; \ K_0 = 0,58 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \ ; \ \alpha_s = 9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \ ; \ \alpha_e = 9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Сумарний термічний опір:

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

Потрібна товщина теплоізоляції:

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

Товщину сандвіч- панелей вибираємо з стандартного ряду  $\delta_{із}^o = 40\text{мм}$  .

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі:

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

Знаходимо потрібну товщину сандвіч панелей покрівлі камер з температурою  $t_{кам} = 0^\circ C$  :

$$\lambda_{із} = 0,022 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}) \ ; \ K_0 = 0,319 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \ ; \ \alpha_s = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \ ; \ \alpha_e = 9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Сумарний термічний опір:

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

Потрібна товщина теплоізоляції:

$$\delta_{із}^n = 0,022 \cdot \left[ \frac{1}{0,319} - \left( \frac{1}{23} + 0,000022 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,0656 \text{ м} \ ;$$

Товщину сандвіч- панелей вибираємо з стандартного ряду  $\delta_{із}^o = 80\text{мм}$  .

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі:

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0,000022 + \frac{1}{9}\right) + \frac{0,08}{0,022}} = 0,264 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

Таблиця 2.4. 3. Товщини теплоізоляції та коефіцієнти теплопередачі основних конструкцій

Огородження	t <sub>в</sub> , °С	α <sub>зов</sub> , Вт/(м <sup>2</sup> · К)	α <sub>в</sub> , Вт/(м <sup>2</sup> · К)	Товщина теплоізоляційного шару, м		Коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м <sup>2</sup> · К)	
				δ <sub>із</sub> <sup>н</sup>	δ <sub>із</sub> <sup>о</sup>	K <sub>0</sub>	K <sub>0</sub> <sup>Д</sup>
Зовнішня стіна	0	23	9	0,0699	0,080	0,3	0,264
Внутрішня стіна	0	8	9	0,049	0,050	0,46	0,4
Перегородка між камерами	0	9	9	0,033	0,040	0,58	0,49
Покриття камери	0	23	9	0,0656	0,080	0,319	0,264

#### 2.4.2. Пароізоляція.

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

#### 2.4.3. Ізоляція холодильних трубопроводів.

При ізоляції трубопроводів необхідно виключити або звести до мінімуму можливість проникнення в ізоляцію вологи. Крапельна волога проникає в середину ізоляції за рахунок капілярної дифузії від поверхні. Яка може зволожуватись в результаті конденсації на ній вологи із повітря (коли температура поверхні нижче температури точки роси).

При розрахунку ізоляції трубопроводів необхідно визначити товщину теплоізоляції, при якій не буде відбуватися конденсація водяної пари з навколишнього середовища на її поверхні, визначити тепло надходження через ізоляцію.

Для ізолювання холодних трубопроводів і апаратів необхідно застосовувати ефективні теплоізоляційні матеріали, стійкі до різних видів зволоження, з коефіцієнтом теплопровідності від 0,028 до 0,08 Вт/мК.

Для ізоляція трубопроводів застосовуються спінений каучук. Вона виготовляється у вигляді труб (шлангів) і листового рулонного матеріалу різної товщини.

З'єднання швів, кріплення до трубопроводів здійснюється за допомогою бітумних мастик, бітумно-каучукових мастик, а також поліуретанових клеїв.

Для захисту ізоляції від ультрафіолету або механічних пошкоджень використовують вінілову стрічку шириною 100 мм. Намотують на ізоляцію по довжині.

Спінений каучук є одними з найбільш перспективних теплоізоляційних матеріалів, що володіє низькою теплопровідністю (при 0°C менше 0,036 Вт/(м×К)), високим опором дифузії водяної пари, широким температурним діапазоном ізолювання і, що важливо, простотою монтажу і не впливають на здоров'я.

Таблиця 2. 4.4. Технічні характеристики спіненого каучуку.

Температурні межі	-180°C до +175°C (+85C ввипадку якщо матеріал приклеєний по всій поверхні)
Теплопровідність	при 0 °C менше 0,036 Вт / (м × К)
Опір проникненню вологи	7000
Пожежна безпека	Важкогорючий саюзатухаючий, не поширює полум'я Г1 по ГОСТ 30244-94 (Важкогорючий матеріал по СніП 21-01-97).
Запах	Нейтральний
Колір	Чорний
Властивості	Матеріал не містить вологи

## 2.5. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень

Загальна кількість теплоти, що надходить в охолоджуване приміщення холодильника:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5, \text{Вт},$$

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

2.5.1. Теплонадходження через огорожувальні конструкції.

$$Q_1 = Q_{1m} + Q_{1c}, \text{Вт};$$

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

$$Q_{1m} = K_0 \times F \times \theta \times 10^{-3} = K_0 \times F \times (t_{\text{зов.}} - t_{\text{вн.}}) \times 10^{-3}, \text{Вт};$$

Камера №1. Визначення надходження теплоти через зовнішню західну стіну в камері зберігання яблук при  $t = 0^\circ\text{C}$ .

$$t_{\text{к.зб.}} = 0^\circ\text{C}; \quad K_0 = 0,264 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}; \quad t_{\text{зов.}} = 33^\circ\text{C};$$

$$F = 12 \times 8 = 96 \text{ м}^2;$$

$$Q_{1m} = 0,264 \times 96 \times (33 - 0) \times 10^{-3} = 0,836 \text{ кВт};$$

Теплонадходження від сонячної радіації:

$$Q_{1c} = K_0 \times F \times \Delta t_c \times 10^{-3}, \text{кВт};$$

де  $\Delta t_c$  – надлишкова різниця температур від впливу прямого сонячного випромінювання на дане огороження.

$$Q_{1c} = 0,264 \times 96 \times 4,7 \times 10^{-3} = 0,119 \text{ кВт};$$

$$Q_1 = Q_{1m} + Q_{1c} = 0,836 + 0,119 = 0,955 \text{ кВт};$$

Теплонадходження через підлогу:

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

$$Q_{1m} = \sum K_{ум} \times F \times (t_{зов.} - t_{вн.}) \times m \times 10^{-3}, Вт;$$

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

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

$$Q_{1m} = ((0,47 \times (12 \times 2 + 14 \times 2 + 2 \times 2)) + (0,23 \times (10 \times 2 + 14 \times 2 + 4 \times 2)) + (0,12 \times (8 \times 2 + 14 \times 2 + 6 \times 2)) + (0,07 \times (6 \times 18 + 6 \times 6))) \times (33 - 0) \times 10^{-3} = 0,379 кВт;$$

Для всіх інших камер розрахунки робимо так само і результати заносимо до таблиці 2.5.1.

табл. 2.5.1. Теплонадходження через огорожуючі конструкції

Стіна	$K_0, \frac{Вт}{м^2 \times К}$	$F, м^2$	$t_{зов.}, °C$	$\theta, °C$	$Q_{1м}, кВт$	$\Delta t_c, °C$	$Q_{1с}, кВт$	$Q_{1об}, кВт$
<b>Камера №1</b> <span style="float: right;"><math>t_{вн.} = 0 °C</math></span>								
Стіна зовнішня західна	0,264	96	33	33	0,836	4,7	0,119	0,955
Стіна зовнішня північна	0,264	96	33	33	0,836	0	0,000	0,836
Стіна внутрішня північна	0,4	96	-	23,1	0,887	0	0,000	0,887
Покрівля	0,264	288	33	33	2,509	14,9	1,133	3,642
Підлога	-	288	33	-	0,379	0	0,000	0,379
Перегородка з к.№2	0,49	192	0	0	0,000	0	0,000	0,000
Вн. стіна в коридор	0,4	96	-	19,8	0,760	0	0,000	0,760
Разом						<b>7,460</b>		
<b>Камери №2 ÷ №4</b> <span style="float: right;"><math>t_{вн.} = 0 °C</math></span>								
Стіна зовнішня західна	0,264	96	33	33	0,836	4,7	0,119	0,955
Перегородка між камерами	0,49	192	0	0	0,000	0	0,000	0,000
Покрівля	0,264	288	33	33	2,509	14,9	1,133	3,642
Підлога	-	288	33	-	1,148	0	-	1,148
Вн. стіна в коридор	0,4	96	-	19,8	0,760	0	0,000	0,760
Разом						<b>6,506</b>		

## Продовження таблиці 2.5.1.

<b>Камера №5</b>								$t_{\text{вн.}} = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$	
Стіна зовнішня західна	0,264	96	33	33	0,836	4,7	0,119	0,955	
Стіна зовнішня південна	0,264	192	33	33	1,673	3,2	0,162	1,835	
Покрівля	0,264	288	33	33	2,509	14,9	1,133	3,642	
Підлога	-	288	33	-	2,074	0	-	2,074	
Перегородка з к.№4	0,49	192	0	0	0,000	0	0,000	0,000	
Вн. стіна в коридор	0,4	96	-	19,8	0,760	0	0,000	0,760	
Разом							9,266		
<b>Камера №6</b>								$t_{\text{вн.}} = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$	
Стіна зовнішня східна	0,264	96	33	33	0,836	3,9	0,099	0,935	
Стіна зовнішня південна	0,264	192	33	33	1,673	3,2	0,162	1,835	
Покрівля	0,264	288	33	33	2,509	14,9	1,133	3,642	
Підлога	-	288	33	-	2,074	0	-	2,074	
Перегородка з к.№7	0,49	192	0	0	0,000	0	0,000	0,000	
Вн. стіна в коридор	0,4	96	-	19,8	0,760	0	0,000	0,760	
Разом							9,246		
<b>Камери №7, 15, 16</b>								$t_{\text{вн.}} = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$	
Стіна зовнішня східна	0,264	96	33	33	0,836	3,9	0,099	0,935	
Перегородка між камерами	0,49	192	0	0	0,000	0	0,000	0,000	
Покрівля	0,264	288	33	33	2,509	14,9	1,133	3,642	
Підлога	-	288	33	-	1,148	0	-	1,148	
Вн. стіна в коридор	0,4	96	-	19,8	0,760	0	0,000	0,760	
Разом							6,486		
<b>Камера №17</b>								$t_{\text{вн.}} = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$	
Стіна зовнішня східна	0,264	48	33	33	0,418	3,9	0,049	0,468	
Вн. стіна в допоміжні приміщення	0,4	192	22	22	1,690	0	0,000	1,690	
Покрівля	0,264	144	33	33	1,255	14,9	0,566	1,821	
Підлога	-	144	33	-	0,574	0	-	0,574	
Перегородка з к.№16	0,49	192	0	0	0,000	0	0,000	0,000	
Вн. стіна в коридор	0,4	48	-	13,2	0,253	0	0,000	0,253	
Разом							4,806		

## Продовження таблиці 2.5.1.

Камери №19, №20								$t_{\text{вн.}} = 0^{\circ}\text{C}$	
Стіна зовнішня південна	0,264	144	33	33	1,255	3,2	0,122	1,376	
Перегородка між камерами	0,49	144	0	0	0,000	0	0,000	0,000	
Покрівля	0,264	216	33	33	1,882	14,9	0,850	2,731	
Підлога	-	216	33	-	1,224	0	-	1,224	
Вн. стіна в коридор	0,4	96	-	19,8	0,760	0	0,000	0,760	
Разом							6,092		
Камери №14, №18, №21, №22								$t_{\text{вн.}} = 0^{\circ}\text{C}$	
Перегородка між камерами	0,49	144	0	0	0,000	0	0,000	0,000	
Вн. стіна в коридор	0,4	96	-	11,88	0,456	0	0,000	0,456	
Покрівля	0,264	216	33	33	1,882	14,9	0,850	2,731	
Підлога	-	216	33	-	0,499	0	-	0,499	
Разом							3,687		
Камери №8(о), №13(о)								$t_{\text{вн.}} = 0^{\circ}\text{C}$	
Перегородка між камерами	0,49	96	0	0	0,000	0	0,000	0,000	
Вн. стіни в коридор	0,4	144	-	19,8	1,140	0	0,000	1,140	
Покрівля	0,264	72	33	33	0,627	14,9	0,283	0,910	
Підлога	-	72	33	-	0,166	0	-	0,166	
Разом							2,217		
Камери №9(о) ÷ №12(о)								$t_{\text{вн.}} = 0^{\circ}\text{C}$	
Перегородка між камерами	0,49	96	0	0	0,000	0	0,000	0,000	
Вн. стіни в коридор	0,4	48	-	19,8	0,380	0	0,000	0,380	
Покрівля	0,264	72	33	33	0,627	14,9	0,283	0,910	
Підлога	-	72	33	-	0,166	0	-	0,166	
Разом							1,457		

2.5.2. Теплонадходження від вантажів при холодильний обробці.

Камери №1÷7, №15, №16.

Яблука надходять в камеру з температурою  $t = 5^{\circ}\text{C}$ , а в камері  $t_{\text{к.зб.}} = 0^{\circ}\text{C}$ .

Дійсна маса продукту що зберігається:

$$B_{\text{к}} = F_{\text{к.зб.}} \cdot qv \cdot h_{\text{вант}} \cdot \beta = 288 \cdot 0,45 \cdot 6,96 \cdot 0,7 = 631 \text{ т}$$

де  $F_{\text{к.зб.}} = 12 \times 24 = 288 \text{ м}^2$ .

В камеру завантажуємо не більше 20%. Приймаємо  $M_{\text{пр}} = 125 \text{ т}$ .

Теплонадходження при охолодженні продуктів в камерах зберігання:

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

де  $M_{np}$  - добове надходження продуктів, т/добу;  $\Delta h$  - різниця питомих ентальпій продуктів, кДж/кг;

$$Q_{2np} = 125 \times (290,5 - 272,0) \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 26,77 \text{ кВт};$$

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

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

де  $M_m$  - добове надходження тари (13% від маси вантажу), т/добу;  $c_m$  - питома теплоємність тари, кДж/кг×К;  $t_1$  і  $t_2$  - початкова і кінцева температура тари(приймаються рівними початковій і кінцевій температурі продукта), °С;

$$c_m = 0,34 \text{ кДж/кг} \times \text{К}$$

$$Q_{2m} = 16,25 \times 0,34 \times (5 - 0) \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 0,32 \text{ кВт};$$

$$Q_2 = Q_{2np} + Q_{2m} = 26,77 + 0,32 = 27,08 \text{ кВт};$$

#### Камери №14, №18÷№22.

Яблука надходять в камеру з температурою  $t = 5^\circ\text{C}$ , а в камері  $t_{к.зб.} = 0^\circ\text{C}$ .

Дійсна маса продукту що зберігається:

$$B_k = F_{к.зб.} \cdot qv \cdot h_{вант} \cdot \beta = 216 \cdot 0,45 \cdot 6,96 \cdot 0,7 = 473,6 \text{ т}$$

де  $F_{к.зб.} = 12 \times 18 = 216 \text{ м}^2$ .

В камеру завантажуємо не більше 20%. Приймаємо  $M_{np} = 95 \text{ т}$ .

Теплонадходження при охолодженні продуктів в камерах зберігання:

$$Q_{2np} = 95 \times (290,5 - 272,0) \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 20,34 \text{ кВт};$$

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

$$Q_{2m} = 12,35 \times 0,34 \times (5 - 0) \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 0,24 \text{ кВт};$$

$$Q_2 = Q_{2np} + Q_{2m} = 20,34 + 0,24 = 20,58 \text{ кВт};$$

### Камера №17.

Яблука надходять в камеру з температурою  $t = 5^{\circ}\text{C}$ , а в камері  $t_{\text{к.зб.}} = 0^{\circ}\text{C}$ .

Дійсна маса продукту що зберігається:

$$V_{\text{к}} = F_{\text{к.зб.}} \cdot qv \cdot h_{\text{вант}} \cdot \beta = 144 \cdot 0,45 \cdot 6,96 \cdot 0,7 = 315,7\text{м}$$

де  $F_{\text{к.зб.}} = 6 \times 24 = 144 \text{ м}^2$ .

В камеру завантажуємо не більше 20%. Приймаємо  $M_{\text{пр}} = 63\text{т}$ .

Теплонадходження при охолодженні продуктів в камерах зберігання:

$$Q_{2\text{пр}} = 63 \times (290,5 - 272,0) \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 13,45\text{кВт};$$

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

$$Q_{2\text{м}} = 8,2 \times 0,34 \times (5 - 0) \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 0,16\text{кВт};$$

$$Q_2 = Q_{2\text{пр}} + Q_{2\text{м}} = 13,45 + 0,16 = 13,61\text{кВт};$$

### Камери №8(о)÷№13(о) (режим зберігання).

Яблука надходять в камеру з температурою  $t = 5^{\circ}\text{C}$ , а в камері  $t_{\text{к.зб.}} = 0^{\circ}\text{C}$ .

Дійсна маса продукту що зберігається:

$$V_{\text{к}} = F_{\text{к.зб.}} \cdot qv \cdot h_{\text{вант}} \cdot \beta = 72 \cdot 0,45 \cdot 6,96 \cdot 0,7 = 157,9\text{м}$$

де  $F_{\text{к.зб.}} = 12 \times 6 = 72 \text{ м}^2$ .

В камеру завантажуємо не більше 20%. Приймаємо  $M_{\text{пр}} = 31\text{т}$ .

Теплонадходження при охолодженні продуктів в камерах зберігання:

$$Q_{2\text{пр}} = 31 \times (290,5 - 272,0) \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 6,34\text{кВт};$$

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

$$Q_{2\text{м}} = 4,0 \times 0,34 \times (5 - 0) \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 0,08, \text{кВт};$$

$$Q_2 = Q_{2\text{пр}} + Q_{2\text{м}} = 6,34 + 0,08 = 6,42\text{кВт};$$

### Камери №8(о)÷№13(о) (режим охолодження).

Яблука надходять в камеру з температурою  $t_n = 14^{\circ}\text{C}$  і охолоджуються до температури  $t_{\text{к}} = 5^{\circ}\text{C}$ .

Дійсна маса продукту що охолоджується:

$$B_k = F_{к.зб.} \cdot qv_{вант} \cdot \beta = 72 \cdot 0,45 \cdot 2,34 \cdot 0,7 = 53,1m$$

де  $F_{к.зб.} = 12 \times 6 = 72 \text{ м}^2$ .

Теплонадходження при охолодженні продуктів в камерах охолодження:

$$Q_{2np} = 1,3 \times M_{np} \times \Delta h \times \frac{10^3}{\tau_{обр} \times 3600};$$

де 1,3—коefficient, що враховує нерівномірність теплового навантаження;  
 $\tau_{обр}$ — тривалість холодильної обробки, год/добу.

$$Q_{2np} = 1,3 \times 53,1 \times (324,3 - 290,5) \times \frac{10^3}{18 \times 3600} = 36,01 \text{ кВт};$$

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

$$Q_{2m} = 1,3 \times 6,9 \times 0,34 \times (14 - 5) \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 0,32 \text{ кВт};$$

$$Q_2 = Q_{2np} + Q_{2m} = 36,01 + 0,32 = 36,33 \text{ кВт};$$

Таблиця 2.5.2. Теплонадходження від вантажів при холодильній обробці.

№ камери	Маса продукту, т/добу	Темп. продукту, °C		Час охол., год	Питома ент. продукту		$Q_{2np}, \text{ кВт}$	$Q_{2m}, \text{ кВт}$	$Q_{2об}, \text{ кВт}$
		$t_1$	$t_2$		$i_1$	$i_2$			
1	125	5	0	24	290,5	272	26,77	0,32	27,09
2	125	5	0	24	290,5	272	26,77	0,32	27,09
3	125	5	0	24	290,5	272	26,77	0,32	27,09
4	125	5	0	24	290,5	272	26,77	0,32	27,09
5	125	5	0	24	290,5	272	26,77	0,32	27,09
6	125	5	0	24	290,5	272	26,77	0,32	27,09
7	125	5	0	24	290,5	272	26,77	0,32	27,09
8 (о) - зб.	31	5	0	24	290,5	272	6,34	0,08	6,42
9 (о) - зб.	31	5	0	24	290,5	272	6,34	0,08	6,42
10 (о) - зб.	31	5	0	24	290,5	272	6,34	0,08	6,42
11 (о) - зб.	31	5	0	24	290,5	272	6,34	0,08	6,42
12 (о) - зб.	31	5	0	24	290,5	272	6,34	0,08	6,42
13 (о) - зб.	31	5	0	24	290,5	272	6,34	0,08	6,42
8 (о) - ох.	53,1	14	5	18	324,3	290,5	36,01	0,32	36,33
9 (о) - ох.	53,1	14	5	18	324,3	290,5	36,01	0,32	36,33
10 (о) -	53,1	14	5	18	324,3	290,5	36,01	0,32	36,33
11 (о) -	53,1	14	5	18	324,3	290,5	36,01	0,32	36,33
12 (о) -	53,1	14	5	18	324,3	290,5	36,01	0,32	36,33
13 (о) -	53,1	14	5	18	324,3	290,5	36,01	0,32	36,33
14	95	5	0	24	290,5	272	20,34	0,24	20,58
15	125	5	0	24	290,5	272	26,77	0,32	27,09
16	125	5	0	24	290,5	272	26,77	0,32	27,09
17	63	5	0	24	290,5	272	13,45	0,16	13,61
18	95	5	0	24	290,5	272	20,34	0,24	20,58
19	95	5	0	24	290,5	272	20,34	0,24	20,58
20	95	5	0	24	290,5	272	20,34	0,24	20,58
21	95	5	0	24	290,5	272	20,34	0,24	20,58
22	95	5	0	24	290,5	272	20,34	0,24	20,58

### 2.5.3. Теплонадходження при вентиляції приміщення.

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

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

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

де  $V_k$  — об'єм вентилязованого приміщення, м<sup>3</sup>;  $a$  — кратність повітрообміну;  $\rho_{нов}$  — густина повітря при температурі та відносній вологості повітря в камері, кг/м<sup>3</sup>.

#### Камери №1÷7, №15, №16 (0°C)

$$V_k = 2304 м^3; a=4; \rho_{нов}=1,28 кг/м^3.$$

$$M_{нов} = \frac{2304 \times 4 \times 1,28}{24 \times 3600} = 0,137 кг/с;$$

$$Q_3 = 0,137 \times (66,58 - 9,1) = 7,85 кВт;$$

#### Камери №17÷22 (0°C) - ГРС

Оскільки камери з ГРС вентиляцію не передбачаємо

#### Камера №14 (0°C).

$$V_k = 1728 м^3; a=4; \rho_{нов}=1,28 кг/м^3.$$

$$M_{нов} = \frac{1728 \times 4 \times 1,28}{24 \times 3600} = 0,102 кг/с;$$

$$Q_3 = 0,102 \times (66,58 - 9,1) = 5,9 кВт;$$

#### Камери №8(о)÷№13(о) (0°C).

$$V_k = 576 м^3; a=4; \rho_{нов}=1,29 кг/м^3.$$

$$M_{нов} = \frac{576 \times 4 \times 1,29}{24 \times 3600} = 0,034, кг/с;$$

$$Q_3 = 0,034 \times (66,58 - 9,1) = 1,98 кВт;$$

### 2.5.4. Експлуатаційні теплонадходження.

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4, кВт;$$

де  $q_1, q_2, q_3, q_4$  – надходження теплоти відповідно від освітлення, перебування людей, працюючих електродвигунів та відчинення дверей.

Теплонадходження від освітлення:

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

де  $A$  – теплота, яка виділяється джерелами освітлення за одиницю часу на  $1 \text{ м}^2$  площі пола,  $\text{Вт/м}^2$ ;  $F$  – площа камери,  $\text{м}^2$ .

Теплонадходження від перебування людей:

$$q_2 = 0,35 \times n, \text{кВт}$$

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

Теплонадходження від працюючих електродвигунів:

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

Теплонадходження при відкриванні дверей:

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

де  $K$  – питоме надходження теплоти від відкривання дверей,  $\text{Вт/м}^2$ ;  $F$  – площа камери,  $\text{м}^2$ .

Камери №1÷7, №15, №16 ( $0^\circ\text{C}$ )

Теплонадходження від освітлення:

$$F=288 \text{ м}^2; A=2,3 \text{ Вт/м}^2;$$

$$q_1 = 2,3 \times 288 \times 10^{-3} = 0,66 \text{ кВт};$$

Теплонадходження від перебування людей:

$$n=3 \text{ чол.};$$

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

Теплонадходження від працюючих електродвигунів:

$$q_3 = 4 \text{ кВт}$$

Теплонадходження при відкриванні дверей:

$$K=4 \text{ Вт/м}^2 \text{ (табл.9.2., [1]); } F=288 \text{ м}^2;$$

$$q_4 = 4 \times 288 \times 10^{-3} = 1,15 \text{ кВт};$$

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 0,66 + 1,05 + 4 + 1,15 = 6,86 \text{ кВт};$$

Розрахунки для всіх інших камер проводимо так само, і результати заносимо в табл. 2.5.3.

Таблиця 2.5.3. Експлуатаційні тепло надходження.

№камери	$F_k, \text{ м}^2$	$A, \text{ Вт / м}^2$	$q_1, \text{ кВт}$	$n, \text{ людей}$	$q_2, \text{ кВт}$	$q_3, \text{ кВт}$	$K, \text{ Вт / м}$	$q_4, \text{ кВт}$	$Q_{4\text{об}}, \text{ кВт}$
1	288	2,3	0,66	3	1,05	4	4	1,152	6,86
2	288	2,3	0,66	3	1,05	4	4	1,152	6,86
3	288	2,3	0,66	3	1,05	4	4	1,152	6,86
4	288	2,3	0,66	3	1,05	4	4	1,152	6,86
5	288	2,3	0,66	3	1,05	4	4	1,152	6,86
6	288	2,3	0,66	3	1,05	4	4	1,152	6,86
7	288	2,3	0,66	3	1,05	4	4	1,152	6,86
8 (о)	72	4,7	0,34	2	0,7	6	12	0,864	7,90
9 (о)	72	4,7	0,34	2	0,7	6	12	0,864	7,90
10 (о)	72	4,7	0,34	2	0,7	6	12	0,864	7,90
11 (о)	72	4,7	0,34	2	0,7	6	12	0,864	7,90
12 (о)	72	4,7	0,34	2	0,7	6	12	0,864	7,90
13 (о)	72	4,7	0,34	2	0,7	6	12	0,864	7,90
14	216	2,3	0,50	3	1,05	4	4	0,864	6,41
15	288	2,3	0,66	3	1,05	4	4	1,152	6,86
16	288	2,3	0,66	3	1,05	4	4	1,152	6,86
17 - РГС	288	0	0,00	0	0	2	0	0	2,00
18 - РГС	288	0	0,00	0	0	2	0	0	2,00
19 - РГС	288	0	0,00	0	0	2	0	0	2,00
20 - РГС	288	0	0,00	0	0	2	0	0	2,00
21 - РГС	288	0	0,00	0	0	2	0	0	2,00
22 - РГС	288	0	0,00	0	0	2	0	0	2,00

#### 2.5.5. Теплонадходження від «дихання» плодів.

$$Q_5 = V_k \times (0,2 \times q_n + 0,8 \times q_{зб}) \times 10^{-3}, \text{ кВт};$$

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

Камери №1÷7 (631т, 0°C, охолоджені яблука)

$$q_n=21, \text{ Вт/т}; q_{зб}=10, \text{ Вт/т}.$$

$$Q_5 = 631 \times (0,2 \times 21 + 0,8 \times 10) \times 10^{-3} = 7,7 \text{ кВт};$$

Камери №15, №16 (631 т, 0°C, охолодженні груші).

$$q_n=41, \text{ Вт/т}; q_{зб}=10, \text{ Вт/т}.$$

$$Q_5 = 631 \times (0,2 \times 41 + 0,8 \times 10) \times 10^{-3} = 10,22 \text{ кВт};$$

Камери №14, №18 (473,6 т, 0°C, охолодженні груші).

$$q_n=41, \text{ Вт/т}; q_{зб}=10, \text{ Вт/т}.$$

$$Q_5 = 473,6 \times (0,2 \times 41 + 0,8 \times 10) \times 10^{-3} = 7,67 \text{ кВт};$$

Камера №17 (315,7 т, 0°C, охолодженні груші РГС)

$$q_n=41, \text{ Вт/т}; q_{зб}=10, \text{ Вт/т}.$$

$$Q_5 = 315,7 \times (0,2 \times 41 + 0,8 \times 10) \times 10^{-3} = 5,1 \text{ кВт};$$

Камери №19÷22 (473,6 т, 0°C, охолодженні яблука РГС).

$$q_n = 21, \text{ Вт/т}; \quad q_{зб} = 10, \text{ Вт/т}.$$

$$Q_5 = 473,6 \times (0,2 \times 21 + 0,8 \times 10) \times 10^{-3} = 5,78 \text{ кВт};$$

Камери №8(о)÷№13(о) (режим зберігання, 0°C, 157,9 т, груші).

$$q_n = 41, \text{ Вт/т}; \quad q_{зб} = 10, \text{ Вт/т}.$$

$$Q_5 = 157,9 \times (0,2 \times 41 + 0,8 \times 10) \times 10^{-3} = 2,56 \text{ кВт};$$

Камери №8(о)÷№13(о) (режим охолодження, 0°C, 53,1 т, груші).

$$q_n = 112 \text{ Вт/т};$$

$$Q_5 = 53,1 \times 112 \times 10^{-3} = 5,95 \text{ кВт};$$

Таблиця 2.5.4. Зведена таблиця теплонадходжень.

№камери	$F_k, \text{ м}^2$	Температура, °C	Навантаження на камерне обладнання					$\sum q_{об}$
			$t_B$	$Q_{1 об}$	$Q_{2 об}$	$Q_{3 об}$	$Q_{4 об}$	
1	288	0	7,46	27,09	7,85	6,86	7,7	56,96
2	288	0	6,51	27,09	7,85	6,86	7,7	56,01
3	288	0	6,51	27,09	7,85	6,86	7,7	56,01
4	288	0	6,51	27,09	7,85	6,86	7,7	56,01
5	288	0	9,27	27,09	7,85	6,86	7,7	58,77
6	288	0	9,25	27,09	7,85	6,86	7,7	58,75
7	288	0	6,49	27,09	7,85	6,86	7,7	55,99
8 (о) - зб.	72	0	2,22	6,42	1,98	7,90	2,56	21,08
9 (о) - зб.	72	0	1,46	6,42	1,98	7,90	2,56	20,32
10 (о) - зб.	72	0	1,46	6,42	1,98	7,90	2,56	20,32
11 (о) - зб.	72	0	1,46	6,42	1,98	7,90	2,56	20,32
12 (о) - зб.	72	0	1,46	6,42	1,98	7,90	2,56	20,32
13 (о) - зб.	72	0	2,22	6,42	1,98	7,90	2,56	21,08
8 (о) - ох.	72	0	2,22	36,33	1,98	7,90	5,95	54,38
9 (о) - ох.	72	0	1,46	36,33	1,98	7,90	5,95	53,62
10 (о) - ох.	72	0	1,46	36,33	1,98	7,90	5,95	53,62
11 (о) - ох.	72	0	1,46	36,33	1,98	7,90	5,95	53,62
12 (о) - ох.	72	0	1,46	36,33	1,98	7,90	5,95	53,62
13 (о) - ох.	72	0	2,22	36,33	1,98	7,90	5,95	54,38
14	216	0	3,69	20,58	5,9	6,41	7,67	44,25
15	288	0	6,49	27,09	7,85	6,86	10,22	58,51
16	288	0	6,49	27,09	7,85	6,86	10,22	58,51
17	288	0	4,81	13,61	0	2,00	5,11	25,53
18	288	0	3,69	20,58	0	2,00	7,67	33,94
19	288	0	6,1	20,58	0	2,00	5,78	34,46
20	288	0	6,1	20,58	0	2,00	5,78	34,46
21	288	0	3,69	20,58	0	2,00	5,78	32,05
22	288	0	3,69	20,58	0	2,00	5,78	32,05

### 2.5.6. Теплонадходження в зимовий період.

Методика визначення всіх теплонадходжень проводимо аналогічно до попередніх розділів.

### 2.5.7. Теплонадходження через огорожуючі конструкції.

Для всіх камер розрахунки і результати заносимо до таблиці 2.5.5.

Таблиця 2.5.5. Теплонадходження через огорожуючі конструкції.

Стіна	$K_0^d, \frac{Вт}{м^2 \times К}$	$F, м^2$	$t_{зовн}, °C$	$\theta, °C$	$Q_{1, в}, кВт$	$\Delta t_{сн}, °C$	$Q_{1, сн}, кВт$	$Q_{1, об}, кВт$
<b>Камера №1</b> <span style="float: right;"><math>t_{сн} = 0 °C</math></span>								
Стіна зовнішня західна	0,264	96	-18	-18	-0,456	4,7	0,119	-0,337
Стіна зовнішня північна	0,264	96	-18	-18	-0,456	0	0,000	-0,456
Стіна внутрішня північна	0,4	96	-	-12,6	-0,484	0	0,000	-0,484
Покрівля	0,264	288	-18	-18	-1,369	14,9	1,133	-0,236
Підлога	-	288	-18	-	-0,136	0	0,000	-0,136
Перегородка з к.№2	0,49	192	0	0	0,000	0	0,000	0,000
Вн. стіна в коридор	0,4	96	-	-10,8	-0,415	0	0,000	-0,415
Разом							-2,064	
<b>Камери №2 ÷ №4</b> <span style="float: right;"><math>t_{сн} = 0 °C</math></span>								
Стіна зовнішня західна	0,264	96	-18	-18	-0,456	4,7	0,119	-0,337
Перегородка між камерами	0,49	192	0	0	0,000	0	0,000	0,000
Покрівля	0,264	288	-18	-18	-1,369	14,9	1,133	-0,236
Підлога	-	288	-18	-	-0,626	0	-	-0,626
Вн. стіна в коридор	0,4	96	-	-10,8	-0,415	0	0,000	-0,415
Разом							-1,614	
<b>Камера №5</b> <span style="float: right;"><math>t_{сн} = 0 °C</math></span>								
Стіна зовнішня західна	0,264	96	-18	-18	-0,456	4,7	0,119	-0,337
Стіна зовнішня південна	0,264	192	-18	-18	-0,912	3,2	0,162	-0,750
Покрівля	0,264	288	-18	-18	-1,369	14,9	1,133	-0,236
Підлога	-	288	-18	-	-1,131	0	-	-1,131
Перегородка з к.№4	0,49	192	0	0	0,000	0	0,000	0,000
Вн. стіна в коридор	0,4	96	-	-10,8	-0,415	0	0,000	-0,415
Разом							-2,869	

Продовження таблиці 2.5.5.

Камера №6								$t_{\text{вн.}} = 0^{\circ} \text{C}$	
Стіна зовнішня східна	0,264	96	-18	-18	-0,456	3,9	0,099	-0,357	
Стіна зовнішня південна	0,264	192	-18	-18	-0,912	3,2	0,162	-0,750	
Покрівля	0,264	288	-18	-18	-1,369	14,9	1,133	-0,236	
Підлога	-	288	-18	-	-1,131	0	-	-1,131	
Перегородка з к.№7	0,49	192	0	0	0,000	0	0,000	0,000	
Вн. стіна в коридор	0,4	96	-	-10,8	-0,415	0	0,000	-0,415	
Разом							-2,889		
Камери №7, 15, 16								$t_{\text{вн.}} = 0^{\circ} \text{C}$	
Стіна зовнішня східна	0,264	96	-18	-18	-0,456	3,9	0,099	-0,357	
Перегородка між камерами	0,49	192	0	0	0,000	0	0,000	0,000	
Покрівля	0,264	288	-18	-18	-1,369	14,9	1,133	-0,236	
Підлога	-	288	-18	-	-0,626	0	-	-0,626	
Вн. стіна в коридор	0,4	96	-	-10,8	-0,415	0	0,000	-0,415	
Разом							-1,634		
Камера №17								$t_{\text{вн.}} = 0^{\circ} \text{C}$	
Стіна зовнішня східна	0,264	48	-18	-18	-0,228	3,9	0,049	-0,179	
Вн. стіна в допоміжні приміщення	0,4	192	-18	-18	-1,382	0	0,000	-1,382	
Покрівля	0,264	144	-18	-18	-0,684	14,9	0,566	-0,118	
Підлога	-	144	-18	-	-0,313	0	-	-0,313	
Перегородка з к.№16	0,49	192	0	0	0,000	0	0,000	0,000	
Вн. стіна в коридор	0,4	48	-	-10,8	-0,207	0	0,000	-0,207	
Разом							-2,199		

Продовження таблиці 2.5.5.

<b>Камери №19, №20</b>							$t_{\text{вн}} = 0^{\circ}\text{C}$		
Стіна зовнішня південна	0,264	144	-18	-18	-0,684	3,2	0,122	-0,563	
Перегородка між камерами	0,49	144	0	0	0,000	0	0,000	0,000	
Покрівля	0,264	216	-18	-18	-1,026	14,9	0,850	-0,177	
Підлога	-	216	-18	-	-0,687	0	-	-0,687	
Вн. стіна в коридор	0,4	96	-	-10,8	-0,415	0	0,000	-0,415	
Разом							-1,822		
<b>Камери №14, №18, №21, №22</b>							$t_{\text{вн}} = 0^{\circ}\text{C}$		
Перегородка між камерами	0,49	144	0	0	0,000	0	0,000	0,000	
Вн. стіна в коридор	0,4	96	-	-8,48	-0,249	0	0,000	-0,249	
Покрівля	0,264	216	-18	-18	-1,026	14,9	0,850	-0,177	
Підлога	-	216	-18	-	-0,272	0	-	-0,272	
Разом							-0,698		
<b>Камери №8(о), №13(о)</b>							$t_{\text{вн}} = 0^{\circ}\text{C}$		
Перегородка між камерами	0,49	96	0	0	0,000	0	0,000	0,000	
Вн. стіни в коридор	0,4	144	-	-10,8	-0,622	0	0,000	-0,622	
Покрівля	0,264	72	-18	-18	-0,342	14,9	0,283	-0,059	
Підлога	-	72	-18	-	-0,091	0	-	-0,091	
Разом							-0,772		
<b>Камери №9(о) ÷ №12(о)</b>							$t_{\text{вн}} = 0^{\circ}\text{C}$		
Перегородка між камерами	0,49	96	0	0	0,000	0	0,000	0,000	
Вн. стіни в коридор	0,4	48	-	-10,8	-0,207	0	0,000	-0,207	
Покрівля	0,264	72	-18	-18	-0,342	14,9	0,283	-0,059	
Підлога	-	72	-18	-	-0,091	0	-	-0,091	
Разом							-0,357		

2.5.8. Теплонадходження від вантажів при холодильний обробці.

Для зимового періоду  $Q_2=0$ , кВт.

2.5.9. Теплонадходження при вентиляції приміщення.

Камери №1÷7, №15, №16 (0°C)

$$Q_3 = 0,137 \times (-16,5 - 9,1) = -3,51 \text{ кВт};$$

Камери №17÷22 (0°C) - ГРС

Оскільки камери з ГРС вентиляцію не передбачаємо

Камера №14 (0°C).

$$Q_3 = 0,102 \times (-16,5 - 9,1) = -2,61 \text{ кВт};$$

Камери №8(о)÷№13(о) (0°C).

$$Q_3 = 0,034 \times (-16,5 - 9,1) = -0,87 \text{ кВт};$$

#### 2.5.10. Експлуатаційні теплонадходження.

Для зимового періоду  $Q_4 = W_{\text{по}}$ , кВт (табл. 2.5.3.).

#### 2.5.11. Теплонадходження від «дихання» плодів.

$$Q_5 = B_k \times q_{зб} \times 10^{-3}, \text{ кВт};$$

Камери №1÷7, №15, №16 (631 т, 0°C, охолоджені яблука)

$$Q_5 = 631 \times 10 \times 10^{-3} = 6,31 \text{ кВт};$$

Камери №14, №18 (473,6 т, 0°C, охолодженні груші).

$$Q_5 = 473,6 \times 10 \times 10^{-3} = 4,74 \text{ кВт};$$

Камера №17 (315,7 т, 0°C, охолодженні груші РГС)

$$Q_5 = 315,7 \times 10 \times 10^{-3} = 3,16 \text{ кВт};$$

Камери №19÷22 (473,6 т, 0°C, охолодженні яблука РГС).

$$Q_5 = 473,6 \times 10 \times 10^{-3} = 4,74 \text{ кВт};$$

Камери №8(о)÷№13(о) (режим зберігання, 0°C, 157,9 т, груші).

$$Q_5 = 157,9 \times 10 \times 10^{-3} = 1,58 \text{ кВт};$$

Таблиця 2.5.4. Зведена таблиця тепло надходжень для зими.

№ камери	$F_k, M^2$	Температура, °C	Навантаження на камерне обладнання					$\sum Q_{об}$
			$t_{в}$	$Q_{1.об}$	$Q_{2.об}$	$Q_{3.об}$	$Q_{4.об}$	
1	288	0	-2,06	0	-3,51	4	6,31	4,74
2	288	0	-1,61	0	-3,51	4	6,31	5,19
3	288	0	-1,61	0	-3,51	4	6,31	5,19
4	288	0	-1,61	0	-3,51	4	6,31	5,19
5	288	0	-2,87	0	-3,51	4	6,31	3,93
6	288	0	-2,89	0	-3,51	4	6,31	3,91
7	288	0	-1,63	0	-3,51	4	6,31	5,17
8 (о) - зб.	72	0	-0,77	0	-0,87	2	1,58	1,94
9 (о) - зб.	72	0	-0,36	0	-0,87	2	1,58	2,35
10 (о) - зб.	72	0	-0,36	0	-0,87	2	1,58	2,35
11 (о) - зб.	72	0	-0,36	0	-0,87	2	1,58	2,35
12 (о) - зб.	72	0	-0,36	0	-0,87	2	1,58	2,35
13 (о) - зб.	72	0	-0,77	0	-0,87	2	1,58	1,94
14	216	0	-0,7	0	-2,61	4	4,74	5,43
15	288	0	-1,63	0	-3,51	4	6,31	5,17
16	288	0	-1,63	0	-3,51	4	6,31	5,17
17	288	0	-2,2	0	0	2	3,16	2,96
18	288	0	-0,7	0	0	2	4,74	6,04
19	288	0	-1,82	0	0	2	4,74	4,92
20	288	0	-1,82	0	0	2	4,74	4,92
21	288	0	-0,7	0	0	2	4,74	6,04
22	288	0	-0,7	0	0	2	4,74	6,04

## 2.6.Визначення навантаження на обладнання камер та компресори

Навантаження на компресор, що працює в режимі охолодження при температурі кипіння  $t_0 = -5^{\circ}C$

$$\begin{aligned}\Sigma Q_{-5} &= 0,85 \times \Sigma Q_{1об} + 0,5 \times \Sigma Q_{2об(зб)} + \Sigma Q_{2об(ох)} + \Sigma Q_{3об} + 0,5 \times \Sigma Q_{4об} + \Sigma Q_{5об} = \\ &= 0,85 \times 107,03 + 0,5 \times 380,9 + 217,98 + 88,43 + 0,5 \times 127,6 + 153,61 = 805,25 \text{кВт};\end{aligned}$$

Холодопродуктивність компресора:

$$Q_{0m} = k \times \Sigma Q_{-5};$$

де  $k$  – коефіцієнт, що враховує втрати в трубопроводах та апаратах холодильної установки;  $k=1,05$ .

$$Q_0 = 1,05 \times 805,25 = 845,5 \text{кВт}$$

## 2.7. Вибір розрахункового режиму, побудова циклу та тепловий розрахунок холодильної машини. Вибір компресорів

Розрахунковий (робочий) режим холодильної установки характеризується температурами кипіння  $t_0$ , конденсації  $t_{\kappa}$ , всмоктування (пари на вході в компресор)  $t_{\text{вс}}$ . Значення цих параметрів обирають в залежності від призначення холодильної установки і розрахункових зовнішніх умов. Температуру кипіння х.а. приймаємо на  $5 - 8^{\circ}\text{C}$  нижчою, ніж температура у камерах.

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

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

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

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

Визначаємо температуру конденсації:

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

Величина переохолодження холодильного агента:

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

Величина корисного перегрівання пари холодильного агента у випарнику:

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

Загальний перегрів холодоагенту приймаємо:

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

Температура всмоктування парів холодильного агента компресором:

$$t_{\text{вс}} = 15^{\circ}\text{C}.$$

### 2.7.1. Вибір схеми та побудова циклу.

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

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

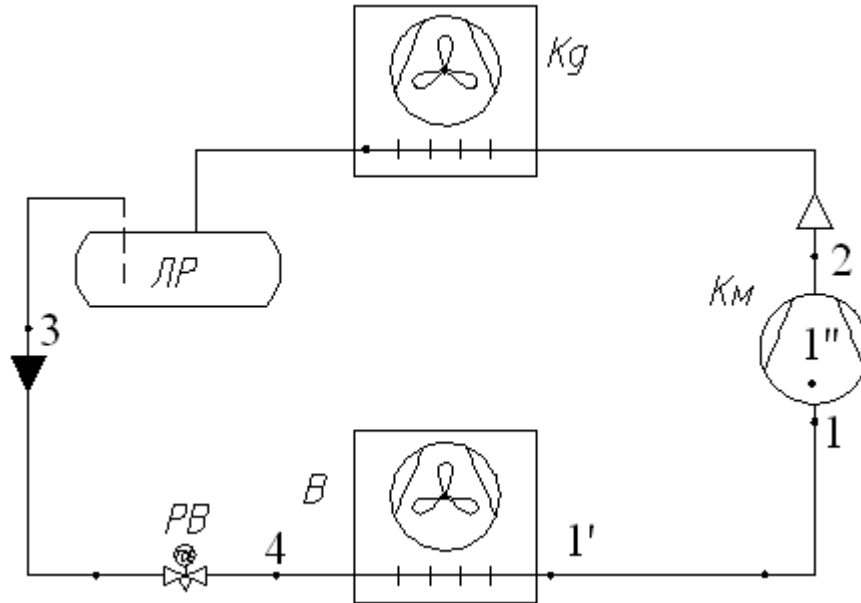


Рис 2.7.1. Схема холодильної установки

Таблиця 2.7.1. Параметри вузлових точок.

№ точки	$t, ^\circ\text{C}$	$P, \text{МПа}$	$V, \text{м}^3/\text{кг}$	$h, \text{кДж/кг}$
1	15	0,24	0,0906	412,2
1'	0	0,24	-	398,9
1''	13,6	0,193	0,1149	412,2
2	74	1,16	0,021	454,13
2'	83,3	1,16	-	464,6
3	42	1,16	-	259,2
4	-5	0,24	-	259,2

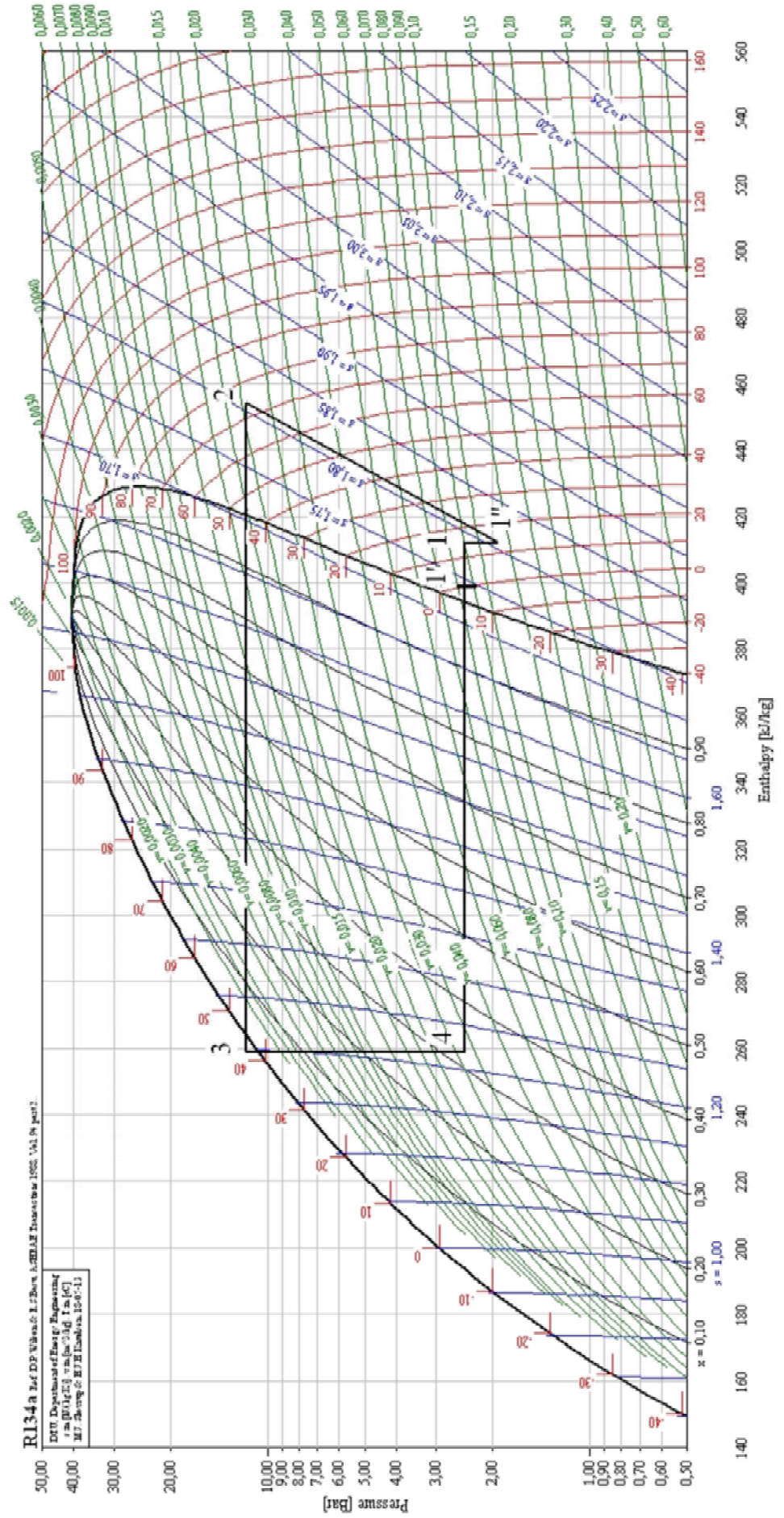


Рис 2.7.2. Цикл холодильной установки в lg P-i диаграмме для R134A

## 2.7.2. Тепловий розрахунок холодильної машини.

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

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

Питома масова холодопродуктивність холодильного агента (в кДж/кг)

$$q_0 = i_1 - i_4$$

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

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

Питоме теплове навантаження конденсатора:

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

Питома теоретична робота стискання в компресорі:

$$l_T = i_2 - i_1 \text{ кДж / кг}$$

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

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

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

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

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

## 2.7.3. Розрахунок компресора:

Дійсний об'єм всмоктування:

$$V_d = M_{km} \times v_1 = 6,07 \times 0,1149 = 0,698 \frac{\text{м}^3}{\text{с}};$$

Об'єм, що описується поршнем:

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

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

$$V_{\text{км}} = 1120 \frac{\text{м}^3}{200\text{д}} = 0,311 \frac{\text{м}^3}{\text{с}};$$

Коефіцієнт робочого часу компресорів:

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

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

Дійсна масова витрата:

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

Теоретична потужність компресора:

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

Дійсна (індикаторна) потужність компресора:

$$\eta_i = \lambda$$

$$\eta_i = 0,8;$$

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

Ефективна потужність:

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

Електрична потужність:

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

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

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

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

Теплове навантаження на конденсатор:

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

Табл. 2.7.2. Технічні характеристики компресорів

Компресор Bitzer	Об'ємна продуктивність, м <sup>3</sup> /год.	Розміри, мм			d <sub>вх.</sub> , мм	d <sub>вих.</sub> , мм	Швидкість Обертання, об/хв.	Потужність електродвигуна, кВт	Маса, кг.
		Д	Ш	В					
CSH95113-320Y	1120	1975	750	812	125	100	3000	277	1500

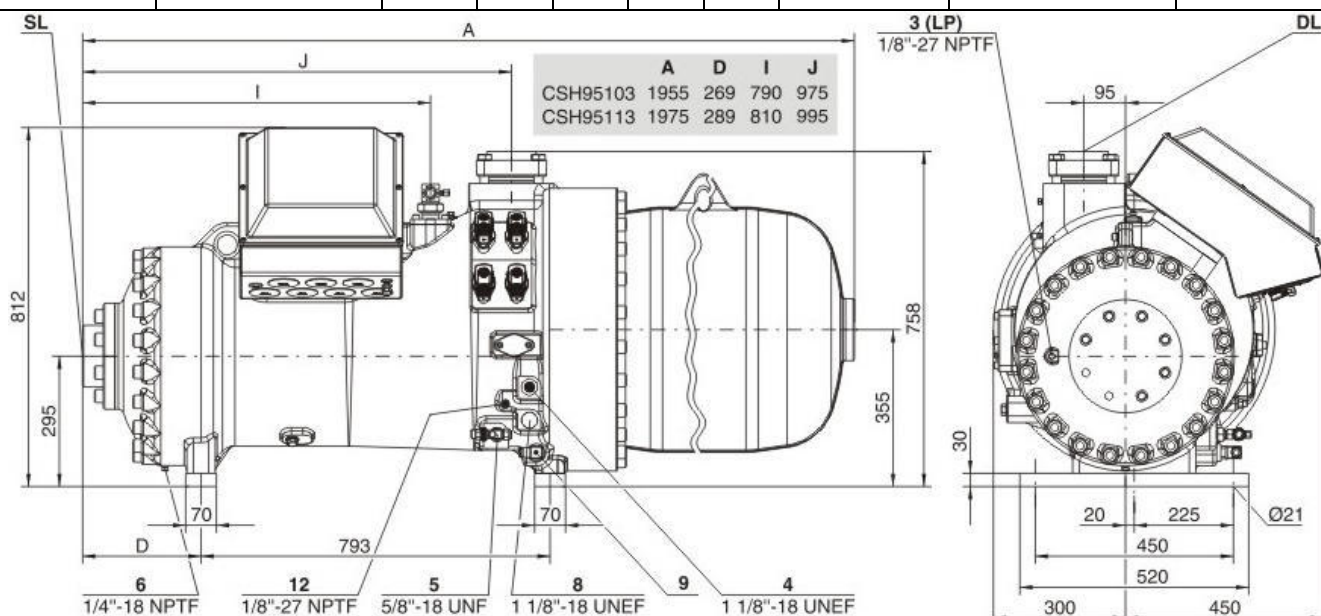


Рис. 2.7.3. Загальний вигляд компресора Bitzer CSH95113-320Y

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

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

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

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

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

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

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

Визначаємо температуру кипіння холодоагенту:

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

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

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

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

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

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

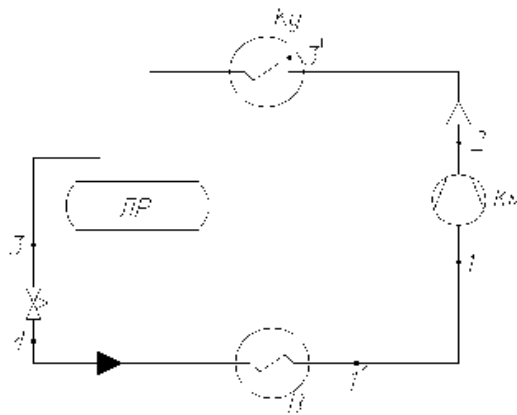


Рис. 2.7.4. Схема холодильної установки.

Таблиця 2.7.3. Параметри холодоагенту

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

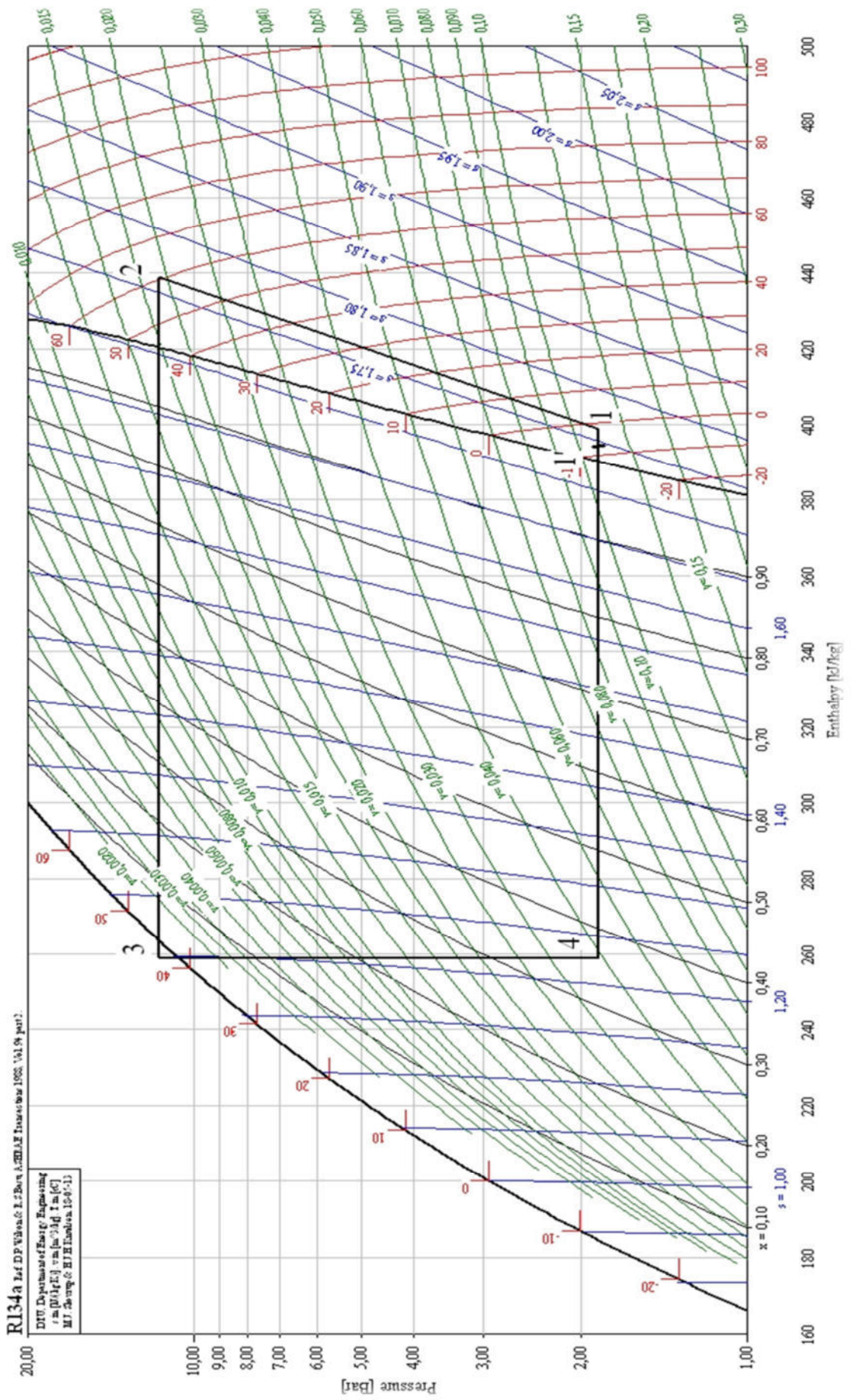


Рис. 2.7.5. Цикл холодильної установки.

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

1) Питома масова холодопродуктивність:

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

2) Питоме теплове навантаження конденсатора:

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

3) Питома теоретична робота стискання в компресорі:

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

4) Масова витрата холодильного агента:

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

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

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

Розрахунок компресора:

1) Дійсний об'єм всмоктування:

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

2) Теоретичний об'єм всмоктування:

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

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

$$V_{\text{км}} = 1120 \frac{\text{м}^3}{200} = 0,311 \frac{\text{м}^3}{\text{с}};$$

Коефіцієнт робочого часу компресорів:

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

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

3) Дійсна масова витрата:

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

4) Теоретична потужність:

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

5) Індикаторний ККД:

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

6) Індикаторна потужність компресора:

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

7) Ефективна потужність:

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

8) Електрична потужність:

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

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

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

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

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

Теплове навантаження на конденсатор:

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

## 2.7.5. Висновок

Зважаючи на:

- більш якісне завантаження компресорів,
- менше навантаження на конденсатор,
- значно меншу необхідну заправку холодильним агентом системи,

- можливість використання фрікулінгу для охолодження в зимовий та перехідний сезон,  
приймаємо для подальшого розрахунку систему з проміжним теплоносієм.

## 2.8. Розрахунок та підбір теплообмінних апаратів.

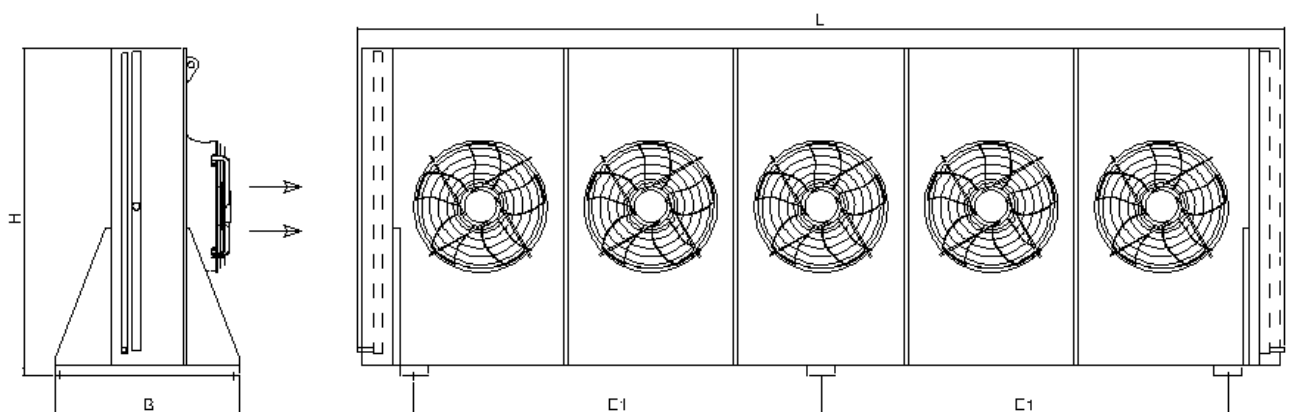
Дійсне теплове навантаження на конденсатор:

$$Q_{\text{ко}} = 1249,6 \text{ кВт};$$

Користуючись програмою Goedhart GPC2018.01 selection за тепловим навантаженням на конденсатор, температурою зовнішнього повітря та температурою конденсації вибираємо до встановлення 3 повітряних конденсатори Goedhart модель KOAL-C-RF-PB105L3V-091H06D.

Таблиця 2.8.1. Технічні характеристики конденсатора.

Потужність, кВт	419,7
Внутрішня поверхня, м <sup>2</sup>	942
Вхідний патрубок, мм	2×76
Вихідний патрубок, мм	2×54
Відстань між ламелями, мм	2,1
Вентилятор, шт.	5
Діаметр вентилятора	910
Потік повітря, м <sup>3</sup> /год	142 200
Номінальна потужність, Вт	5×2390
Габаритні розміри, Д×Ш×В, мм	7823×1275×2335
Вага, кг	1385



KOAL-C-RF-PB105L3V-091H06D

L - 7823 mm C - mm E1 - 2962 mm F1 - mm  
 B - 1275 mm E - mm E2 - 4461 mm F2 - mm  
 H - 2335 mm E3 - mm

Subject to modification!

Рис. 2.8.1. Габаритні розміри конденсатора KOAL-C-RF-PB105L3V-091H06D

Розрахунок кожухотрубного випарника.

Тепловий потік теплообмінника визначаємо за формулою:

$$Q_e = M_{\text{км}} \times (h_1 - h_4) = 3 \times 2,19 \times (393 - 259,2) = 879 \text{ кВт};$$

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

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

$$\theta_m^{ap} = \frac{t_{s1} + t_{s2}}{2} - t_0 = \frac{-5 + (-9)}{2} - (-12) = 5 \text{ } ^\circ\text{C};$$

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

Площу теплообміну визначаємо за формулою:

$$F = \frac{Q_e}{k \times \theta_m^{ap}} = \frac{879 \times 10^3}{1200 \times 5} = 146,5 \text{ м}^2;$$

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

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

Приймаємо випарник виробництва компанії ONDA TBE 872.

Таблиця 2.8.2. Технічні характеристики випарника ONDA TBE – 872

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

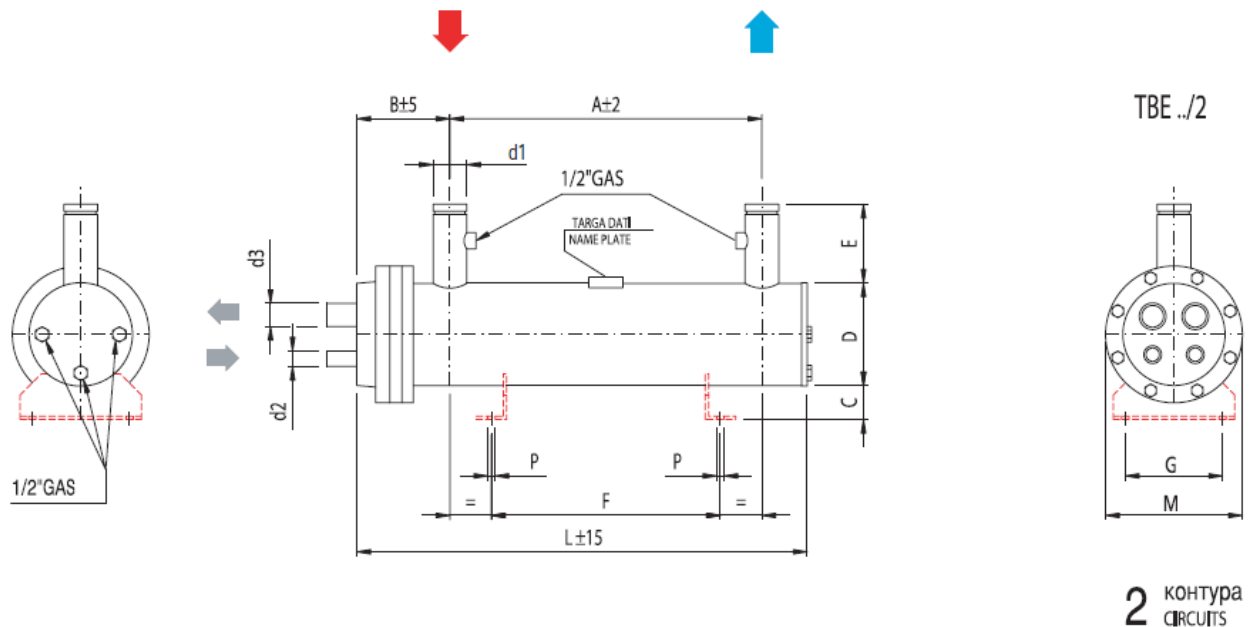


Рис. 2.8.2. Габаритні розміри випарника ONDA TBE – 872, мм.

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

Розрахунок повітроохолодників для пропіленгліколю.

Повітроохолодники вибираємо по тепловому навантаженні  $Q = Q_{обл}$  на кожен камеру. При підборі користуємося програмою Goedhart GPC2018.01 selection виробництва компанії Goedhart. Для підбору задаємо наступні параметри: теплове навантаження на обладнання, температуру повітря в камері, температуру розсолу на вході та виході з повітроохолодника.

Вибираємо повітроохолодники Goedhart серії VNS (для фруктів та овочів).

Камера №1 (0°C, охолоджені яблука)

$Q_{обл}=56,96$  кВт;  $t_{кам}=0^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{s1}=-9^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{s1}=-5^{\circ}\text{C}$ .

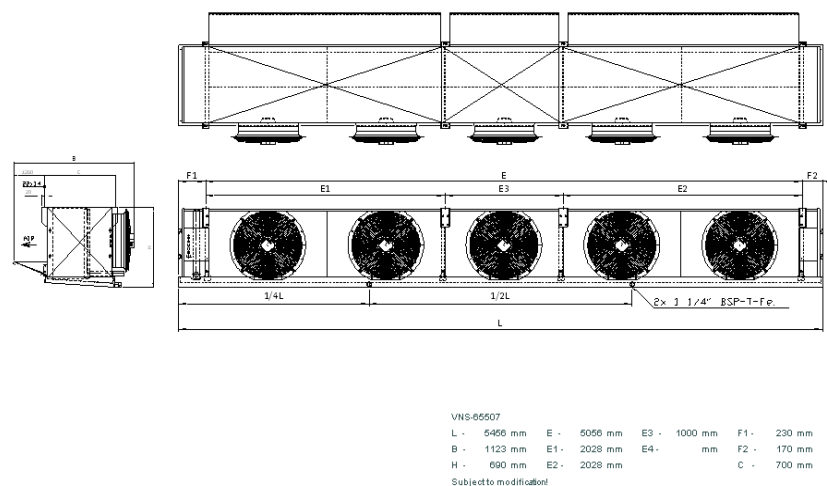


Рис. 2.8.3. Габаритні розміри повітроохолодника VNS - 65507

Камери №2÷4, №7 (0°C, охолоджені яблука)

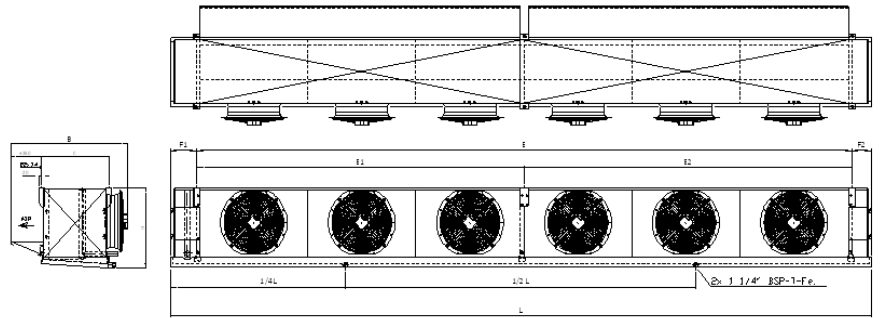
$Q_{обл}=56,01$  кВт;  $Q_{обл}=55,99$  кВт;  $t_{кам}=0^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{s1}=-9^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{s1}=-5^{\circ}\text{C}$ .

Обираємо 2 повітроохолодники Goedhart VNS – 65507 (табл. 2.8.3).

Камери №5÷6, 15÷16 (0°C, охолоджені яблука)

$Q_{обл}=58,77$  кВт;  $t_{кам}=0^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{s1}=-9^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{s1}=-5^{\circ}\text{C}$ .

Обираємо 2 повітроохолодники Goedhart VNS – 66457 (табл. 2.8.4).



VNS-66457

L - 6156 mm	E - 5756 mm	E3 - mm	F1 - 230 mm
B - 1020 mm	E1 - 2878 mm	E4 - mm	F2 - 170 mm
H - 690 mm	E2 - 2878 mm	C - 600 mm	

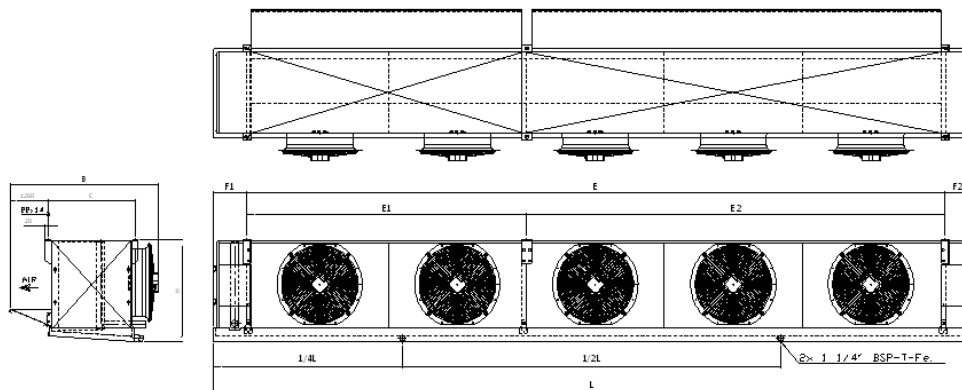
Subject to modification!

Рис. 2.8.4. Габаритні розміри повітроохолодника VNS – 66457

Камери №8(о)÷13(о) (0°C, охолодження)

$Q_{обл.ОХ}=54,38$  кВт;  $Q_{обл.ЗБ}=21,08$  кВт;  $t_{кам}=0^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{s1}=-9^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{s1}=-5^{\circ}\text{C}$ .

Обираємо 2 повітроохолодники Goedhart VNS – 65457



VNS-65457

L - 5206 mm	E - 4806 mm	E3 - mm	F1 - 230 mm
B - 1022 mm	E1 - 1928 mm	E4 - mm	F2 - 170 mm
H - 690 mm	E2 - 2878 mm	C - 600 mm	

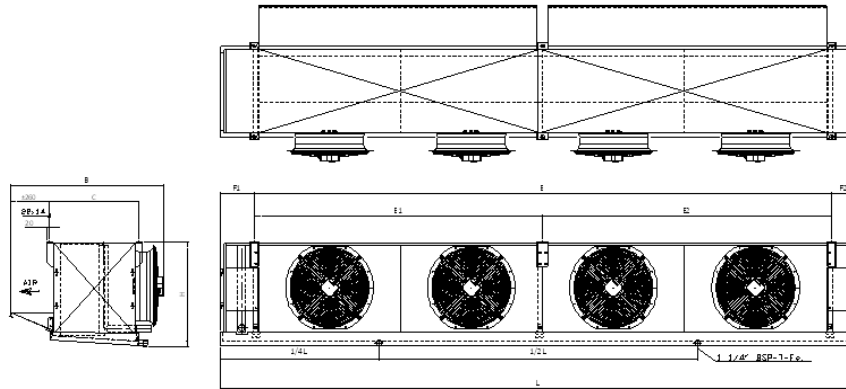
Subject to modification!

Рис. 2.8.5. Габаритні розміри повітроохолодника VNS – 65457

Камера №14 (0°C, охоложені груші)

$Q_{обл.} = 44,25 \text{ кВт}; t_{кам} = 0^\circ\text{C}; t_{sl} = -9^\circ\text{C}; t_{sl} = -5^\circ\text{C}.$

Обираємо 2 повітроохолодники Goedhart VNS – 64457



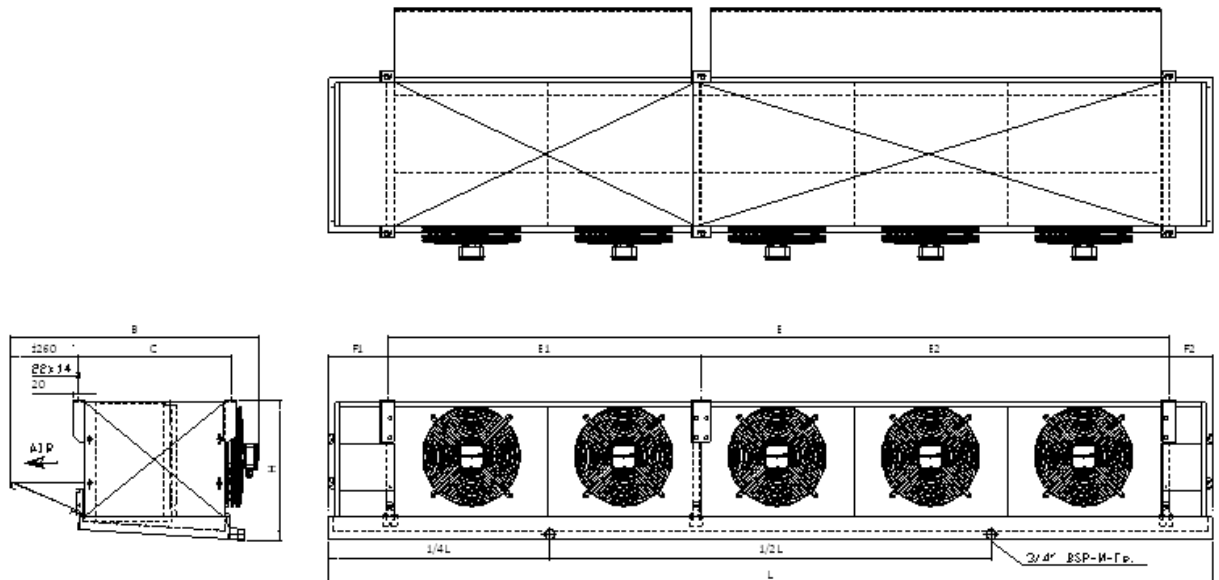
VNS-64457					
L -	4256 mm	E -	3856 mm	E3 -	mm F1 -
B -	1022 mm	E1 -	1928 mm	E4 -	mm F2 -
H -	600 mm	E2 -	1928 mm	C -	

Рис. 2.8.6. Габаритні розміри повітроохолодника VNS – 64457

Камера №17 (0°C, охоложені груші в РГС)

$Q_{обл.} = 25,53 \text{ кВт}; t_{кам} = 0^\circ\text{C}; t_{sl} = -9^\circ\text{C}; t_{sl} = -5^\circ\text{C}.$

Обираємо 2 повітроохолодники Goedhart VNS – 65357



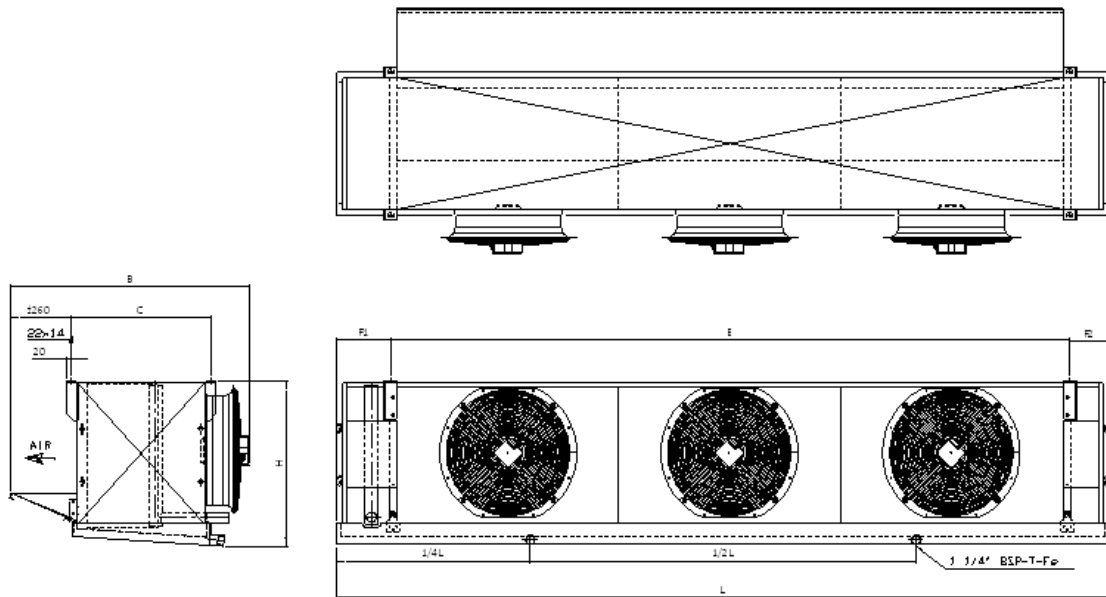
VNS-65357					
L -	3456 mm	E -	3056 mm	E3 -	mm F1 -
B -	966 mm	E1 -	1228 mm	E4 -	mm F2 -
H -	540 mm	E2 -	1828 mm	C -	600 mm

Рис. 2.8.7. Габаритні розміри повітроохолодника VNS – 65357

Камери №18÷22 (0°C, охоложені яблука та груші в РГС)

$Q_{\text{обл}\#18}=33,94$  кВт;  $Q_{\text{обл}\#19,20}=34,46$  кВт;  $Q_{\text{обл}\#21,22}=32,05$  кВт  $t_{\text{кам}}=0^{\circ}\text{C}$ ;  
 $t_{s1}=-9^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{s1}=-5^{\circ}\text{C}$ .

Обираємо 2 повітроохолодники Goedhart VNS – 63457



VNS-63457

L - 3306 mm	E - 2906 mm	E3 - mm	F1 - 230 mm
B - 1022 mm	E1 - mm	E4 - mm	F2 - 170 mm
H - 690 mm	E2 - mm	C - 600 mm	

Рис. 2.8.8. Габаритні розміри повітроохолодника VNS – 63457

## 2.9. Розрахунок та підбирання допоміжного обладнання холодильної установки

### Лінійний ресивер.

Лінійний ресивер встановлюється на стороні високого тиску після конденсатора. Він звільнює від рідини поверхню конденсатора і створює рівномірний потік рідкого холодильного агента до регулюючого вентиля.

Лінійні ресивери підбирають по необхідному геометричному внутрішньому об'єму випарника,  $V$  ( $m^3$ ).

Ємність лінійного ресивера:

$$V_{л.р.} = 0,6 \times (V_{п.о.});$$

$$V_{п.о.} = 0,15 m^3;$$

$$V_{л.р.} = 0,6 \times (0,15) = 0,09 m^3;$$

До установки приймаємо горизонтальний лінійний ресивер Bitzer F1602N.

Таблиця 2.9.1. Технічні характеристики ресивера Bitzer F1602N

Тип	Об'єм, л	Маса R134a, кг	Маса, кг	d <sub>вх</sub> , мм	d <sub>вих</sub> , мм
F1602N	160	157	142	54	42

### Мастиловіддільники

Мастиловіддільники не підбираємо оскільки використано компактні гвинтові компресора в які інтегровані мастиловіддільники.

### Мастилоохолодники

Мастилоохолодники не підбираємо оскільки максимальна температура нагнітання в сухому стисканні не перевищує 100 °С.

### Ресивер для мастила

В якості мастилозбірника приймаємо вертикальну ємність Bitzer FS1122.

Таблиця 2.9.2. Технічні характеристики ресивера Bitzer FS1122

Тип	Об'єм, л	Маса, кг	d <sub>вх</sub> , мм	d <sub>вих</sub> , мм
FS1122	112	86,5	54	42

## 2.10. Визначення діаметрів основних трубопроводів, гідравлічних втрат у мережах та вибір насосів.

### 2.10.1. Розрахунок діаметрів трубопроводів для фреону.

Внутрішній діаметр круглої труби визначаємо за формулою:

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times M}{\pi \times \rho \times \omega}};$$

де  $M$  – масова витрата холодоагенту кг/с;  $\rho$  – густина холодоагенту, кг/м<sup>3</sup>;  $\omega$  – середня швидкість холодоагенту в перерізі (для лінії нагнітання приймають 10-18, для лінії всмоктування 8-12), м/с.

1) Визначаємо всмоктувальний трубопровід компресора:

$$M = 2,19 \text{ кг/с}; \quad \rho = 1/v_1 = 1/0,112 = 8,93 \text{ кг/м}^3;$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 2,19}{\pi \times 8,93 \times 12}} = 0,161 \text{ м};$$

Приймаємо трубу з умовним діаметром  $d_y = 125 \text{ мм}$ ;

2) Визначаємо нагнітальний трубопровід компресора:

$$M = 2,19 \text{ кг/с}; \quad \rho = 1/v_2 = 1/0,02 = 50 \text{ кг/м}^3;$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 2,19}{\pi \times 50 \times 14}} = 0,063 \text{ м};$$

Приймаємо трубу з зовнішнім діаметром  $d_s = 76 \text{ мм}$ ;

3) Визначаємо всмоктувальні трубопроводи для централі компресорів:

$$M = 3 \times 2,19 = 6,57 \text{ кг/с};$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 6,57}{\pi \times 8,93 \times 12}} = 0,28 \text{ м};$$

Приймаємо трубу з умовним діаметром  $d_y = 300 \text{ мм}$ ;

4) Визначаємо нагнітальний трубопровід для централі компресорів:

$$M = 6,57 \text{ кг/с};$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 6,57}{\pi \times 50 \times 14}} = 0,109 \text{ м};$$

Приймаємо трубу з зовнішнім діаметром  $d_s = 108 \text{ мм}$ ;

5) Визначаємо трубопровід рідинної лінії:

$$M = 6,57 \text{ кг/с}; \rho = 1/\nu_3 = 1/0,0013 = 770 \text{ кг/м}^3;$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 6,57}{\pi \times 770 \times 1,25}} = 0,093 \text{ м};$$

Приймаємо трубу з зовнішнім діаметром  $d_y = 108 \text{ мм}$ ;

2.10.2. Розрахунок діаметрів трубопроводів для пропіленгліколю. Для точного розрахунку складаємо плоску схему пропіленгліколевих трубопроводів (рис.2.10.1) і розбиваємо її на відрізки.

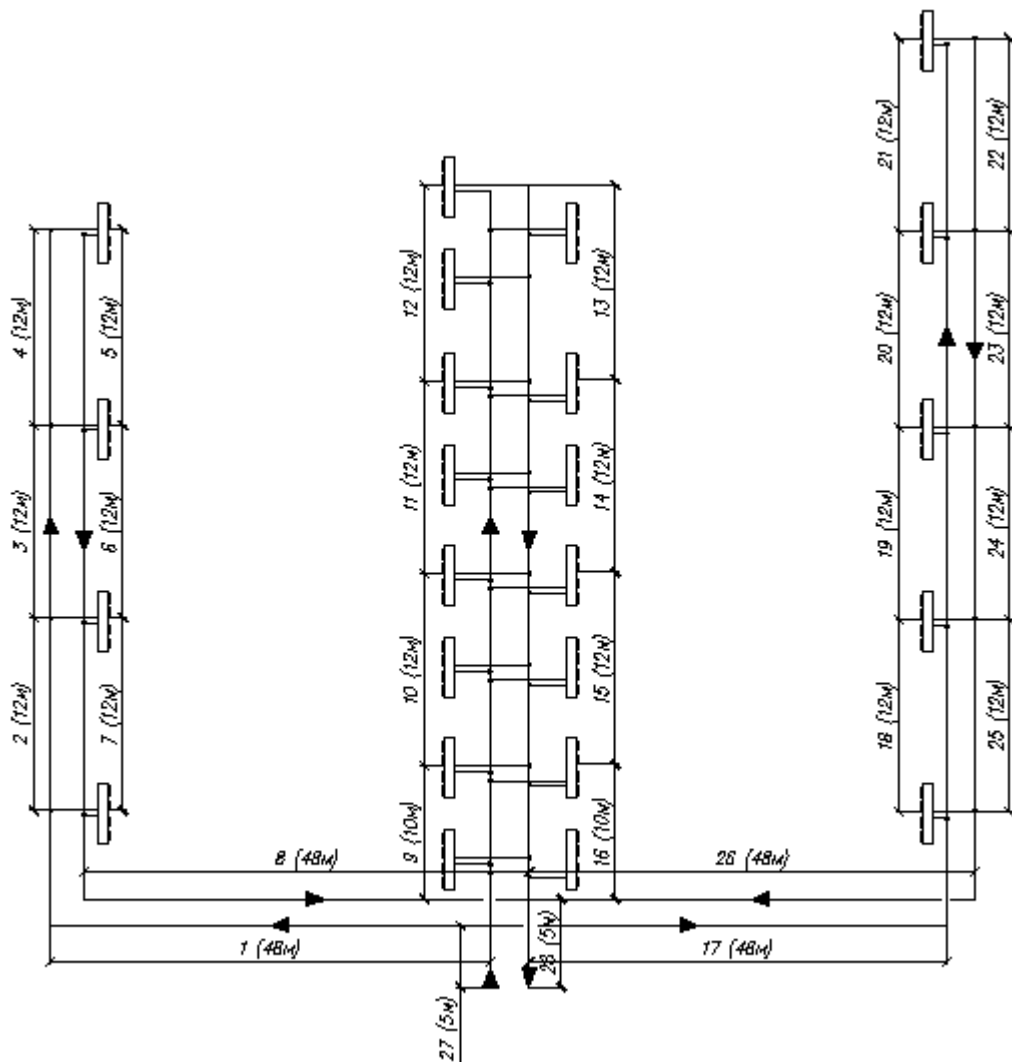


Рис.2.10.1. Розрахункова схема трубопроводів для пропіленгліколю

1) Визначаємо діаметри трубопроводів на кожному відрізку магістралі:

Відрізок «1», витрата гліколю становить  $V = 0,0088 \text{ м}^3/\text{с}$ ;

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times V}{\pi \times \omega}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,0088}{3,14 \times 1,5}} = 0,086 \text{ м};$$

Приймаємо трубу сталю електрозварну прямо шовну ГОСТ 10704-91, 95 мм,  $d_{\text{вн.}}=90$  мм.

Аналогічно визначаємо діаметри трубопроводів на інших відрізках. Результати заносимо в табл.2.10.2.

2) Визначаємо втрати тиску на відрізу «1»: трубопровід загальною довжиною 48 м.

Знаходимо швидкість руху пропіленгліколя в трубопроводі:

$$\omega = \frac{V}{f_{\text{мп}}} = \frac{0,0088}{0,0058} = 1,52 \text{ м/с};$$

Динамічний тиск:

$$\frac{\rho \times \omega^2}{2} = \frac{1042 \times 1,52^2}{2} = 1204 \text{ кг/(м} \times \text{с}^2);$$

Число Рейнольдса:

$$\text{Re} = \frac{\omega \times d_{\text{вн}} \times \rho}{\mu} = \frac{1,52 \times 0,086 \times 1042}{7 \times 10^{-3}} = 19459;$$

Коефіцієнт тертя:

$$\lambda_{\text{мп}} = 0,11 \times \left( \frac{k}{d_{\text{вн}}} + \frac{64}{\text{Re}} \right)^{0,25} = 0,11 \times \left( \frac{0,5}{86} + \frac{64}{19459} \right)^{0,25} = 0,034;$$

Втрати тиску від тертя по довжині 1 м:

$$\Delta P_{\text{мп}} = R = \frac{0,034}{0,086} \times 1204 \times 1 = 476 \text{ Па/м};$$

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною  $l = 48$  м:

$$\Delta P_{\text{мп}} = R \times l = 476 \times 48 = 22848 \text{ Па} = 22,85 \text{ кПа};$$

Втрата тиску в місцевих опорах:

$$Z = \sum \xi_m \times \frac{\rho \times \omega^2}{2} = (5 + 5 + 1) \times 1204 = 13244 \text{ Па} = 13,15 \text{ кПа};$$

Загальна втрата тиску на відрізу «1»:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{мп}} + Z = 22,85 + 13,15 = 36 \text{ кПа}.$$

Аналогічно визначаємо втрати тиску на інших відрізках. Результати розрахунків заносимо в табл. 2.10.1.

Таблиця 2.10.1. Втрати тиску в трубопроводах

№	$V,$ $м^3 / с$	$d_{вн},$ $м$	$l,$ $м$	$\omega,$ $м / с$	$\frac{\rho\omega^2}{2},$ $Па$	Re	$\lambda_{мп}$	$R,$ $Па / м$	$Rl,$ $кПа$	$Z,$ $кПа$	$\Delta p,$ $кПа$
1	0,0088	0,086	48	1,52	1204	19459	0,034	476	22,85	13,15	36
2	0,0066	0,077	12	1,42	1050	16276	0,035	477	5,72	5,25	10,97
3	0,0044	0,064	12	1,37	978	13052	0,037	565	6,78	4,89	11,67
4	0,0022	0,042	12	1,59	1315	9941	0,04	1252	15	6,58	21,58
5	0,0022	0,054	12	0,96	480	7717	0,04	356	4,27	2,4	6,67
6	0,0044	0,077	12	0,95	470	10890	0,036	220	2,64	2,35	4,99
7	0,0066	0,092	12	0,99	515	13558	0,035	196	2,35	2,58	4,93
8	0,0088	0,108	48	0,96	481	7125	0,037	165	7,92	5,29	13,21
9	0,0708	0,25	10	1,44	1085	53590	0,026	113	1,13	11,94	13,07
10	0,0512	0,204	12	1,57	1279	47676	0,027	169	2	6,34	8,34
11	0,0316	0,165	12	1,48	1139	36351	0,029	200	2,4	5,7	8,1
12	0,012	0,1	12	1,53	1217	22775	0,033	401	4,8	6,1	10,9
13	0,012	0,127	12	0,95	468	17960	0,032	118	1,4	2,3	3,7
14	0,0316	0,2	12	1	527	29771	0,029	76	0,9	2,6	3,5
15	0,0512	0,266	12	0,92	443	36428	0,027	45	0,54	2,2	2,74
16	0,0708	0,3	10	1	523	44657	0,026	45	0,45	5,75	6,2
17	0,011	0,096	48	1,52	1204	21721	0,033	414	19,87	13,24	33,11
18	0,0088	0,086	12	1,52	1204	19459	0,034	476	22,85	13,15	36
19	0,0066	0,077	12	1,42	1050	16276	0,035	477	5,72	5,25	10,97
20	0,0044	0,064	12	1,37	978	13052	0,037	565	6,78	4,89	11,67
21	0,0022	0,042	12	1,59	1315	9941	0,04	1252	15	6,58	21,58
22	0,0022	0,054	12	0,96	480	7717	0,04	356	4,27	2,4	6,67
23	0,0044	0,077	12	0,95	470	10890	0,036	220	2,64	2,35	4,99
24	0,0066	0,092	12	0,99	515	13558	0,035	196	2,35	2,58	4,93
25	0,0088	0,108	12	0,96	481	7125	0,037	165	7,92	5,29	13,21
26	0,011	0,12	48	0,97	493	17327	0,033	136	6,53	5,4	11,93
27	0,0906	0,266	5	1,63	1386	64542	0,025	130	0,65	15,25	15,9
28	0,0906	0,346	5	0,96	484	49444	0,025	32	0,18	5,32	5,5

Загальні втрати тиску в циркуляційному кільці:

$$\Delta P = \Sigma(Rl + Z) = 343 \text{ кПа.}$$

2.10.3. Розрахунок та підбір насосів. Підбір насосів здійснюємо за допомогою програми підбору компанії Grundfos „WinCaps” версія 2010.01.051. Для підбору задаємося такими параметрами: напір, витрата, температура рідини.

В замкнутій циркуляційній системі  $h_n = h_{oc}$ , тому напір насоса витрачається на проходження опорів тертя в системі трубопроводів і в місцевих опорах. Потрібний напір насоса:

$$H = \frac{\Sigma \Delta p}{\rho \cdot g} = \frac{343 \times 10^3}{1042 \cdot 9,81} = 33,56 \text{ м}$$

Максимальна витрата пропіленгліколю становить 251,52 м<sup>3</sup>/год.

Приймаємо два насоси Grundfos TP 200-400/4, один робочий і один резервний.

Таблиця 2.10.2. Технічні характеристики насосів

Серія	Швидкість обертання 1460 об/хв					Вага, кг
	Подача, м <sup>3</sup> /год	Повний напір, м	Потужність електродвигуна, кВт	ККД, %	cos φ	
TP 200-400/4	341	37,3	55	95	0,87	911

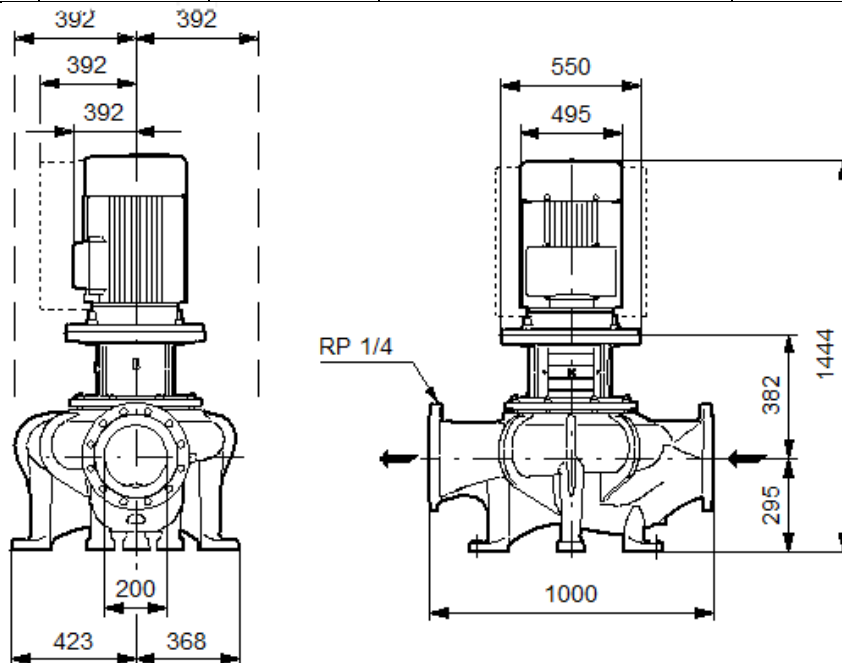


Рис.2.10.2. Габаритні розміри насоса TP 200-400/4

### 3. Електрообладнання та електропостачання

#### 3.1. Загальні положення.

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

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

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

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

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

Розподіл електричної енергії на підприємстві з установленою потужністю трансформаторів  $S_{ном} = 1000$  кВА виконується на наступних рівнях напруги:

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

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

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

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

1 – вибором відповідної структури схеми електропостачання: власні потреби ХУ живлять на стороні високої напруги від незалежних джерел живлення не

менш чим двома трансформаторами, які підключають до індивідуальних шаф і до різних секцій розподільного пристрою РПр – 10кВ (при наявності двосекційного пристрою);

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

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

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

### **3.2. Низьковольтна мережа**

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

Для підвищення коефіцієнта активної потужності до нормованого значення 0,92 встановлюються на кожній секції РПр ТП батареї статичних конденсаторів КУ1, КУ2.

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

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

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

### **3.3. Високовольтна мережа**

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

Трансформаторна підстанція цеху з ХКУ, як і інші ТП підприємства, і потужні високовольтні двигуни підключені силовими кабелями, відповідно, до своїх шаф КРПр – 10кВ. На високій стороні цехової трансформаторної підстанції встановлені високовольтні запобіжники, роз'єднувачі і вимірювальні трансформатори струму.

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

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

Номінальна потужність електричних двигунів приводу вентиляторів в першому наближенні за технічними параметрами:

$$P_{ном} = \frac{1,1 \cdot Q_n \cdot H_n \cdot 10^{-3}}{3670 \cdot \eta} \cdot g \cdot \rho ,$$

де  $Q_n = 341 \text{ м}^3/\text{год}$  - продуктивність насосу;

$H_n = 37,3 \text{ м.вд.ст.}$  – напір насосу;

$\eta$ - ККД насосу,  $\eta = 0,95$ ;

$\rho = 1042 \text{ кг/м}^3$  – густина пропіленгліколю.

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

$$P > P_{дв} .$$

Визначення номінального струму:

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

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

$\eta$  - ККД двигуна.

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

Приклад розрахунку:

$$P_{ном} = \frac{1,1 \cdot Q_n \cdot H_n \cdot 10^{-3}}{3670 \cdot \eta} \cdot g \cdot \rho = \frac{1,1 \cdot 341 \cdot 37,3 \cdot 10^{-3}}{3670 \cdot 0,95} \cdot 9,81 \cdot 1042 = 41,02 \text{ кВт}$$

$$I_H = \frac{P_H \cdot \beta}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{41,02 \cdot 1,0}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,87 \cdot 0,95} = 75,4 \text{ А}$$

Таблиця 3.1. Розрахунок номінальної потужності електричних двигунів

№ п/п	Назва, Позиція	Позн.	К-сть	$P_n$ , кВт	$I_n$ , А	$\frac{I_n}{I_n'}$	$\eta$ , %	$\cos\varphi$	n, об/хв
1	Компресор Bitzer CSH95113-320Y (AIP315S2)	К1 – К3	3	160	279	7,2	94,5	0,92	3000
2	Вентилятори ПО Goedhart VNS – 65357 (AIP63A4)	ПО1, ПО2	2	$5 \times 0,25 = 1,25$	$5 \times 0,83 = 4,15$	5	68	0,67	1350
3	Вентилятори ПО Goedhart VNS – 65507 (AIP80A4)	ПО3 – ПО12	10	$5 \times 1,1 = 5,5$	$5 \times 2,75 = 13,75$	5,5	75	0,81	1350
4	Вентилятори ПО Goedhart VNS – 66457 (AIP80A4),	ПО13 – ПО20	8	$6 \times 0,55 = 3,3$	$6 \times 1,61 = 9,66$	5	71	0,73	1350
5	Вентилятори ПО Goedhart VNS – 65457 (AIP80A4),	ПО21 – ПО32	12	$5 \times 0,55 = 2,75$	$5 \times 1,61 = 8,05$	5	71	0,73	1350
6	Вентилятори ПО Goedhart VNS – 64457 (AIP80A4),	ПО33 – ПО34	8	$4 \times 0,55 = 2,2$	$4 \times 1,61 = 6,44$	5	71	0,73	1350
7	Вентилятори ПО Goedhart VNS - 63457 (AIP80A4),	ПО35 – ПО44	10	$3 \times 0,55 = 1,65$	$3 \times 1,61 = 4,83$	5	71	0,73	1350
8	Вентилятор конденсатора KOAL-C-RF-PB105L3V-091H06D (AIP100S4)	ВК1 – ВК15	15	3,0	6,7	7	82	0,83	1450
9	Витяжний вентилятор КМ-цеху (AIP112M4)	ВВ1, ВВ2	2	5,5	11,3	7	85,5	0,86	1450
10	Приточний вентилятор КМ-цеху (AIP112M4)	ВП1	1	5,5	11,3	7	85,5	0,86	1450
11	Насос Grundfos TP 200-400/4 (5A225M4)	Н1, Н2	2	55	75,4	7	0,95	0,87	1460

### 3.5. Розрахунок та вибір низьковольтного обладнання

Вибір магнітних пускачів

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

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

Магнітні пускачі вибираються з умов:

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

де  $I_{мп}$  і  $I_n$  - номінальний струм машин,

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

Результати вибору зводимо в табл. 3.2.

Таблиця 3.2. Розрахунок та вибір низьковольтного обладнання

№ п/п	Позн.	$I_n, \text{A}$	$1,1 \cdot I_n, \text{A}$	МП		Теплове реле	
				Тип	$I_n, \text{A}$	Тип	$I_n, \text{A}$
1	К1 – К3	279	306,9	КТ6000	400	ТРТП-155	360
2	ПО1, ПО2	4,15	4,57	ПМЛ	10	ТРТП-121	5
3	ПО3 – ПО12	13,75	15,13	ПМЛ	25	ТРТП-121	25
4	ПО13 – ПО20	9,66	10,63	ПМЛ	10	ТРТП-121	15
5	ПО21 – ПО32	8,05	8,86	ПМЛ	10	ТРТП-121	10
6	ПО33 – ПО34	6,44	7,08	ПМЛ	10	ТРТП-121	10
7	ПО35 – ПО44	4,83	5,31	ПМЛ	10	ТРТП-121	10
8	ВК1 – ВК15	6,7	7,37	ПМЛ	10	ТРТП-121	15
9	ВВ1, ВВ2	11,3	12,43	ПМЛ	25	ТРТП-121	25
10	ВП1	11,3	12,43	ПМЛ	25	ТРТП-121	25
11	Н1, Н2	75,4	82,94	ПМА	100	ТРТП-139	90

### 3.6. Розрахунок та вибір автоматичних повітряних вимикачів

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

Вони виробляються з електромагнітними і комбінованими роз'єднувачами.

Вибір автоматів виконується згідно умов:

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

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

$I_{\text{л.}}$  і  $U_{\text{л.}}$  - струм і напруга лінії,

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

$I_{\text{пуск}}$  - пусковий струм двигуна;

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

Результати виборів автоматичних повітряних вимикачів зводимо в табл.3.3.

Таблиця 3.3. Розрахунок і вибір повітряних вимикачів

№ п/п	Позн.	$I_{\text{н}}, \text{А}$	$I_{\text{пуск}}, \text{А}$	$1.25 \cdot I_{\text{пуск}}, \text{А}$	Автомати			
					Тип	$I_{\text{на}}, \text{А}$	$I_{\text{т.р.}}, \text{А}$	$I_{\text{с.р.}}, \text{А}$
1	К1 – К3	279	2008,8	2511	A3144	600	400	2800
2	ПО1, ПО2	4,15	20,75	25,9	A3114	100	60	6000
3	ПО3 – ПО12	13,75	75,63	94,5	A3114	100	80	6000
4	ПО13 – ПО20	9,66	48,3	60,4	A3114	100	60	6000
5	ПО21 – ПО32	8,05	40,25	50,3	A3114	100	60	6000
6	ПО33 – ПО34	6,44	32,2	40,25	A3114	100	60	6000
7	ПО35 – ПО44	4,83	24,15	30,19	A3114	100	60	6000
8	ВК1 – ВК15	6,7	46,9	58,63	A3114	100	60	6000
9	ВВ1, ВВ2	11,3	79,1	98,88	A3114	100	60	6000
10	ВП1	11,3	79,1	98,88	A3114	100	60	6000
11	Н1, Н2	75,4	527,8	659,75	A3144	600	400	2800

### 3.7. Розрахунок та вибір шаф розподільчих пунктів.

Розрахунок навантаження на шини шафи розподільного пункту.

Значення середньої потужності за максимально навантаженою зміну:

$$P_{\text{зм}} = K_{\text{в}} \cdot P_{\text{н}}, \quad P_{\text{зм}} = 0,8 \cdot 55 = 44$$

де  $K_{\text{в}}$ — коефіцієнт використання,

$P_{\text{н}}$ — номінальна потужність.

Значення середньої реактивної потужності за максимально навантаженою зміну:

$$Q_{\text{зм}} = P_{\text{зм}} \cdot \text{tg} \varphi. \quad Q_{\text{зм}} = 44 \cdot 0,57 = 24,94$$

Результати розрахунків зводимо до таблиць.

Визначаємо значення розрахункової потужності:

$$m = \frac{P_{\text{нmax}}}{\sum P_{\text{нmin}}} = 55/3,0 = 18,33$$

Таблиця 3.4. Розрахунок навантаження на шинах шафи РП-1

№ п/п	Приймач	$P_{н'}$ кВт	$P_{зм'}$ кВт	$Q_{зм'}$ квар	$K_{в}$	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	Примітка
1	ВК1 – ВК10	3,0	2,4	1,61	0.8	0.83	0.67	РП - 1
2	ВВ1	5,5	4,4	2,6	0.8	0.86	0,59	РП - 1
3	Н1	55	44	24,94	0.8	0.87	0,57	РП - 1
Всього		90,5	72,4	43,62	-	-	-	

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

Коефіцієнт максимуму.

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

Розрахункові значення потужностей:

1) активної:

$$P_p = K_m \cdot \sum P_{зм} = 1,7 \cdot 72,4 = 123,08 \text{ кВт.}$$

2) реактивної:

$$Q_p = Q_{зм} \cdot 1,1 = 1,1 \cdot 43,62 = 47,98 \text{ квар.}$$

3) повної:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{(123,08^2 + 47,98^2)} = 132,1 \text{ кВА.}$$

Коефіцієнт потужності РП:

$$\cos\varphi = \frac{P_p}{S_p} = 123,08 / 132,1 = 0,93.$$

Значення розрахункового і короткочасного струму:

$$I_p = S_p / (\sqrt{3} \times U) = 132,1 / (\sqrt{3} \times 0,38) = 200,7 \text{ А}$$

$$I_{\max} = I_{п \max} + I_p = 527,8 + 200,7 = 728,5 \text{ А.}$$

Приймаємо шину ШЗМ-16, розраховану на:  $I_n = 1600 \text{ А.}$

Вибір шафи розподільчого пункту.

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

Визначаємо значення розрахункової потужності:

$$m = \frac{P_{н \max}}{\sum P_{н \min}} = 55 / 3,0 = 18,33$$

Таблиця 3.5. Розрахунок навантаження на шинах шафи РП-2

№ п/п	Приймач	$P_{н}$ , кВт	$P_{зм}$ , кВт	$Q_{зм}$ , квар	$K_{в}$	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	Примітка
1	ВК11 – ВК15	3,0	2,4	1,61	0.8	0.83	0.67	РП – 2
2	ВВ2	5,5	4,4	2,6	0.8	0.86	0,59	РП – 2
3	ВП1	5,5	4,4	2,6	0.8	0.86	0,59	РП – 2
4	Н1	55	44	24,94	0.8	0.87	0,57	РП - 2
Всього		81	64,8	38,19	-	-		-

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

Коефіцієнт максимуму.

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

Розрахункові значення потужностей:

1) активної:

$$P_p = K_m \cdot \sum P_{зм} = 1,7 \cdot 64,8 = 110,16 \text{ кВт.}$$

2) реактивної:

$$Q_p = Q_{зм} \cdot 1,1 = 1,1 \cdot 38,19 = 42 \text{ квар.}$$

3) повної:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{(110,16^2 + 42^2)} = 117,9 \text{ кВА.}$$

Коефіцієнт потужності РП:

$$\cos\varphi = \frac{P_p}{S_p} = 110,16 / 117,9 = 0,93.$$

Значення розрахункового і короткочасного струму:

$$I_p = S_p / (\sqrt{3} \times U) = 117,9 / (\sqrt{3} \times 0,38) = 179,13 \text{ А}$$

$$I_{\max} = I_{п \max} + I_p = 527,8 + 179,13 = 706,9 \text{ А.}$$

Приймаємо шину ШЗМ-16, розраховану на:  $I_n = 1600 \text{ А}$ .

Вибір шафи розподільчого пункту.

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

Таблиця 3.6. Розрахунок навантаження на шинах шафи РП-3

№ п/п	Приймач	$\sum P_H$ , кВт	$P_{зм}$ , кВт	$Q_{зм}$ , квар	$K_B$	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	Примітка
1	ПОЗ – ПО10	5,5	4,4	3,17	0.8	0.81	0,72	РП – 3
2	ПО13 – ПО14	3,3	2,64	2,48	0.8	0.73	0.94	РП – 3
3	ПО39 – ПО44	1,65	1,32	1,24	0.8	0.73	0.94	РП – 3
Всього		60,5	48,4	37,76	-	-	-	

Визначаємо значення розрахункової потужності:

$$m = \frac{P_{H\max}}{\sum P_{H\min}} = 5,5/1,65=3,3$$

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

Коефіцієнт максимуму:

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

Розрахункове значення потужностей:

1) активної:

$$P_p = K_M \cdot \sum P_{зм} = 1,7 \cdot 48,4 = 82,28 \text{ кВт.}$$

2) реактивної:

$$Q_p = Q_{зм} \cdot 1,1 = 1,1 \cdot 37,76 = 41,54 \text{ квар.}$$

3) повної:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{(82,28^2 + 41,54^2)} = 92,17 \text{ кВА.}$$

Коефіцієнт потужності РП:

$$\cos\varphi = \frac{P_p}{S_p} = 82,28/92,17 = 0,89$$

Значення розрахункового і короткочасного струму:

$$I_p = S_p / (\sqrt{3} \cdot U) = 92,17 / (\sqrt{3} \cdot 0,38) = 140 \text{ А}$$

$$I_{\max} = 140 + 75,63 = 215,7 \text{ А.}$$

Приймаємо шину ШРА – 300, розраховану на:  $I_H = 300 \text{ А}$ .

Вибір шафи розподільчого пункту.

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

Таблиця 3.7. Розрахунок навантаження на шинах шафи РП-4

№ п/п	Приймач	$\sum P_{н'}$ кВт	$P_{зм'}$ кВт	$Q_{зм'}$ квар	$K_B$	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	Примітка
1	ПО11 – ПО12	5,5	4,4	3,17	0,8	0,81	0,72	РП – 4
2	ПО15 – ПО20	3,3	2,64	2,48	0,8	0,73	0,94	РП – 4
	ПО35 – ПО38	1,65	1,32	1,24	0,8	0,73	0,94	РП – 4
	ПО1, ПО2	1,25	1,0	1,11	0,8	0,67	1,11	РП – 4
	ПО33 – ПО34	2,2	1,76	1,65	0,8	0,73	0,94	РП – 4
	Всього	44,3	35,44	31,71	-	-	-	

Визначаємо значення розрахункової потужності:

$$m = \frac{P_{н\max}}{\sum P_{н\min}} = 5,5/1,25=4,4$$

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

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

Розрахункове значення потужностей:

1) активної:

$$P_p = K_M \cdot \sum P_{зм} = 1,7 \cdot 35,44 = 60,25 \text{ кВт.}$$

2) реактивної:

$$Q_p = Q_{зм} \cdot 1,1 = 1,1 \cdot 31,71 = 34,88 \text{ квар.}$$

3) повної:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{(60,25^2 + 34,88^2)} = 69,62 \text{ кВА.}$$

Коефіцієнт потужності РП:

$$\cos\varphi = \frac{P_p}{S_p} = 60,25/69,62 = 0,865$$

Значення розрахункового і короткочасного струму:

$$I_p = S_p / (\sqrt{3} \cdot U) = 69,62 / (\sqrt{3} \cdot 0,38) = 105,82 \text{ А}$$

$$I_{\max} = 105,82 + 75,63 = 181,45 \text{ А.}$$

Приймаємо шину ШРА – 300, розраховану на:  $I_n = 300 \text{ А}$ .

Вибір шафи розподільчого пункту.

Вибираємо стандартну шафу типу ПР9231 (виконання 128).

Встановлюємо в шафу вибране обладнання.

Таблиця 3.8. Розрахунок навантаження на шинах шафи РП-5

№ п/п	Приймач	$\sum P_{н'}$ кВт	$P_{зм'}$ кВт	$Q_{зм'}$ квар	$K_{в}$	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	Примітка
1	ПО21 – ПО32	2,75	2,2	2,07	0,8	0,73	0,94	РП – 5
Всього		33	26,4	24,82	-	-		-

Розрахункове значення потужностей:

1) активної:

$$P_p = K_{м} \cdot \sum P_{зм} = 1,7 \cdot 26,4 = 44,88 \text{ кВт.}$$

2) реактивної:

$$Q_p = Q_{зм} \cdot 1,1 = 1,1 \cdot 24,82 = 27,3 \text{ квар.}$$

3) повної:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{(44,88^2 + 27,3^2)} = 52,53 \text{ кВА.}$$

Коефіцієнт потужності РП:

$$\cos\varphi = \frac{P_p}{S_p} = 44,88 / 52,53 = 0,854$$

Значення розрахункового і короткочасного струму:

$$I_p = S_p / (\sqrt{3} \cdot U) = 52,53 / (\sqrt{3} \cdot 0,38) = 79,81 \text{ А}$$

$$I_{\max} = 79,81 + 40,25 = 120,06 \text{ А.}$$

Приймаємо шину ШРА – 300, розраховану на:  $I_n = 300 \text{ А}$ .

Вибір шафи розподільчого пункту.

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

### 3.8. Вибір кількості та розрахунок потужності трансформаторів для трансформаторної підстанції.

Для надійного і безперервного забезпечення приймачів I та II категорії вибрано двотрансформаторну підстанцію. При виході з ладу одного трансформатора трансформатору - той, що залишився забезпечить (з урахуванням допустимих навантажень) живлення включається в роботу другий

трансформатор, що знаходиться у резерві. Така схема забезпечує надійне живлення всіх споживачів. Потужність силових трансформаторів вибрано за умов:

- а) економічного, доцільного режиму роботи;
- б) необхідного забезпечення резервування живлення споживачів з урахуванням допустимих перевантажень трансформаторів:

$$K_T = 1,15 < 1,4.$$

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

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

Таблиця 3.9. Розрахунок навантаження на шинах трансформатора

Назва РП та індивідуальних приймачів	$P_H$ , кВт	$P_{зм}$ , кВт	$Q_{зм}$ , кВар	$tg\varphi$	$cos\varphi$	$K_H$
РП-1	123,08	98,46	38,89	0,395	0,93	0,8
РП-2	110,16	88,13	34,81	0,395	0,93	0,8
РП-3	82,28	65,82	33,57	0,51	0,89	0,8
РП-4	60,62	48,5	28,13	0,58	0,865	0,8
РП-5	44,88	35,9	21,9	0,61	0,854	0,8
К1 – К3	160	128	54,53	0,426	0,92	0,8
Освітлення	0,16	33,6	20,8	0,6	0,8	0,8
Освітлення	0,075	0,06	-	0	1	0,8
всього	901,255	754,47	341,69	-	-	-

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

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

Визначаємо:

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

- номінальну потужність трансформатора:

1) активної:

$$P_p = K_m \cdot \sum P_{зм} = 1,3 \cdot 754,47 = 980,8 \text{ кВт.}$$

2) реактивної:

$$Q_p = Q_{зм} \cdot 1,1 = 1,1 \cdot 341,69 = 375,86 \text{ квар.}$$

3) повної:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{(980,8^2 + 375,86^2)} = 1050,35 \text{ кВА.}$$

$$(S_n)_p = 1050,35 / (1,1 \cdot 0,75) = 1273 \text{ кВА.}$$

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

До встановлення приймаємо 2 трансформатори типу ТМ-1600-10/0,4.

Таблиця 3.10. Технічні параметри трансформаторів для ТП.

Тип трансформаторів	Sном, кВА	Номінал. напруга		Втрати, кВт		Напруга К.З., %	Схема з'єднання
		кВ	кВ	Х.Х.	К.З.		
ТМ-1600-10/0,4	1600	10	0,4	1,65	13,7	6,0	$\Delta / Y_n$ , група 11

### 3.9. Розподілення електроенергії у відділеннях ХКУ.

Вибір проводів і кабелів.

Проводи і кабелі повинні задовольнити умовам і мати ізоляцію, яка відповідає умовам напруги і умовам прокладки ліній. Приймаємо прокладку кабелю у землі, а проводи - у трубах.

Таблиця 3.11. Результати розрахунку параметрів та вибору кабелю.

№	Лінія		Дов- жина, м	I <sub>розр</sub> , А	I <sub>доп</sub> * *2,2; А	S <sub>мін</sub> , мм <sup>2</sup>	Тип кабелю	Кількість та переріз
	Початок	кінець						
1	ТР-1	К-1	30	279	613,8	300	ВВГ	3×(1×300)
2	ТР-1	К-2	30	279	613,8	300	ВВГ	3×(1×300)
3	ТР-1	РП-2	10	179,13	394,09	150	ВВГ	3×(1×150)
4	ТР-1	РП-5	80	79,81	175,58	70	ВВГ	1×(3×70)
5	ТР-2	К-3	30	279	613,8	300	ВВГ	3×(1×300)
6	ТР-2	РП-1	10	200,7	441,54	150	ВВГ	3×(1×150)
7	ТР-2	РП-3	40	140	308	95	ВВГ	3×(1×95)
8	ТР-2	РП-4	80	105,82	232,8	120	ВВГ	1×(3×120)
9	ТР-2	освітлення	30	0,73	1,6	1	ВВГ	1×(3×1)
10	РП-1	МП-1 – МП-10	5	6,7	14,74	1,5	ВВГ	1×(3×1,5)
11	МП-1 – МП-10	ВК1 – ВК10	30	6,7	14,74	1,5	ВВГ	1×(3×1,5)
12	РП-1	МП-11	5	11,3	24,86	4	ВВГ	1×(3×4)
13	МП-11	ВВ1	20	11,3	24,86	4	ВВГ	1×(3×4)
14	РП-1	МП-12	5	75,4	165,88	70	ВВГ	1×(3×70)
15	МП-12	Н-1	20	75,4	165,88	70	ВВГ	1×(3×70)
16	РП-2	МП-13 – МП-17	5	6,7	14,74	1,5	ВВГ	1×(3×1,5)
17	МП-13 – МП-17	ВК11 – ВК15	30	6,7	14,74	1,5	ВВГ	1×(3×1,5)
18	РП-2	МП-18	5	11,3	24,86	4	ВВГ	1×(3×4)
19	МП-18	ВВ2	20	11,3	24,86	4	ВВГ	1×(3×4)
20	РП-2	МП-19	5	11,3	24,86	4	ВВГ	1×(3×4)
21	МП-19	ВП1	12	11,3	24,86	4	ВВГ	1×(3×4)
22	РП-2	МП-20	5	75,4	165,88	70	ВВГ	1×(3×70)
23	МП-20	Н1	20	75,4	165,88	70	ВВГ	1×(3×70)
24	РП-3	МП-21 – МП-28	5	13,75	30,25	5	ВВГ	1×(3×5)
25	МП-21 – МП-28	ПО3 – ПО10	150	13,75	30,25	5	ВВГ	1×(3×5)
26	РП-3	МП-29 – МП-30	5	9,66	21,25	3	ВВГ	1×(3×3)
27	МП-29 – МП-30	ПО13 – ПО14	20	9,66	21,25	3	ВВГ	1×(3×3)
28	РП-3	МП-31 – МП-36	5	4,83	10,63	1	ВВГ	1×(3×1)
29	МП-31 – МП-36	ПО39 – ПО44	90	4,83	10,63	1	ВВГ	1×(3×1)
30	РП-4	МП-37 – МП-38	5	13,75	30,25	5	ВВГ	1×(3×5)
31	МП-37 – МП-38	ПО11 – ПО12	40	13,75	30,25	5	ВВГ	1×(3×5)
32	РП-4	МП-39 – МП-44	5	9,66	21,25	3	ВВГ	1×(3×3)

33	МП-39 – МП-44	ПО15 – ПО20	150	9,66	21,25	3	ВВГ	1×(3×3)
34	РП-4	МП-45 – МП-48	5	4,83	10,63	1	ВВГ	1×(3×1)
35	МП-45 – МП-48	ПО35 – ПО38	45	4,83	10,63	1	ВВГ	1×(3×1)
36	РП-4	МП-49 – МП-50	5	4,15	9,13	1	ВВГ	1×(3×1)
37	МП-49 – МП-50	ПО1, ПО2	65	4,15	9,13	1	ВВГ	1×(3×1)
38	РП-4	МП-51 – МП-52	5	6,44	14,17	1,2	ВВГ	1×(3×1,2)
39	МП-51 – МП-52	ПО33 – ПО34	80	6,44	14,17	1,2	ВВГ	1×(3×1,2)
40	РП-5	МП-53 – МП-64	5	8,05	17,71	2	ВВГ	1×(3×2)
41	МП-53 – МП-64	ПО21 – ПО32	200	8,05	17,71	2	ВВГ	1×(3×2)

## **4. Автоматизація системи холодильної установки**

### **Вступ**

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

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

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

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

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

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

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

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

Прилади автоматичного контролю реєструють параметри машини.

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

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

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

Розроблена система автоматизації агрегату передбачає:

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

Контрольованими параметрами агрегату є:

- тиск і температура на всмоктуванні компресора;
- тиск і температура на нагнітанні компресора;
- тиск і температура мастила, яке циркулює в компресорі;

- холодопродуктивність компресора;
- температура обмоток електродвигуна;
- номінальний струм, що подається на привід компресора.

## **4.1. Принцип роботи гвинтового компресорного агрегату**

### **4.1.1. Циркуляційний контур холодильного агенту**

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

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

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

### **4.1.2. Циркуляційний контур мастила**

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

Нагріте в компресорі (1.0) мастило, перед повторним його використанням в компресорі, повинно бути охолодженим до температури, що гарантує достатню в'язкість мастила. Однак, максимальна температура нагнітання за штатного режиму експлуатації компресора не буде

перевищувати 100 °С, відповідно мастилоохолодника за рекомендаціями фірми виробника встановлювати не потрібно.

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

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

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

## **4.2. Регулювання роботи гвинтового компресорного агрегату**

### **4.2.1. Регулювання продуктивності**

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

### **4.2.2. Контрольні пристрої**

З ціллю проведення контролю роботи ГКА обладнується наступними пристроями:

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

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

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

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

–термометр для візуального контролю температури мастила (11.5).

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

–перетворювач тиску – тиск всмоктування (10.1) компресора;

–перетворювач тиску – тиск мастила (10.2);

–термометр опору – температура всмоктування компресора (11.1);

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

–термометр опору – температура мастила (11.3).

–

#### **4.2.3. Запобіжні пристрої**

В кожному ГКА передбачені наступні запобіжні пристрої:

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

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

–Запобіжний пристрій від перевищення кінцевої температури процесу стиснення компресора.

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

або

–Термометр опору кінцевої температури процесу стиснення компресора (11.2), сигнал якого призводить до вимикання приводного двигуна пристроєм керування компресором, якщо кінцева температура процесу стиснення перевищує встановлене значення, кінцева температура процесу стиснення також виводиться на дисплей пристрою керування.

–Запобіжний пристрій від перевищення температури мастила.

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

або

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

–Запобіжний пристрій від заниження певного тиску всмоктування компресора.

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

–Запобіжний пристрій приводного двигуна компресора.

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

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

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

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

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

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

### Висновок

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

## 5. Цивільний захист

Одним із основних завдань цивільного захисту є захист виробничого персоналу підприємств та населення від наслідків надзвичайних ситуацій.

Вирішення цього завдання передбачає захист людей від наслідків стихійного лиха, аварій, катастроф, вибухів, великих пожеж, застосування сучасних засобів ураження.

Наявність в Україні потужної промисловості, її велика концентрація в окремих регіонах, наявність великих промислових комплексів, більшість із яких потенційно небезпечно, збільшує вірогідність виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру.

Для ефективного захисту виробничого персоналу важливе значення має організація оповіщення в системі пунктів керування ЦО. Сигналами оповіщення органів керування ЦЗ є: „Повітряна тривога”, „Відбій повітряної тривоги”, „Хімічна небезпека (ХН)”, „Радіаційна небезпека”(РН). Оповіщення органів керування про загрозу повітряного нападу здійснюється від частин військ ППО. Сигнали „Хімічна тривога” і „Радіаційна небезпека” керівництво ЦЗ отримує від штабу оперативного напрямку. Крім того, рішення про оголошення сигналів „ХТ” і „РН” на території міста, області може прийняти начальник ЦЗ області за даними прогнозу радіаційної, хімічної, бактеріологічної обстановки.

**5.1. Сигнали ЦЗ, порядок їх доведення до виробничого персоналу; дії виробничого персоналу за сигналами ЦЗ, заходи що виконуються на підприємстві як тільки дано сигнал.**

Одним із елементів, що забезпечують захист виробничого персоналу в НС, є надійна система зв'язку і оповіщення. На підприємстві розпорядженням директора на пункті керування (ПК) об'єкта організовується чергування. Чергові (відповідальні виконавці) отримують інформацію про НС від керівництва НСЦЗ району (міста) і від вищого керівництва, а також від своїх чергових засобів (постів спостереження, охорони та ін.). Залежно від виду небезпеки, про яку отримано інформацію, дії керівного складу і виробничого персоналу будуть різними.

Повідомлення „Радіаційна небезпека" подається, якщо є безпосередня загроза чи виявлено радіоактивне зараження. За результатами прогнозування обстановки чи за даними, отриманими від відділу НСЦЗ району (міста), визначають характер переміщення радіоактивної хмари, рівень зараження території об'єкта. В цей час на підприємстві проводять такі заходи:

- здійснюють негайне безаварійне припинення роботи;
- укривають в захисні споруди персонал;
- з урахуванням прогнозованого рівня зараження встановлюють режим захисту;
- проводять дозиметричний контроль — контроль опромінення і контроль зараження для встановлення можливих рівнів зараження підприємства, території, виробничих і адміністративних приміщень, сировини, готової продукції і води;
- готують покривні матеріали і пристрої для швидкого укриття сировини, продукції і обладнання, проводять заходи з часткової герметизації виробничих приміщень і джерел водопостачання;
- транспортують максимально можливу кількість сировини і продукції в герметичному приміщенні;
- приводять у готовність радіологічні відділення лабораторії для проведення аналізів на забрудненість радіоактивними речовинами сировини і продукції;
- встановлюють порядок проведення знезараження об'єктів, санітарного оброблення персоналу, дії щодо запобігання занесенню радіоактивних речовин у захисні споруди;

Повідомлення „Хімічна тривога" подається у разі загрози хімічного нападу або виявлення хімічного чи бактеріологічного зараження. З метою захисту людей і зменшення втрат на об'єкті:

- негайно оповіщають виробничий персонал;
- застосовують засоби індивідуального захисту персоналу;
- здійснюють безаварійне припинення роботи виробничих приміщень;
- герметизують виробничі приміщення, джерела водопостачання;
- укривають іншу сировину й продукцію, а також унікальне обладнання

покривними матеріалами;

- по можливості дообладнують укриття, виробничі й службові приміщення для забезпечення додаткового захисту від проникнення хімічних речовин і бактеріологічних засобів;

- організовують роботу групи хімічної розвідки і хімічного відділення лабораторії для індикації ОР і встановлення ступеня зараження об'єкта, а в разі бактеріологічного нападу — бактеріологічного ;

- після отримання даних за результатами індикації ОР і ступеня зараження розпочинають проведення відповідних заходів з ліквідації наслідків хімічного нападу, а не зайнятих виконанням цих заходів евакуюють у безпечні зони;

- створюють необхідні санітарно-гігієнічні умови, спрямовані на запобігання (зниження) поширенню інфекцій (ізоляція хворих, санітарне оброблення уражених, введення карантину або обсервації).

Здійснюють також інші специфічні заходи захисту з урахуванням виду застосування ОР і бактеріальних засобів.

"Повітряна тривога" є сигналом небезпеки, ядерного, хімічного і бактеріологічного нападу. Передається штабом ЦЗ міста (району) по радіо, телебаченню, а на ОНХ - вузлами ретрансляції і заводськими сигналами. У виробничих і службових приміщеннях сигнал дублюється голосом.

З урахуванням обстановки, що склалася, по цьому сигналу:

- припиняють будь-які роботи і виробничу діяльність у всіх цехах, відділах, службах, на ділянках за винятком котельної, служб електро- і водопостачання, ВОХР;

- переховують персонал працюючої зміни підприємства в притулках і укриттях, у міру заповнення захисні споруди закривають;

- приводять в готовність ПУ (вузол зв'язку), організовують на ньому цілодобове чергування осіб з числа керівного складу і відповідальних виконавців;

- здійснюють безаварійну зупинку об'єкта або його окремих виробничих приміщень (виробництв) відповідно до сітьового графіка і з урахуванням можливого швидкого відновлення роботи;

- тимчасово припиняють подачу (підвезення) сировини, по можливості припиняють або обмежують вивіз готової продукції;

- організовують захист підприємства, сировини, готової продукції, джерел водопостачання, технологічного і іншого устаткування від радіоактивних і отруйних речовин, а також від бактеріологічних засобів;

- керівництво підприємства вивчає обстановку, що склалася, вживає відповідним заходам захисту і приймає рішення про подальшу діяльність підприємства.

Сигнал "Відбій повітряної тривоги" передається, коли минула безпосередня небезпека нападу супротивника або напад з повітря закінчився.

По сигналу "Відбій повітряної тривоги":

- проводять радіаційну, хімічну, бактеріологічну розвідку території підприємства, будівель і споруд для встановлення виду зараження, ступеня ураження об'єкта, рівня радіації;

- підприємство продовжує свою роботу в звичайному порядку, якщо його територія не була заражена і не піддається небезпеці бути зараженою РВ, ОВ і БС з сусідніх заражених територій;

- всі споруди і пристрої, призначені для забезпечення ЦО підприємства, приводять в готовність, маючи на увазі можливість нанесення супротивником повторного удару;

- при виявленні зараження території і споруд підприємства РВ, ОВ і БС вирішують питання про час виходу людей з сховищ, встановлюють об'єм і послідовність проведення робіт по ліквідації наслідків дії ОШ на ОНХ і організують їхнє виконання.

-

### **Текстові повідомлення**

1. У разі повітряної тривоги:

“ Увага! Говорить відділ ЦЗ.

Громадяни! Повітряна тривога! Вимкніть світло, газ, воду, погасіть вогонь у печах. Візьміть засоби індивідуального захисту, документи, запас продовольства і

води. Попередьте сусідів і в разі потреби надайте допомогу хворим і людям похилого віку. Якнайшвидше дійдіть до захисної споруди або укрийтеся на місцевості. Зберігайте спокій і порядок. Будьте уважні до повідомлень відділу ЦО”.

2. У разі відміни повітряної тривоги:

“Увага! Говорить відділ ЦЗ.

Громадяни! Відміна повітряної тривоги! Всім повернутися до місць роботи або проживання. Надайте в цьому допомогу хворим і людям похилого віку. Будьте готові до можливого повторного повітряного нападу. Завжди майте при собі засоби індивідуального захисту. Будьте уважні до повідомлень відділу ЦО”.

3. У разі загрози хімічного зараження:

“Увага! Говорить відділ ЦЗ.

Громадяни! Виникла безпосередня загроза хімічного зараження. Одягніть протигази, сховайте дітей у захисну дитячу камеру (КЗД). Для захисту поверхні тіла використовуйте спортивний одяг, комбінезони, чоботи.

При собі мати плівкові накидки, плащі, куртки. Вимкніть електрообігрівальні прилади. Надалі діяти відповідно до вказівок відділу ЦЗ”.

4. У разі загрози радіоактивного зараження:

“Увага! Говорить відділ ЦЗ.

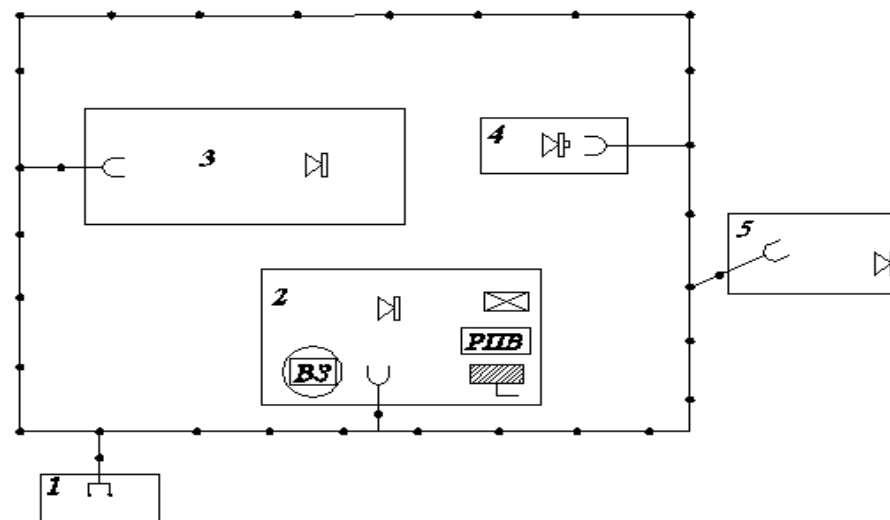
Громадяни! Виникла безпосередня загроза радіоактивного зараження. Приведіть у готовність засоби індивідуального захисту і постійно тримайте їх біля себе. За командою відділу ЦО одягніть їх. Для захисту поверхні тіла від забруднення радіоактивними речовинами використовуйте спортивний одяг, комбінезони, чоботи.

З собою мати плівкові поліетиленові накидки, куртки або плащі.

Повідомити сусідів про отриману інформацію. Надайте допомогу хворим і людям похилого віку. Надалі діяти відповідно до вказівок відділу ЦЗ.”

## 5.2. Схема оповіщення виробничого персоналу підприємства в робочий і не робочий час.

Схема оповіщення виробничого персоналу зображена на рис. 5.1.. Її функціонування забезпечується використанням існуючих загальнодержавних і місцевих систем зв'язку (телефон, телеграф, телетайп, гучномовець селекторний зв'язок та інше). До оповіщення підприємства про НС використовуються апаратура радіотрансляційного вузла і сирени, які вмикають у системи оповіщення району (міста). Система оповіщення повинна враховувати розміри території, всі сигнали і розпорядження цивільної оборони повинні бути почуті на будь-якій його ділянці. В місцях підвищеного шуму (компресорний цех) доцільно встановлювати додаткові сигнальні пристрої (світлосигнальні табло, дзвінки гучного бою, сирени та ін.). Надійність функціонування видів зв'язку забезпечується їх дублюванням, а також за рахунок завчасного укриття вузлів зв'язку (комутаторів) у захисних спорудах.



- Експлікація*
1. Прохідна
  2. Адміністративний корпус
  3. Холодильник
  4. Компресорний цех
  5. Гараж та майстерня

- Умовні позначення*
- вузол зв'язку
  - телефонний апарат
  - гучномовець
  - електросирена
  - лінія зв'язку
  - радіопередавальний вузол
  - розподільча шара
  - розподільча коробка
  - сховище

Рис.5.1. Схема оповіщення та зв'язку підприємства

### Висновок

В даному розділі розглянуто основні способи захисту виробничого персоналу, організацію і проведення евакуаційних заходів, ЗІЗ і організацію оповіщення в системі ЦО в надзвичайних ситуаціях.

Досвід ліквідації наслідків аварії і стихійних лих у мирний час свідчать, що завчасно підготовлені захисні споруди, швидке оповіщення, чітка організація евакуаційних заходів служать надійним засобом захисту виробничого персоналу та населення.

## **6. Охорона праці**

### **Вступ**

В якості будівельних конструкцій та ізоляції холодильника використано сендвіч-панелі з утеплювачем пінополеуретан. Фреонова холодильна установка працює 18 годин на добу, її робота являється джерелом ряду шкідливих і небезпечних виробничих факторів, що діють на обслуговуючий персонал даної установки. Кімната механіка, пункт управління та контролю компресорного цеху розташовані в приміщенні машинного відділення.

### **Шкідливі та небезпечні виробничі фактори**

Шкідливі виробничі фактори:

- високий рівень шуму та вібрації на робочому місці;
- загазованість повітря;
- недостатній рівень освітленості робочої зони;

Небезпечні виробничі фактори:

- порушення вимог безпеки до розміщення робочих місць, обладнання і технологічних майданчиків;
- незахищені рухомі елементи обладнання;
- наявність посудин, що працюють під тиском;
- небезпечний рівень напруги в електричному колі;
- статична електрика, атмосферна електрика.

### **Санітарно-гігієнічні вимоги до розміщення обладнання**

Розміщення устаткування повинні відповідати вимогам нормативного документа галузі.

Приміщення машинного відділення розташоване в будівлі прибудованій до холодильника. Конструкції (сандвіч-панелі) машинного відділення (площа 45м<sup>2</sup>) мають легко скидні елементи (вікна, двері та ін.) 0,03 м<sup>2</sup> на 1 м<sup>3</sup> об'єму будівлі. Вікна – однорядні із звичайного скла. Над та під машинним відділенням не має приміщень з постійними робочими місцями, а також побутових та допоміжних приміщень.

З машинного відділення є один вихід назовні. Двері відчиняються у бік виходу, і не виходять безпосередньо у виробничі приміщення чи в зв'язані з ними коридори та сходові майданчики. Висота машинного відділення до низу несучих конструкцій покриття 4,8 м. Висота підвіконь - 1,2 м.

В машинному відділенні встановлено 3 напівгерметичних компактних компресори Bitzer CSH95113-320Y, які розташовані в один ряд, а також 1 лінійний горизонтальний ресивер Bitzer F1602N. Відстань між виступаючими частинами обладнання і стіною становить – 1 м, прохід між виступаючими частинами обладнання – 1,5 м.

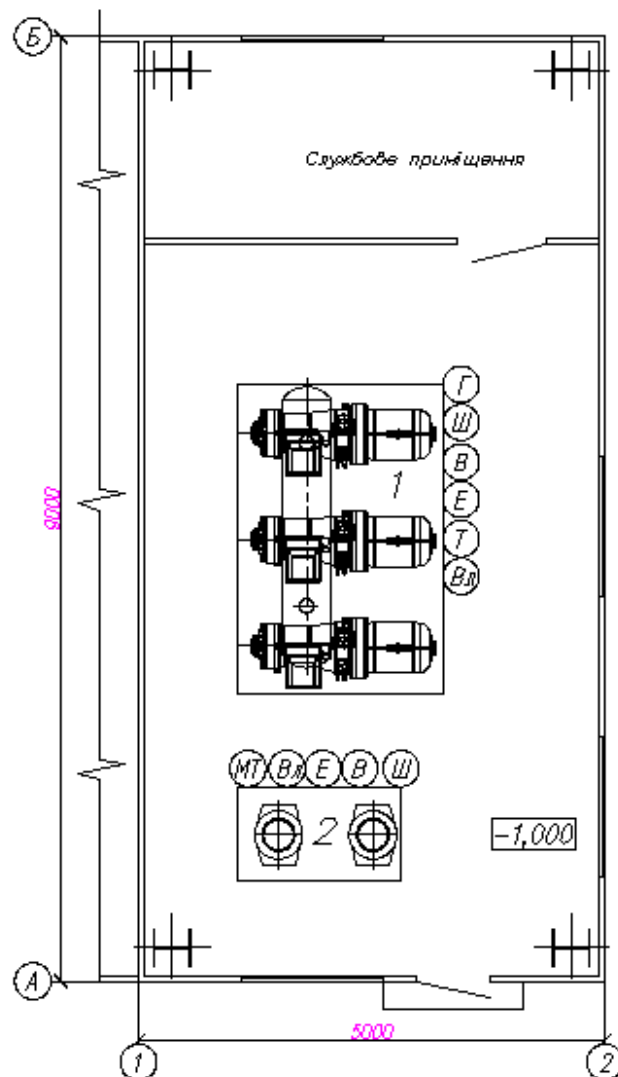


Рис.6.1. Фрагмент плану компресорного цеху фреонової холодильної установки фруктосховища із зображенням можливих небезпек для обслуговуючого персоналу:

1 – компресорно-ресиверна централь, 2 – насосна група

Підлога даного відділення є рівною, неслизькою. Непрохідні канали та люки зачиняються під рівень з підлогою з'ємними металевими рифленими листами. Стіни та стеля машинного відділення, холодильне обладнання, трубопроводи пофарбовані у відповідності з діючими нормативами щодо раціонального фарбування поверхонь виробничих приміщень та технологічного обладнання промислових підприємств.

Для обслуговування конденсаторів (розташованих ззовні приміщення машинного відділення), встановлено майданчик з огорожею та драбинами з обох сторін. Майданчик та драбини мають поручні, висотою 1,1 м. Відстань між стійками поручнів складає 0,7 м.

#### *Мікроклімат*

Санітарні норми мікроклімату в ПУ повинні забезпечувати оптимальні параметри для категорій робіт легка-Іа, що приведені в табл.6.1, а в машинному відділенні – допустимі параметри для категорій робіт середньої тяжкості-Іа – табл.6.2.

Таблиця 6.1. Санітарні норми мікроклімату ПУ

Період року	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний ( $t_3 < 10^{\circ}\text{C}$ )	22-24	40-60	$\leq 0,1$
Теплий ( $t_3 \geq 10^{\circ}\text{C}$ )	23-25	40-60	$\leq 0,1$

Таблиця 6.2. Санітарні норми мікроклімату машинного відділення

Період року	Температура повітря, °С		Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
	Верхня межа	Нижня межа		
Холодний ( $t_3 < 10^{\circ}\text{C}$ )	24	15	$\leq 75$	$\leq 0,3$
Теплий ( $t_3 \geq 10^{\circ}\text{C}$ )	29	17	65 (при 26 °С)	0,2-0,4

Досягнення цих параметрів забезпечується загальною обмінною механічною припливно-витяжною вентиляцією в теплий період року, з підігрівом повітря в холодний період року. В машинному відділенні передбачено системи повітряного опалення, суміщені з припливною вентиляцією, без рециркуляції повітря, кратність повітрообміну за годину: приток – 2 обсяги, витяжка – із перевищенням притоку на 1 обсяг. Повітря видаляється в атмосферу без очищення. Побутові приміщення при машинному відділенні мають окрему від машинного відділення систему вентиляції.

### *Шум і вібрація*

Основними джерелами шуму в холодильних установках є компресори та насоси, їх двигуни, а також рух холодильного агента по трубопроводах з великою швидкістю.

Допустимий рівень шуму в машинному відділенні, що не перевищує норм, які приведені у ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку, складає 78...82дБ, в ПУ—50...55 дБ.

Для зниження шуму в ПУ застосовують додаткову звукоізоляцію стін.

Загальна технологічна вібрація не перевищує гранично допустимого значення — 92 дБ (ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. “Вибрационная безопасность. Общие требования” ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації).

Компресорно-ресиверна централь встановлена на спеціальній фундаментній плиті, відокремленій від несучих конструкцій будівлі машинного відділення. Для зменшення впливу вібрації, що викликається роботою компресорів, додержуються таких умов: трубопроводи, що приєднуються до машини, не жорстко кріпляться до конструкцій будинку; при необхідності застосування жорстких кріплень передбачено відповідні компенсаційні пристрої; трубопроводи, що з'єднують компресори з устаткуванням, мають достатню гнучкість, що компенсує деформації.

## Розрахунок гумових амортизаторів.

Необхідно розрахувати гумові прокладки під компресор Bitzer CSH95113-320Y з  $n_в=3000$  хв<sup>-1</sup> (50 Гц). Вага всієї установки  $P=14715$  Н. Компресор встановлений на важкому залізобетонному перекритті.

Розв'язок. Визначаємо площу поперечного перетину  $S$  та робочу висоту  $H_p$  при  $\sigma = 5 \times 10^5$  Н/м<sup>2</sup> і твердості гуми  $74 \times 10^5$  Н/м<sup>2</sup>:

$$S = \frac{P}{\sigma} = \frac{14715}{5 \times 10^5} = 0,029 \text{ м}^2$$

де  $P$  - загальна вага віброізолюваної установки, Н;  $\sigma$  - розрахункове статичне напруження в гумі, Н/м<sup>2</sup>.

Динамічний модуль пружності гуми:

$$E_g = 38 \times 10^5 \text{ Н / м}^2$$

Визначаємо  $K_{z.H.}$ :

$$K_{z.H.} = 4 \times \pi^2 \times f_0^2 \times \frac{P}{g}$$

Власну частоту коливань визначаємо залежно від  $\Delta L = 26 \text{ дБ}$  (табл. 5.2 [5]) за рис. 5.4  $f_0 = 15 \text{ Гц}$ :

$$K_{z.H.} = 4 \times 3,14^2 \times 15^2 \times \frac{14715}{9,8} = 42,4 \times 10^5 \text{ Н / м}^2$$

$$H_p = \frac{E \times S}{K_{z.H.}} = \frac{38 \times 10^5 \times 0,029}{42,4 \times 10^5} = 0,026 \text{ м}$$

Приймаємо кількість віброізоляторів  $n = 4$ .

Площа кожного віброізолятора:

$$S = \frac{0,026}{4} = 6,5 \times 10^{-3} \text{ м}^2$$

Визначаємо поперечний перетин одного віброізолятора для циліндричного стовпчика – діаметр  $d$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 6,5 \times 10^{-3}}{3,14}} = 0,09 \text{ м}$$

Визначаємо умови стійкості віброізолятора:

$$1,5 \times H_p \leq d \leq 8 \times H_p$$

$$1,5 \times 0,026 \leq 0,09 \leq 8 \times 0,026$$

$$0,039 \leq 0,09 \leq 0,208$$

Умова стійкості виконується.

Визначаємо повну висоту віброізоляторів:

$$H = H_p + \frac{1}{8} \times d = 0,026 + \frac{1}{8} \times 0,09 = 0,037 \text{ м}$$

Перевіряємо ефективність віброізоляторів:

$$K_{z..} = \frac{E \times S}{H_p} = \frac{38 \times 10^5 \times 0,029}{0,026} = 42,4 \times 10^5 \text{ Н / м}$$

$$f = \frac{1}{2 \times \pi} \times \sqrt{\frac{K_{z..} \times g}{P}} = \frac{1}{2 \times 3,14} \times \sqrt{\frac{42,4 \times 10^5 \times 9,8}{14715}} = 8,46 \text{ Гц}$$

де  $K_{z..}$  – загальна жорсткість всіх віброізоляторів, Н/м;  $S$  – загальна площа поперечного перетину всіх віброізоляторів, м<sup>2</sup>;  $E$  – динамічний модуль пружності гуми, Н/м<sup>2</sup>;  $H_p$  – робоча висота віброізоляторів, м;  $P$  – вага віброізольованої установки, Н.

$$\Delta L = 20 \times \lg\left(\frac{f^2}{f_0^2} - 1\right),$$

де  $f$  – частота змушувальної сили, Гц;  $f_0$  – частота власних вертикальних коливань, Гц.

$$\Delta L = 20 \times \lg\left(\frac{50^2}{15^2} - 1\right) = 26 \text{ дБ}$$

Отримане значення  $\Delta L$  не менше, ніж вибране раніше.

### *Освітлення*

Нормовані значення природного та штучного освітлення (ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення).

На підприємстві у компресорному цеху прийнято бічне природне двостороннє освітлення, при якому нормується мінімальне значення (КПО = 0,2 %) та загальне штучне освітлення – світильники з люмінесцентними лампами напругою 220В пілозахисні. Для компресорного цеху при загальному спостереженні за ходом роботи, при постійному перебуванні людей та розряді зорової роботи VIII<sub>6</sub> освітленість становить 50 лк.

Для пульта керування прийнято загальне штучне освітлення - 100 лк.

Для живлення світильників місцевого освітлення з лампами розжарювання застосовується напруга 12 В.

Аварійне і ремонтне освітлення машинного відділення мають аварійне освітлення від незалежного джерела (акумуляторні батареї). Воно автоматично включається при відключенні робочого освітлення.

### **Розрахунок системи загального освітлення в компресорному цеху**

Розрахунок системи загального освітлення в компресорному цеху, в якому виконуються періодичне загальне спостереження за ходом виробничого процесу при постійному перебуванні людей в приміщенні (розряд VIII<sub>б</sub>)

Розміри приміщення: довжина  $a=9$  м, ширина  $b=5$  м, висота  $H=4,8$  м.

Приміщення має світлове фарбування: коефіцієнт відбиття  $\rho_{\text{стелі}} = 70\%$ ,  
 $\rho_{\text{стін}} = 50\%$ .

Висота робочих поверхонь  $h_p=0,7$  м. Для освітлення прийнято світильники типу ЛПО01 (з двома лампами), які підвішуються до стелі; відстань від світильника до стелі  $h_c=1,2$  м.

Мінімальна освітленість за нормами  $E=50$  лк.

Визначаємо висоту підвісу світильників над підлогою:

$$h_o = H - h_c = 4,8 - 1,2 = 3,5 \text{ м.}$$

Для світильників загального освітлення з люмінесцентними лампами мінімальна висота підвісу над підлогою відповідно до СНиП II-4-79 повинна бути 2,6-4 м, коли у світильнику менше 4-х ламп, 3,2-4,5 – при 4-х і більше ламп.

Висота підвісу світильника над робочою поверхнею дорівнює:

$$h = h_o - h_p = 3,5 - 0,7 = 2,8 \text{ м.}$$

Рівномірність освітлення досягається при відповідному співвідношенні відстані між світильниками  $L$  і висоти їх підвісу  $h$ . Визначаємо рекомендовану відстань між світильниками:

$$L = 0,7h = 0,7 \cdot 2,8 = 2,03 \text{ м.}$$

Показник приміщення і становить:

$$i = \frac{a \cdot b}{h(a + b)} = \frac{9 \cdot 5}{2,9(9 + 5)} = 1,11.$$

При  $i=1,11$ ,  $\rho_{стелі} = 70\%$ ,  $\rho_{стін} = 50\%$  для світильників ЛПО01 коефіцієнт використання дорівнює  $\eta=0,55$ .

Визначаємо необхідну кількість світильників, для забезпечення необхідної нормативної освітленості робочих поверхонь, якщо в кожному світильнику встановлено по дві лампи ЛБ-40, а світловий потік однієї лампи становить  $\Phi_{л}=3200$ лм,  $E$ - нормована освітленість, лк;  $S$ - площа приміщення, що освітлюється,  $m^2$ ;  $K_3$ - коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп;  $Z$ - коефіцієнт нерівномірності освітлення( $Z=1,1$  для люмінесцентних ламп).

$$N = \frac{E \cdot S \cdot K_3 Z}{2 \Phi_{л} \eta} = \frac{150 \cdot 45 \cdot 1,7 \cdot 1,1}{2 \cdot 3200 \cdot 0,55} = 3,6.$$

Приймаємо 4 світильника, які для забезпечення рівномірності освітлення розташовуємо в 1 ряд. Оскільки довжина світильника мало що більша за довжину люмінесцентної лампи, встановленої в ньому, то загальна довжина усіх світильників у ряді становитиме  $\sum L_{св}=1,2 \times 4=4,8$ м.

Визначимо сумарну електричну потужність усіх світильників, встановлених в приміщенні:

$$\sum P_{св}=P_{л} \cdot N \cdot n=40 \cdot 4 \cdot 1=160 \text{ Вт.}$$

### Техніка безпеки

Вимоги техніки безпеки регламентує нормативний документ галузі, та ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. «Оборудование производственное. Общие требования безопасности».

На фруктосховищі наказом керівника призначаються відповідальні особи із числа інженерно-технічних робітників, які пройшли в установленому порядку перевірку знань даних правил, в тому числі, по нагляду за технічним станом і безпечною експлуатацією холодильної установки і дотриманням вимог даних Правил.

До обслуговування холодильних установок допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд і мають свідоцтво про закінчення спеціального учбового закладу або курсів:

- по експлуатації холодильних установок – для машиністів;
- по автоматизації холодильних установок – для слюсарів по КВП і автоматиці.

До самостійного обслуговування холодильних установок машиністи допускаються тільки після проходження стажування строком не менше 1 місяця, в результаті якого вони освоюють обслуговування конкретної установки і підтримання нормальних режимів її роботи, і відповідної перевірки знань.

Стажування проводять досвідчені наставники. Допуск до стажування і самостійної роботи здійснюється розпорядженням по підприємству.

Холодильна установка обслуговується одним машиністом в зміну.

Інструктаж по охороні праці обов'язковий для всіх, хто поступив на роботу і працюючих, не залежно від їх стажу і кваліфікації.

Періодичну перевірку знань персоналом інструкцій обслуговування холодильної установки, техніці безпеки, експлуатації обладнання і практичним діям надання долікарської допомоги проводять не рідше одного разу в 12 місяців комісією, яка складається із спеціалістів по холодильній техніці, електротехніці, приладах автоматики і техніці безпеки.

Перевірку знань з техніки безпеки у керуючих і інженерно-технічних робітників здійснюють у відповідності з «Положенням про порядок перевірки знань правил і норм по охороні праці керуючих, інженерно-технічних робітників і спеціалістів».

Інструкції доведені до персоналу, що обслуговує холодильну установку (під розписку), і вивішені на видному місці:

- експлуатації холодильної системи (охлажденного обладнання);
- обслуговування контрольно-вимірювальних приладів і автоматики;
- пожежної безпеки;

- охороні праці (надання долікарської допомоги при виникненні аварійної ситуації і т. д.);
- річні і місячні графіки проведення планово-попереджувальних ремонтів;
- схеми хладонових, рідинних, масляних і водяних трубопроводів із пронумерованою (у них і відповідно в натурі) запірною арматурою і приладами автоматики (затверджені головним інженером);
- покажчики перебування засобів індивідуального захисту;
- номери телефонів швидкої допомоги, пожежної команди, диспетчера електромережі, штабу цивільної оборони, міліції, найближчої військової частини, начальника компресорного цеху (домашній телефон);
- номери телефонів і адреса організації, що обслуговують автоматизовану холодильну установку.

Для надання до лікарської допомоги в машинному відділенні є в наявності аптечка, в якій міститься: 1% р-н новокаїну; кодеїн; марлеві салфетки; етиловий спирт; бинти; вата; мазь Вишневського; йод.

#### *Контрольно-вимірювальні прилади*

Для візуальних показників рівня рідини в апаратах, посудинах, ресиверах застосовуються плоске оглядове скло.

Для спостереження за робочими тисками всмоктування на всмоктувальній магістралі кожного компресора встановлено 3-и манометри МП-4, тисків нагнітання – 3-и манометри МТ-250 на нагнітальних трубопроводах компресорів, підвідна трубка до яких приєднується за зворотнім клапаном (по ходу парів).

На нагнітальному і всмоктувальному трубопроводах кожного компресора встановлено 6-ть гільз для термометрів (на відстані від 250 мм від запірних вентилів) з кожухами для захисту термометрів від механічних пошкоджень. Спрацювання приладів захисту дублюється звуковим сигналом в машинному відділенні.

## Електробезпека

Електрообладнання компресорного цеху відповідають вимогам ПВЕ «Правила влаштування електроустановок», ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление», ДНАОП 1.1.10 – 1.01-97 “Правила безпечної експлуатації електроустановок”, а також діючих стандартів безпеки праці та інших нормативних документів.

Встановлені пускові прилади розраховані на максимальну силу струму електродвигуна. Рубильники, призначені для вмикання-вимикання струму навантаження, захищені кожухами, які не горять, без отворів та шпарин і мають дистанційне керування. Напруга в колах керування устаткуванням, що встановлено у приміщеннях особливо небезпечних і з підвищеною небезпекою, а також зовні приміщення, не перевищує 42 В.

Заходи і засоби забезпечення електробезпеки на підприємстві:

1. Недоступність струмопровідних частин від випадкового дотикання, блокування (захисні огороження, безпечне розміщення струмопровідних частин, наявність знаків безпеки).
2. Надійна ізоляція (опір ізоляції у силових і освітлювальних електричних установках становить 1,2 МОм).
3. Заземлення електричного обладнання.
4. Організаційні методи (регулярний медичний огляд, інструктаж, перевірка інструментів, контроль при виконанні робіт, наряд допуску перед роботами).
5. Застосування низьких напруг (згідно ПВЕ передбачене використання напруги 12 В).
6. Застосування захисних засобів, запобіжних пристроїв та приладів.
7. Планово-попереджувальні роботи.

Для захисту струмопровідних частин від прямих ударів блискавки використовуються стрижневі блискавковідводи, які встановлено на даху машинного відділення, згідно РД 34.21.122.-87 “Инструкция по защите от молнии зданий и сооружений”.

## Пожежо- та вибухобезпека

Пожежо- та вибухобезпека на підприємстві забезпечується відповідно до вимог ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. “Пожарная безопасность. Общие требования”, ДНАОП 0.01-1.01-95 “Правила пожежної безпеки в Україні”.

У відповідності із СніП 2.11.02-87 “Холодильники” машинне відділення за вибухо-пожежонебезпекою відноситься до категорії Д, згідно ОНТП 24-86, або до пожежонебезпечної зони—класу П-І, згідно ПУЕ.

Пожежна безпека на підприємстві включає в себе систему запобігання вибуху і пожеж та систему пожежного захисту.

*Система запобігання пожежі передбачає:*

- наявність огорожуючи конструкцій будівлі машинного відділення, легко скидних елементів (вікна, двері);
- аварійну витяжну вентиляція;
- світлозвукову сигналізацію, табло над входом у машинне відділення;
- надійне приєднання провідників від обладнання до контуру заземлення без іскріння;
- використання засобів захисту від атмосферної електрики;
- застосування аварійного та витяжного вентиляторів машинного відділення у іскрохрозахищеному виконанні; приточного вентилятора – у звичайному, а його електродвигуна – в закритому виконанні;
- наявність протипожежних інструкцій, атестацій обслуговуючого персоналу;
- роботу на електрообладнанні без перевантажень;

*Система пожежного захисту включає:*

- двері повинні відчинятися у бік виходу;
- застосування в машинному відділенні будівельних матеріалів не нижче II ступеня вогнестійкості (СНіП 2.11.02-87, СНіП 2.01.02-85. “Противопожарные нормы”);
- наявність системи оповіщення про пожежу;
- наявність аварійного відключення обладнання;
- забезпечення первинними засобами пожегасіння: двома лопатами, сокирами, металевим багром; пожежним щитом з азбестовим полотном,

ящиком з піском; повітряно-пінні вогнегасники ВПП-5 – 1 шт; порошкові вогнегасники ВПС-10 – 1 шт.  
– наявність плану евакуації.

## 7. Розрахунок економічної ефективності

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

### Вхідні дані

Підраховуємо проектне споживання електроенергії холодильним обладнанням компресорного цеху і камерним обладнанням, всі розрахунки заносимо до табл. 7.1.

Таблиця 7.1. Проектне споживання електроенергії

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

### Розрахунок капітальних витрат

Визначаємо капітальні витрати на реалізацію проекту:

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

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

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

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

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

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

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

Розрахунок витрат на теплоізоляцію холодильника наведено в табл. 7.2.

Таблиця 7.2. Витрати на матеріали

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

Розрахунок витрат на будівництво компресорного цеху наведено в табл. 7.3.

Таблиця 7.3. Вартість будівництва компресорного цеху

№	Назва	Розмірність	Сендвіч-панелі	Підлога	Покриття	Разом
1	Площа	м <sup>2</sup>	345,6	288	288	-
2	Загальна вартість матеріалу	тис. грн..	261,00	195,00	114,00	570,00
3	Вартість монтажних робіт	тис. грн..	27,00	21,00	12,00	60,00

4	Загальна вартість	тис. грн..	288,00	216,00	126,00	630,00
---	-------------------	------------	--------	--------	--------	--------

Таблиця 7.4. Витрати на придбання обладнання

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

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

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

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

$$B_{in} = 0,015 \times (\sum B_{\text{буд.}} + \sum B_{\text{обл.}}) = 0,015 \times (18879 + 21682,14) = 608,42 \text{ тис. грн};$$

Загальна сума капітальних затрат становитиме:

$$K = B_{n.p.} + \sum B_{\text{буд.}} + \sum B_{\text{обл.}} + B_{in} = 2028,06 + 18879 + 21682,14 + 608,42 = 43197,62 \text{ тис. грн};$$

### Виробництво і використання енергії

Річне споживання електроенергії холодильником та компресорним відділенням холодильника становить  $E_p = 1842,46 \times 10^3$  кВт год. Ціна за 1 кВт\*год електроенергії становить  $C_{ел} = 329,2$  коп/кВт год. Визначаємо витрати на споживання електричної енергії за проектними розрахунками:

$$B_{ел.p} = E_p \times C_{ел} = 1842,46 \times 3,292 = 4222,92 \text{ тис. грн};$$

## Розрахунок витрати на оплату праці

Фонд основної заробітної плати робітників компресорного цеху наведено в табл. 7.5.

Таблиця 7.5. Фонд заробітної плати робітників

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

Визначаємо додатковий фонд заробітної плати за формулою:

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

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

Розраховуємо повний фонд заробітної плати за формулою:

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

Визначаємо нарахування на заробітну плату за формулою:

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

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

Витрату на оплату праці визначаємо за формулою:

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

Фонд основної заробітної плати апарату управління наведено в табл. 7.6.

Таблиця 7.6. Фонд заробітної плати апарату управління

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

Визначаємо додатковий фонд заробітної плати апарату управління за формулою:

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

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

Розраховуємо повний фонд заробітної плати апарату управління:

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

Визначаємо нарахування на заробітну плату за формулою:

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

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

Витрати на оплату праці визначаємо за формулою:

$$ВООП_{\text{у}} = \Phi ЗП_{\text{ну}} + НЗП_{\text{ну}} = 193200 + 71480 = 264,68 \text{ тис.грн};$$

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

$$ВООП_{\text{заг}} = ВООП_{\text{р}} + ВООП_{\text{у}} = 678,73 + 264680 = 943,41 \text{ тис.грн};$$

### **Визначення амортизаційних відрахувань**

Стаття амортизаційних відрахувань розраховується як елемент собівартості.

Приймаємо норми амортизаційних відрахувань:

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

Витрати на амортизацію будівель складають:

для холодильника:

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

для компресорного цеху:

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

Витрати на амортизацію основного технологічного обладнання:

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

Загальна сума амортизаційних витрат:

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

### Визначення інших видів витрат

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

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

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

Пускові витрати приймаємо 2% від вартості обладнання:

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

Інші витрати приймаємо 3% від загальної суми амортизаційних відрахувань:

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

Загальна сума інших витрат складає:

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

### Визначення основних показників економічної ефективності проекту

Результати розрахунків проведених зводимо у таблицю собівартості (табл.7.7.).

Таблиця 7.7. Порівняльна таблиця собівартості

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

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

Таким чином прибуток від реалізації буде становити:

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

Чистий грошовий потік рівний:

$$\text{ЧГП} = (\Delta\Pi \times 0,77) + A = (2430,64 \times 0,77) + 5714,02 = 6693,66 \text{ тис.грн};$$

Термін служби проекту (життєвий цикл):

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

Теперішня вартість за весь життєвий цикл проекту:

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

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

Чиста теперішня вартість:

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

Середньорічна теперішня вартість:

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

Дисконтний період повернення інвестицій (гарантований):

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

Індекс доходності визначається за формулою:

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

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

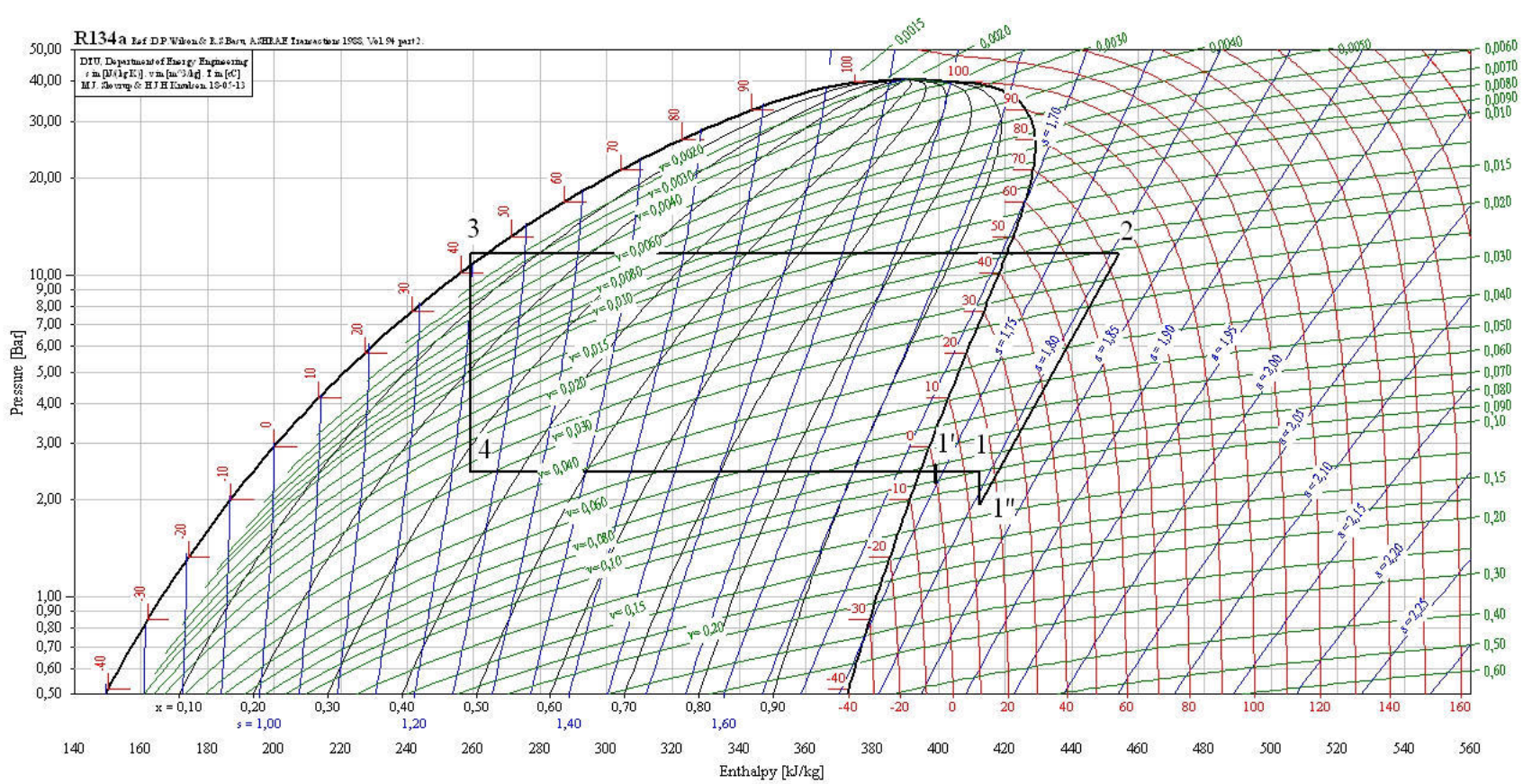
## Список використаної літератури

1. Cotter, T.P. (1984) Principles and Prospects of Micro Heat Pipes. Proceedings of the 5th International Heat Pipe Conference. Tsukuba, Japan, pp. 328–337.
2. DeHoff, R. and Grubb, K. (2000) Heat Pipe Application Guidelines, Thermacore Inc., Lancaster, PA.
3. Dincer, I. (1997) Heat Transfer in Food Cooling Applications, Taylor & Francis, Washington, DC.
4. Dincer, I. (2003) Refrigeration Systems and Applications, Wiley, 1st ed, London.
5. Г.К. Мнацаканов. Основи проектування холодильників. — Одеса: видавничий відділ ОДАХ, 2004.- 71 с.,- (Навчальний посібник).
6. В.Ц. Жидецький. Практикум із охорони праці. Навчальний посібник.- Львів, Афіша, 2000—352 с.
7. Масліков М.М. Холодильна технологія харчових продуктів: Навч. посіб. – К.: НУХТ, 2007.- 384 с.
8. ASHRAE (1997) Handbook of Fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating and AirConditioning Engineers, Atlanta, GA.
9. Ataer, O.E. and Gogus, Y. (1991) Comparative study of irreversibilities in an aqua-ammonia absorption refrigeration system. International Journal of Refrigeration, 14, 86–92.
10. Dincer, I. (2003) Refrigeration Systems and Applications, 1st edn, John Wiley & Sons, Ltd., New York.
11. Dincer, I. and Dost, S. (1996) A simple model for heat and mass transfer in absorption cooling systems (ACSs). International Journal of Energy Research, 20, 237–243.
12. Dincer, I., Edin, M. and Ture, I.E. (1996) Investigation of thermal performance of a solar powered absorption refrigeration system. Energy Conversion and Management, 37, 51–58.
13. Dincer, I. and Ture, I.E. (1993) Design and Construction of a Solar Powered Absorption Cooling System, Proceedings of the International Symposium on Energy Saving and Energy Efficiency, 16–18 November, Ankara, pp. 198–203.

14. Eames, I.W. and Wu, S. (2000) A theoretical study of an innovative ejector powered absorption-recompression cycle refrigerator. *International Journal of Refrigeration*, 23, 475–484.
15. Gosney, W.B. (1982) *Principles of Refrigeration*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
16. Jelinek, M., Yaron, I. and Borde, I. (1980) Measurement of Vapour–Liquid Equilibria and Determination of Enthalpy-Concentration Diagrams of Refrigerant-Absorbent Combinations, *Proceedings of IIR, Commissions B1, B2, E1, E2, Mons (Belgium)*, pp. 57–65.
17. Kaita, Y. (2001) Simulation results of triple-effect absorption cycles. *International Journal of Refrigeration*, 25, 999–1007.
18. Kang, Y.T., Kunugi, Y. and Kashiwagi, T. (2000) Review of advanced absorption cycles: performance improvement and temperature lift enhancement. *International Journal of Refrigeration*, 23, 388–401.
19. Keizer, C. (1982) *Absorption refrigeration machines*, Ph.D. Thesis, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands. Khan, J.R. and Zubair, S.M. (2000)
20. Design and rating of an integrated mechanical-subcooling vaporcompression refrigeration system. *Energy Conversion and Management*, 41, 1201–1222.
21. Newell, T.A. (2000) Thermodynamic analysis of an electrochemical refrigeration cycle. *International Journal of Energy Research*, 24, 443–453.

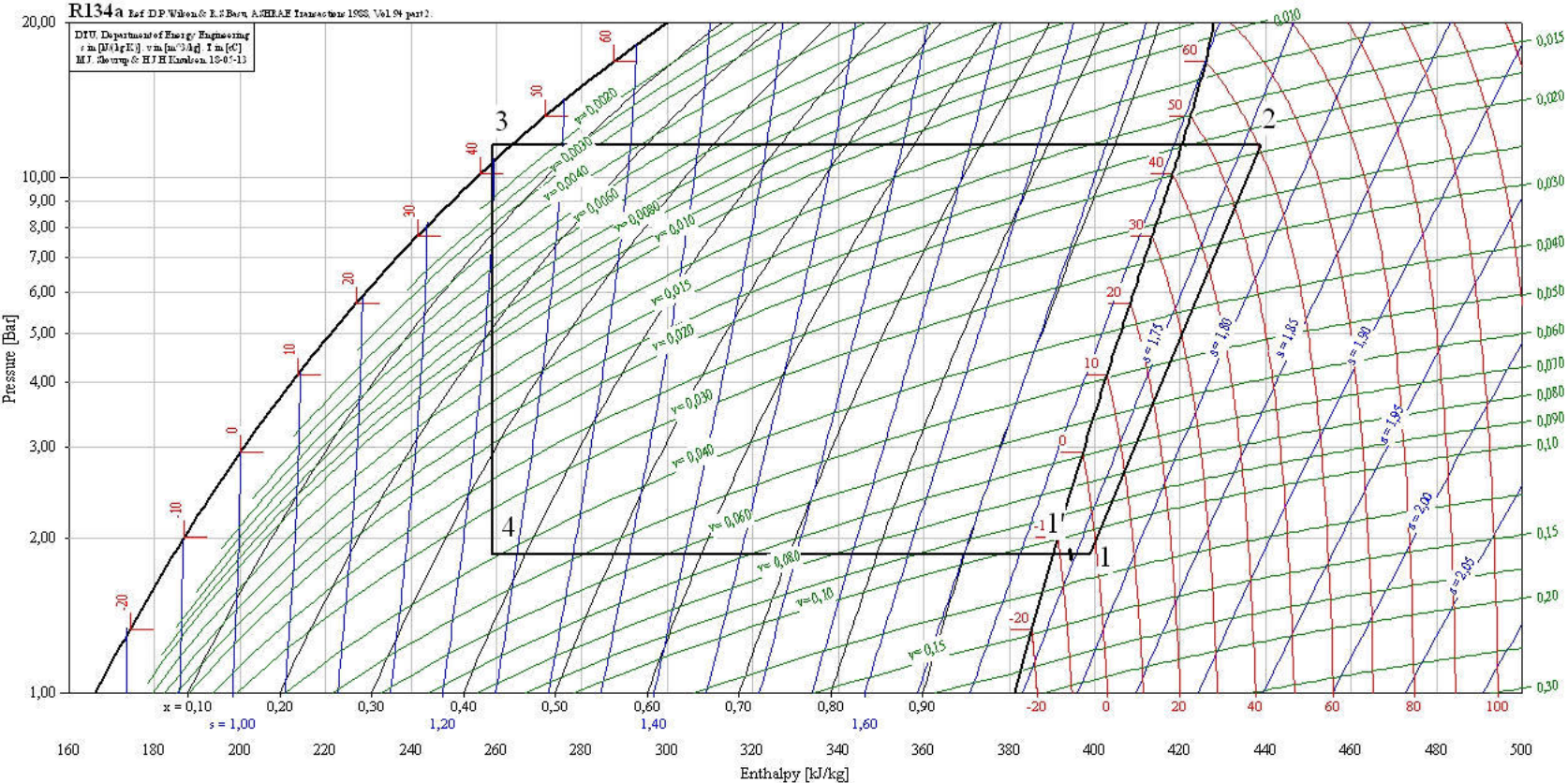
**R134a** Ref: D.P. Wilson & E.S. Barr, ASHRAE Transactions 1982, Vol. 94 part 2.

DTU, Department of Energy Engineering  
 $\rho$  in [kg/m<sup>3</sup>],  $v$  in [m<sup>3</sup>/kg],  $T$  in [°C]  
 M.J. Steump & H.J.H. Koolen, 19-05-13



**R134a** Ref DP Wilson & E.S Bara, ASHRAE Transactions 1982, Vol 94 part 2.

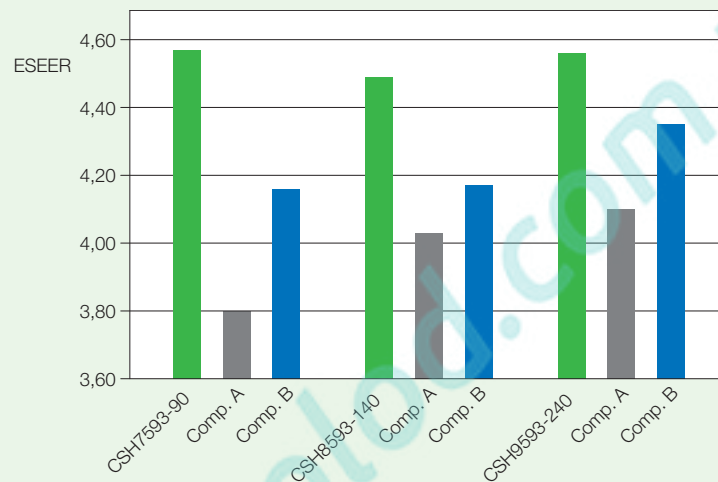
DTU, Department of Energy Engineering  
 s in [m<sup>3</sup>/kg], v in [m<sup>3</sup>/kg], T in [°C]  
 M.T. Saure & H.J.H. Kluender, 19-05-13



Die folgende Grafik zeigt einen beispielhaften Effizienzvergleich (ESEER\*) der Modelle CSH7593-90Y, CSH8593-140Y und CSH9593-240Y zu alternativ am Markt angebotenen Kompaktschrauben. Dabei ergeben sich Vorteile zu Gunsten der neuen CSH Serie von bis zu 20%.

The following graphic shows an exemplary efficiency comparison (ESEER\*) of the CSH7593-90Y, CSH8593-140Y and CSH9593-240Y models with compact screws offered on the market as alternatives. This comparison shows advantages in favor of the CSH series of up to 20%.

Следующий график показывает достойный пример сравнения эффективности (ESEER\*) для моделей CSH7593-90Y, CSH8593-140Y и CSH9593-240Y с компактными винтовыми компрессорами, предлагаемыми на рынке. Это сравнение показывает преимущество серии CSH до 20%.



Vergleich von ESEER Daten – Basis für Vollast-Betriebspunkt:  
 $t_o$  3°C /  $t_c$  50°C /  $\Delta t_{oh}$  5 K

Comparison of ESEER data – basis for operating point at full load:  
 $t_o$  3°C /  $t_c$  50°C /  $\Delta t_{oh}$  5 K

Сравнение данных ESEER-основано на следующей рабочей точке при полной нагрузке:  
 $t_o$  3°C /  $t_c$  50°C /  $\Delta t_{oh}$  5 K

Die Erweiterung der Einsatzbereiche hin zu geringeren Druckverhältnissen (bei Teillast) ermöglicht bei moderaten Umgebungstemperaturen die volle Nutzung des energetischen Verbesserungspotentials durch reduzierte Verflüssigungstemperaturen.

The extension of the application ranges down to lower pressure ratios (at part load) allows the energetic improvement potential through reduced condensing temperatures to be fully used at moderate ambient temperatures.

Расширение границ применения в сторону низкой степени сжатия (при частичной нагрузке) позволяет увеличить энергетический потенциал через снижение температуры конденсации используя изменение температуры окружающей среды.

Bei Wärmepumpenanwendung mit Außenluft als Wärmequelle kann die aktuelle Modellreihe im Vergleich zu üblichen Kompaktschrauben mit noch tieferen Verdampfungstemperaturen bei gleichzeitig hohen Verflüssigungstemperaturen eingesetzt werden. Im Economiser-Betrieb werden dabei sehr hohe Wirkungsgrade und eine äußerst flache Leistungskennlinie erzielt.

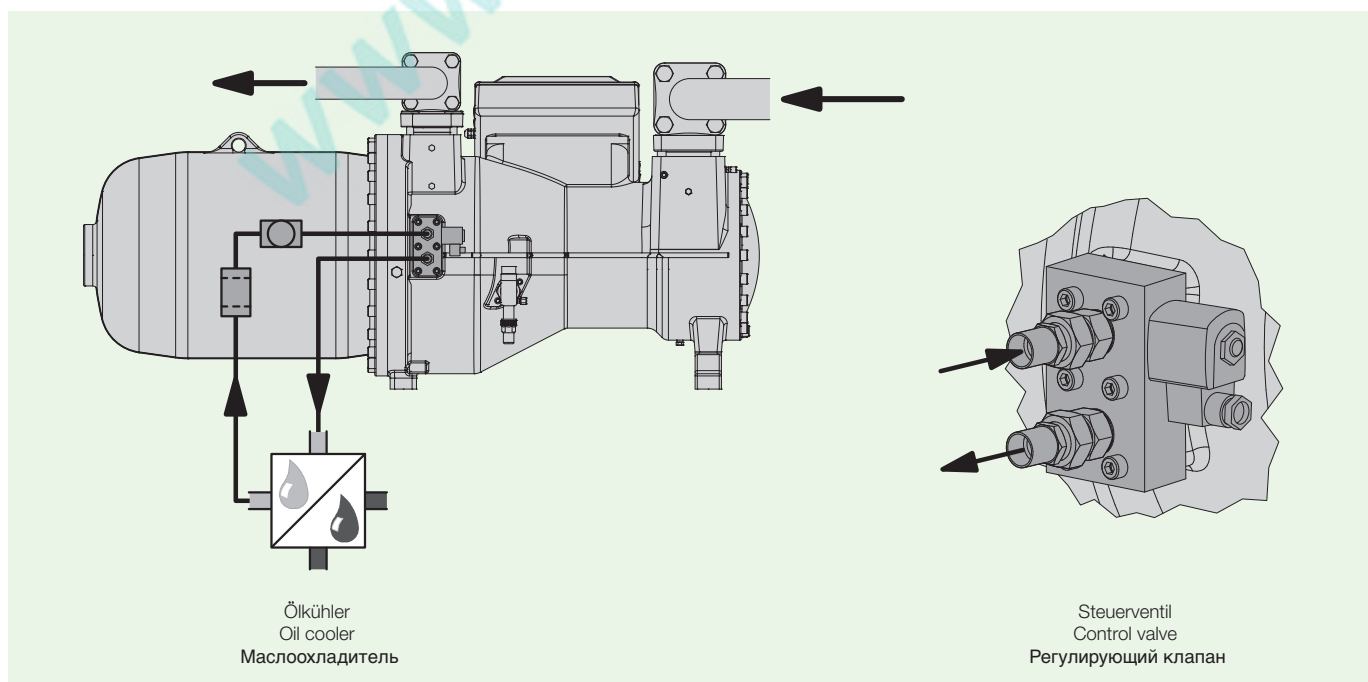
Neben einer weiterentwickelten, sehr einfach und preiswert anzuwendenden Methode zur direkten Kältemittelspritzung, können die Verdichter ebenfalls mit externem Ölkühler betrieben werden. Diese Betriebsweise erlaubt noch extremere Einsatzbedingungen bei gleichzeitig hoher Wirtschaftlichkeit. Die Besonderheit liegt hierbei in einer speziell für Ölkühlerbetrieb adaptierten Ölumlaufrmenge, die mittels eines neu entwickelten, am Verdichter angeflanschten Regelventils erreicht wird. Das Ventil wird bei Bedarf elektrisch angesteuert. Die folgende Abbildung zeigt die Anordnung des Regelventils am Verdichter und eine schematische Darstellung des Ölkühlerkreislaufs.

In heat pump applications using ambient air as heat source, the current series can be applied at even lower evaporation temperatures while maintaining high condensing temperatures as compared with common compact screws. In Economiser mode, very high efficiencies and an extremely flat performance characteristic are achieved.

Apart from an advanced, easy-to-use, low-cost method for direct refrigerant injection, the compressors can also be operated with an external oil cooler. This operation mode allows even more extreme conditions while being highly efficient. Its special feature is the oil volume flow being adapted especially to oil cooler operation. This is achieved by means of a newly developed control valve flanged to the compressor. The valve is activated electrically on demand. The following figure shows the arrangement of the control valve at the compressor and the oil cooler circuit schematically.

В тепловых насосах, использующих окружающий воздух как источник тепла, новая серия может применяться при более низких температурах испарения. При работе в режиме Экономайзера достигается высокая эффективность и линейные характеристики производительности.

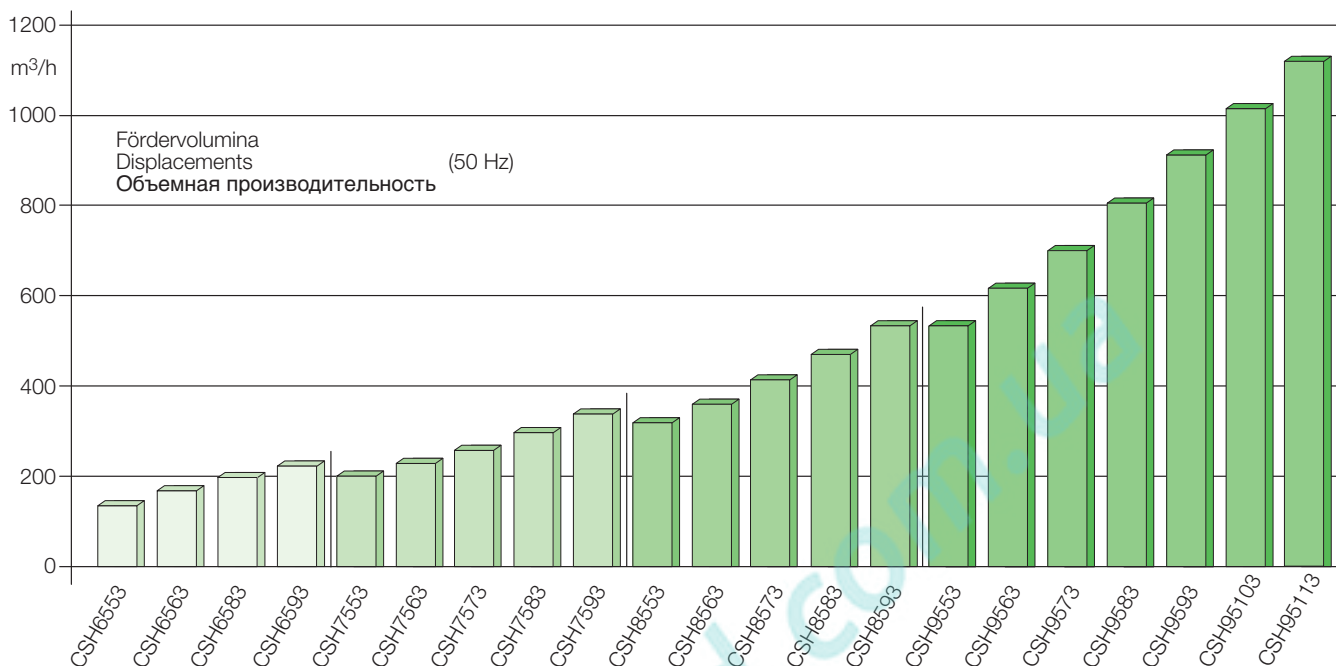
Помимо улучшенного, простого и недорогого метода прямого впрыска хладагента можно использовать внешний маслоохладитель. Этот режим позволяет работать с высокой эффективностью в более тяжелых условиях. Особенностью является адаптация расхода масла в режиме работы с маслоохладителем. Это достигается установкой на компрессоре специального регулирующего клапана с фланцевым подключением. Клапан активируется посредством подачи напряжения по необходимости. Следующий рисунок показывает расположение регулирующего клапана на компрессоре и условную схему обвязки масляного контура.



## Die Leistungspalette

## The capacity range

## Модельный ряд



### Typenbezeichnung

**CSH** 7573 - 90 Y - 40P

Halbhermetischer Kompaktschraubenverdichter

**CSH** **75**73 - 90 Y - 40P

Gehäusegröße

**CSH** 75**7**3 - 90 Y - 40P

Kennziffer für Fördervolumen (5 .. 11)

**CSH** 757**3** - 90 Y - 40P

Verdichterausführung

**CSH** 7573 - **90** Y - 40P

Kennziffer für Motorgröße

**CSH** 7573 - 90 **Y** - 40P

Ölfüllung (Polyol-Ester)

**CSH** 7573 - 90 Y - **40P**

Motorkennung

### Type designation

**CSH** 7573 - 90 Y - 40P

Semi-hermetic compact screw compressor

**CSH** **75**73 - 90 Y - 40P

Housing size

**CSH** 75**7**3 - 90 Y - 40P

Code for displacement (5 .. 11)

**CSH** 757**3** - 90 Y - 40P

Compressor execution

**CSH** 7573 - **90** Y - 40P

Code for motor size

**CSH** 7573 - 90 **Y** - 40P

Oil charge (polyol-ester)

**CSH** 7573 - 90 Y - **40P**

Motor code

### Расшифровка обозначения модели

**CSH** 7573 - 90 Y - 40P

Полугерметичный компактный винтовой компрессор

**CSH** **75**73 - 90 Y - 40P

Размер корпуса

**CSH** 75**7**3 - 90 Y - 40P

Код объемной производительности (5...10)

**CSH** 757**3** - 90 Y - 40P

Исполнение компрессора

**CSH** 7573 - **90** Y - 40P

Условное обозначение мощности мотора

**CSH** 7573 - 90 **Y** - 40P

Заправка масла (полиэфирное масло)

**CSH** 7573 - 90 Y - **40P**

Код мотора

Verdichter- Typ  Compressor type  Тип компрессора  ①	Motor Version  Motor version  Версия мотора  ②	Förder- volumen 50/60Hz  Displace- ment 50/60Hz  Производи- тельность 50/60Hz  m³/h <sup>Ⓢ</sup>	Kälteleistung Refrigerating capacity Холодопроизводи- тельность  <b>Q<sub>o</sub></b>				Öl- füllung  Oil charge  Заправка масла  dm <sup>3</sup>	Motor- Anschluss  Motor connection  Подключе- ние мотора	Max. Betriebs- strom  Max. operating current  Макс. рабочий ток  A <sup>Ⓢ</sup>	Max. Leistungs- aufnahme  Max. power consum.  Макс. потребл. мощность  kW <sup>Ⓢ</sup>
			R134a		R407C					
			t <sub>o</sub> /t <sub>c</sub> 5°C / 50°C	t <sub>o</sub> /t <sub>c</sub> -10°C / 45°C	t <sub>o</sub> /t <sub>c</sub> 5°C / 50°C	t <sub>o</sub> /t <sub>c</sub> -10°C / 45°C				
			W	W	W	W				
CSH6553-35Y CSH6553-50(Y)	2	137/165	75600	41400	-	-	9,5	400V(±10%) Δ-3-50Hz 460V(±10%) Δ-3-60Hz Y/Δ <sup>Ⓢ</sup>	58 86	34 52
	1		75100	41600	106400	61900				
CSH6563-40Y CSH6563-60(Y)	2	170/205	94300	52400	-	-	9,5	400V(±10%) Δ-3-50Hz 460V(±10%) Δ-3-60Hz Y/Δ <sup>Ⓢ</sup>	66 108	41 65
	1		94300	52300	133700	77700				
CSH6583-50Y	2	195/236	108800	60700	-	-	10	400V(±10%) Δ-3-50Hz 460V(±10%) Δ-3-60Hz Y/Δ <sup>Ⓢ</sup>	81	51
CSH6593-60Y	2	220/266	122800	68500	-	-	10	400V(±10%) Δ-3-50Hz 460V(±10%) Δ-3-60Hz Y/Δ <sup>Ⓢ</sup>	105	56
CSH7553-50Y CSH7553-70(Y)	2	197/238	106700	57800	-	-	15	400V(±10%) Δ-3-50Hz 460V(±10%) Δ-3-60Hz Y/Δ <sup>Ⓢ</sup>	79 128	52 78
	1		108400	58600	155000	89200				
CSH7563-60Y CSH7563-80(Y)	2	227/274	125800	68200	-	-	15	400V(±10%) Δ-3-50Hz 460V(±10%) Δ-3-60Hz Y/Δ <sup>Ⓢ</sup>	98 144	65 88
	1		125000	68100	175400	101700				
CSH7573-70Y CSH7573-90(Y)	2	258/311	144600	78500	-	-	15	400V(±10%) Δ-3-50Hz 460V(±10%) Δ-3-60Hz Y/Δ <sup>Ⓢ</sup>	124 162	78 96
	1		145000	79700	203600	119900				
CSH7583-80Y CSH7583-100(Y)	2	295/356	168600	93200	-	-	15	400V(±10%) Δ-3-50Hz 460V(±10%) Δ-3-60Hz Y/Δ <sup>Ⓢ</sup>	144 170	88 102
	1		169100	94200	238200	141700				
CSH7593-90Y CSH7593-110(Y)	2	336/406	192000	106200	-	-	15	400V(±10%) Δ-3-50Hz 460V(±10%) Δ-3-60Hz Y/Δ <sup>Ⓢ</sup>	162 180	96 112
	1		192500	107100	270500	160800				
CSH8553-80Y CSH8553-110(Y)	2	315/380	177500	97300	-	-	22	400V(±10%) Δ-3-50Hz 460V(±10%) Δ-3-60Hz Y/Δ <sup>Ⓢ</sup>	144 185	88 112
	1		181700	102600	256900	151800				
CSH8563-90Y CSH8563-125(Y)	2	359/433	204600	112200	-	-	22	400V(±10%) Δ-3-50Hz 460V(±10%) Δ-3-60Hz Y/Δ <sup>Ⓢ</sup>	155 216	96 132
	1		207000	117000	293000	173000				
CSH8573-110Y CSH8573-140(Y)	2	410/495	239600	133000	-	-	22	400V(±10%) Δ-3-50Hz 460V(±10%) Δ-3-60Hz Y/Δ <sup>Ⓢ</sup>	182 246	110 150
	1		239000	135100	383400	199800				
CSH8583-125Y CSH8583-160(Y)	2	470/567	264800	147300	-	-	19	400V(±10%) Δ-3-50Hz 460V(±10%) Δ-3-60Hz Y/Δ <sup>Ⓢ</sup>	196 260	120 160
	1		259500	143800	378900	217800				
CSH8593-140Y CSH8593-180(Y)	2	535/646	301400	167600	-	-	19	400V(±10%) Δ-3-50Hz 460V(±10%) Δ-3-60Hz Y/Δ <sup>Ⓢ</sup>	214 310	131 186
	1		302400	167500	454500	260300				
CSH9553-180(Y)	1	535/646	303800	167800	-	-	30	400V(±10%) Δ-3-50Hz 460V(±10%) Δ-3-60Hz Y/Δ <sup>Ⓢ</sup>	330	205
CSH9563-160Y CSH9563-210(Y)	2	615/742	357000	197400	-	-	30	400V(±10%) Δ-3-50Hz 460V(±10%) Δ-3-60Hz Y/Δ <sup>Ⓢ</sup>	280 370	155 246
	1		354300	197200	505000	294300				
CSH9573-180Y CSH9573-240(Y)	2	700/845	417200	230900	-	-	30	400V(±10%) Δ-3-50Hz 460V(±10%) Δ-3-60Hz Y/Δ <sup>Ⓢ</sup>	310 420	175 255
	1		409500	229700	601200	345100				
CSH9583-210Y CSH9583-280(Y)	2	805/972	480500	270200	-	-	30	400V(±10%) Δ-3-50Hz 460V(±10%) Δ-3-60Hz Y/Δ <sup>Ⓢ</sup>	320 450	204 280
	1		471900	265300	688900	398600				
CSH9593-240Y CSH9593-300(Y)	2	910/1098	546000	307100	-	-	30	400V(±10%) Δ-3-50Hz 460V(±10%) Δ-3-60Hz Y/Δ <sup>Ⓢ</sup>	360 450	222 280
	1		546000	307100	783000	453100				
CSH95103-280Y CSH95103-320(Y)	2	1015/1225	588200	328200	-	-	32	400V(±10%) Δ-3-50Hz 460V(±10%) Δ-3-60Hz Y/Δ <sup>Ⓢ</sup>	413 566	254 305
	1		588200	328200	868000	494600				
CSH95113-320Y	2	1120/1351	644400	359000	-	-	32	400V(±10%) Δ-3-50Hz 460V(±10%) Δ-3-60Hz Y/Δ <sup>Ⓢ</sup>	447	277

### Technische Daten und Leistungswerte

### Technical data and Performance data

### Технические данные и Данные по производительности

Verdichter- Typ  Compressor type  Тип компрессора  ○	Motor Version  Motor version  Версия мотора  ○	Förder- volumen 50/60Hz  Displace- ment 50/60Hz  Производи- тельность 50/60Hz  m <sup>3</sup> /h <sup>○</sup>	Kälteleistung Refrigerating capacity Холодопроизводи- тельность  R290  t <sub>0</sub> / t <sub>c</sub> 5°C / 50°C  W		Öl- füllung  Oil charge  Заправка масла  dm <sup>3</sup>	Motor- Anschluss  Motor connection  Подключе- ние мотора	Max. Betriebs- strom  Max. operating current  Макс. рабочий ток  A <sup>○</sup>	Max. Leistungs- aufnahme  Max. power consum.  Макс. потребл. мощность  kW <sup>○</sup>
			Q <sub>0</sub>  t <sub>0</sub> / t <sub>c</sub> -10°C / 45°C  W					
<b>CSHP6553-50P</b>	1	137/165	97630	61610	9,5		86	52
<b>CSHP6563-60P</b>	1	170/205	122500	77360	9,5		108	65
<b>CSHP7553-70P</b>	1	197/238	140900	86770	15		128	78
<b>CSHP7563-80P</b>	1	227/274	162500	100800	15	400V(±10%) Δ-3-50Hz 460V(±10%) Δ-3-60Hz Y/Δ <sup>◎</sup>	144	88
<b>CSHP7573-90P</b>	1	258/311	188500	117900	15		162	96
<b>CSHP7583-100P</b>	1	295/356	219800	139400	15		170	101
<b>CSHP7593-110P</b>	1	336/406	250200	158400	15		180	112
<b>CSHP8553-110P</b>	1	315/380	236200	151900	22		185	112
<b>CSHP8563-125P</b>	1	359/433	269200	173100	22		216	132
<b>CSHP8573-140P</b>	1	410/495	310700	199900	22	400V(±10%) Δ/ΔΔ-3-50Hz 460V(±10%) Δ/ΔΔ-3-60Hz Part Winding	246	150
<b>CSHP8583-160P</b>	1	470/567	337300	212800	19		260	160
<b>CSHP8593-180P</b>	1	535/646	393100	247900	19		310	186
<b>CSHP9553-180P</b>	1	535/646	395000	248400	30		330	205
<b>CSHP9563-210P</b>	1	615/742	460600	291900	30		370	246
<b>CSHP9573-240P</b>	1	700/845	532300	339900	30		420	255
<b>CSHP9583-280P</b>	1	805/972	613500	392600	30	400V(±10%) Δ-3-50Hz 460V(±10%) Δ-3-60Hz Y/Δ <sup>◎</sup>	450	280
<b>CSHP9593-300P</b>	1	910/1098	709800	454600	30		450	280
<b>CSHP95103-320P</b>	1	1015/1225	764700	485800	32		566	350

Vorläufige Daten

Tentative data

Предварительные данные

Verdichter für den Einsatz mit Propan oder Propylen sind nur verfügbar auf Basis einer speziellen Vereinbarung direkt mit BITZER. Eine Risikobewertung für den Einsatz nach nationalen und lokalen Vorschriften ist erforderlich. Siehe auch KT-660.

Compressors for use with propane and propylene are only available on the basis of a special agreement with BITZER. Risk assessment for use according to national and local regulations is required. See also KT-660.

Компрессоры для применения с пропаном и пропиленом доступны только по специальному соглашению с BITZER. Требуется оценка риска для применения в соответствии с национальными и местными правилами. См. также KT-660.

## Daten für Zubehör und Ölfüllung

- Ölheizung 200 .. 230 V  
CSH65: 200 W  
CSH75: 200 W  
CSH85: 300 W  
CSH95: 300 W
- Leistungsregler  
230V/50/60Hz
- Ölfüllung  
Typ BSE170 für R134a, R407C,  
R1243yf, R1234ze, R450A und R513A  
Typ B320SH für R22  
Typ SHC230 für R290

## Ölheizung

gewährleistet die Schmierfähigkeit des Öls auch nach längeren Stillstandszeiten. Sie verhindert stärkere Kältemittelanreicherung im Öl und damit Viskositätsminderung.

Die Ölheizung muss im Stillstand des Verdichters betrieben werden bei

- Außenaufstellung des Verdichters
- langen Stillstandszeiten
- großer Kältemittelfüllmenge
- Gefahr von Kältemittelkondensation in den Verdichter

## Data for accessories and oil charge

- Oil heater 200 .. 230 V  
CSH65: 200 W  
CSH75: 200 W  
CSH85: 300 W  
CSH95: 300 W
- Capacity control  
230V/50/60Hz
- Oil charge  
Typ BSE170 for R134a, R407C,  
R1243yf, R1234ze, R450A and R513A  
Typ B320SH for R22  
Typ SHC230 for R290

## Oil heater

ensures the lubricity of the oil even after long standstill periods. It prevents increased refrigerant dilution in the oil and therefore a reduction of the viscosity.

The oil heater must be used during standstill in case of

- outdoor installation of the compressor
- long shut-off periods
- high refrigerant charge
- danger of refrigerant condensation into the compressor

## Данные для аксессуаров и масел

- Подогреватель масла 200 .. 230 V  
CSH65: 200 W  
CSH75: 200 W  
CSH85: 300 W  
CSH95: 300 W
- Регулятор производительности  
230V/50/60Hz
- Заправляемое масло  
Тип BSE170 для R134a, R407C,  
R1243yf, R1234ze, R450A для R513A  
Тип B320SH для R22  
Тип SHC230 для R290

## Подогреватель масла

обеспечивает смазывающие свойства масла даже после длительного периода стоянки. Это предотвращает образование хладагента в масле и соответственно снижение вязкости.

Подогреватель масла должен применяться во время стоянки в случаях

- установки компрессора вне помещения
- длительных периодов простоя
- большой заправке хладагента
- опасности конденсации хладагента в компрессоре

- ① Zusatz "Y" bei Esteröl-Füllung BSE170 für R134a, R407C, R1243yf, R1234ze, R450A und R513A  
Zusatz "P" bei Füllung mit SHC230 für R290
- ② Siehe "Einsatzgrenzen"
- ③ 2900 min<sup>-1</sup> 50 Hz  
3500 min<sup>-1</sup> 60 Hz
- ④ Für die Auslegung von Schützen, Zuleitungen und Sicherungen max. Betriebsstrom berücksichtigen.  
Schütze: Gebrauchskategorie AC3.  
PW: Beide Motorschütze auf ca. 60% des maximalen Betriebsstroms auslegen.  
Y/Δ: Schütze entsprechend den Vorgaben des Schützerherstellers auslegen. (Maximalen Betriebsstrom berücksichtigen.)
- ⑤ CSH65, CSH75 + CSH85: Daten für Δ/ΔΔ (Part Winding Motor). Y/Δ-Ausführung auf Anfrage.  
CSH95: Daten für Y/Δ

- ① Supplement "Y" with ester oil charge BSE170 for R134a, R407C, R1243yf, R1234ze, R450A and R513A  
Supplement "P" for charge with SHC230 for R290
- ② See "Application limits"
- ③ 2900 min<sup>-1</sup> 50 Hz  
3500 min<sup>-1</sup> 60 Hz
- ④ For the selection of contactors, cables and fuses the max. operating current must be considered.  
Contactors: operational category AC3.  
PW: Select both motor contactors for approx. 60% of the maximum operating current.  
Y/Δ: Select the contactors according to contactor manufacturers' instructions. (Consider the maximum operating current.)
- ⑤ CSH65, CSH75 + CSH85: data for Δ/ΔΔ (Part Winding motor). Y/Δ version upon request.  
CSH95: data for Y/Δ

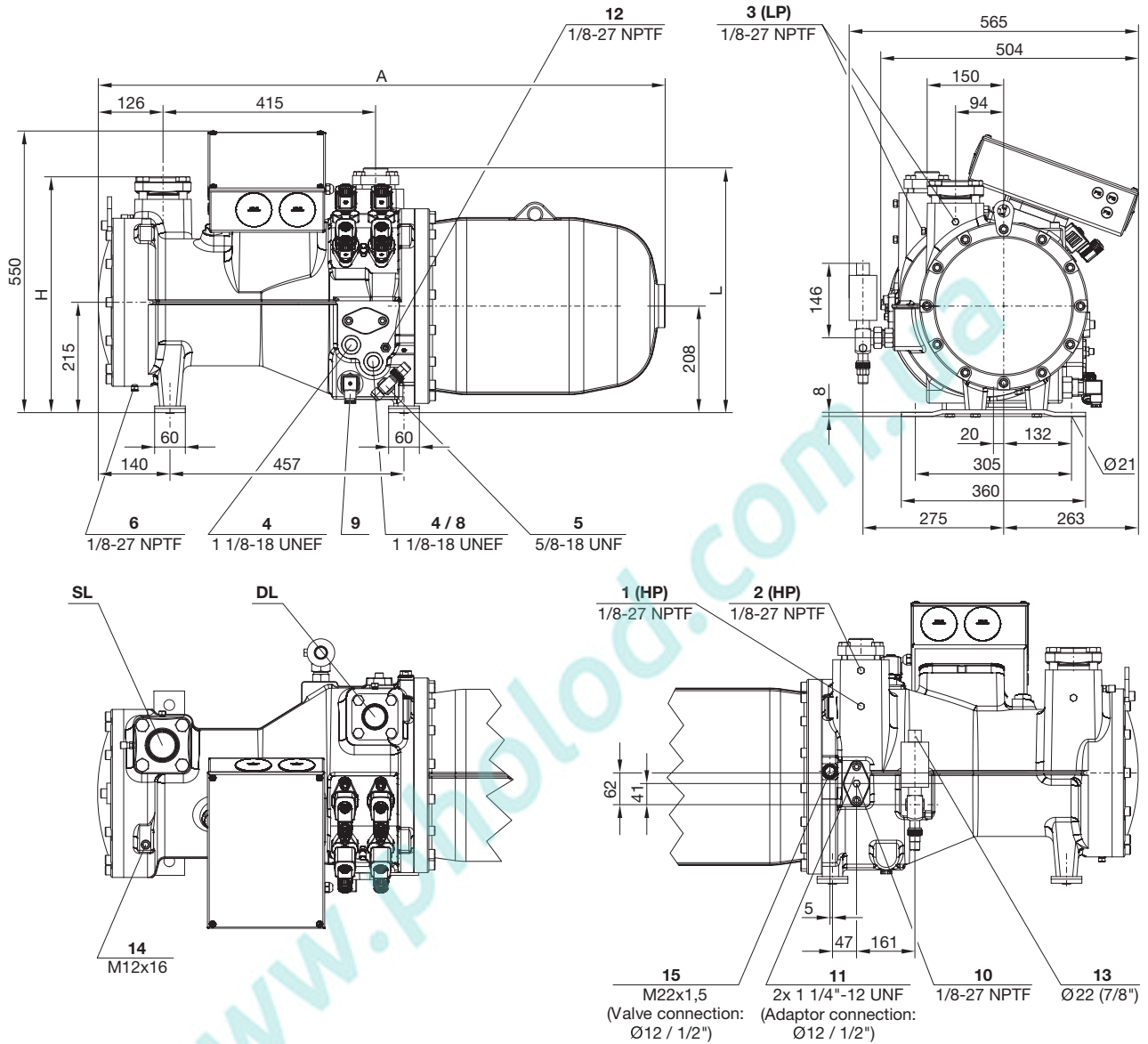
- ① Дополнительная буква "Y" означает заправку эфирным маслом BSE170 для R134a, R407C, R1243yf, R1234ze, R450A и R513A  
Дополнительная буква "P" означает заправку маслом SHC230 для R290
- ② Смотри «Области применения»
- ③ 2900 min<sup>-1</sup> 50 Hz  
3500 min<sup>-1</sup> 60 Hz
- ④ При выборе контакторов, кабелей и предохранителей необходимо учитывать максимальный рабочий ток.  
Контакторы: категория эксплуатации AC3.  
PW: Подбор контакторов из расчета 60% максимального рабочего тока  
Y/Δ: Подбор контакторов в соответствии с инструкциями изготовителя контактора. (Учитывайте максимальный рабочий ток.)
- ⑤ CSH65, CSH75 + CSH85: данные для Δ/ΔΔ (Мотор с разделенными обмотками). Версия Y/Δ по запросу.  
CSH95: данные для Y/Δ

Maßzeichnungen

Dimensional drawings

Чертежи с указанием размеров

CSH65



	A mm	H mm	L mm
CSH6553	1107	460	478
CSH6563	1107	460	478
CSH6583	1207	470	481
CSH6593	1207	470	481

Darstellung mit optionalem ECO-Absperrventil (Position 13)

Drawing with optional ECO shut-off valve (position 13)

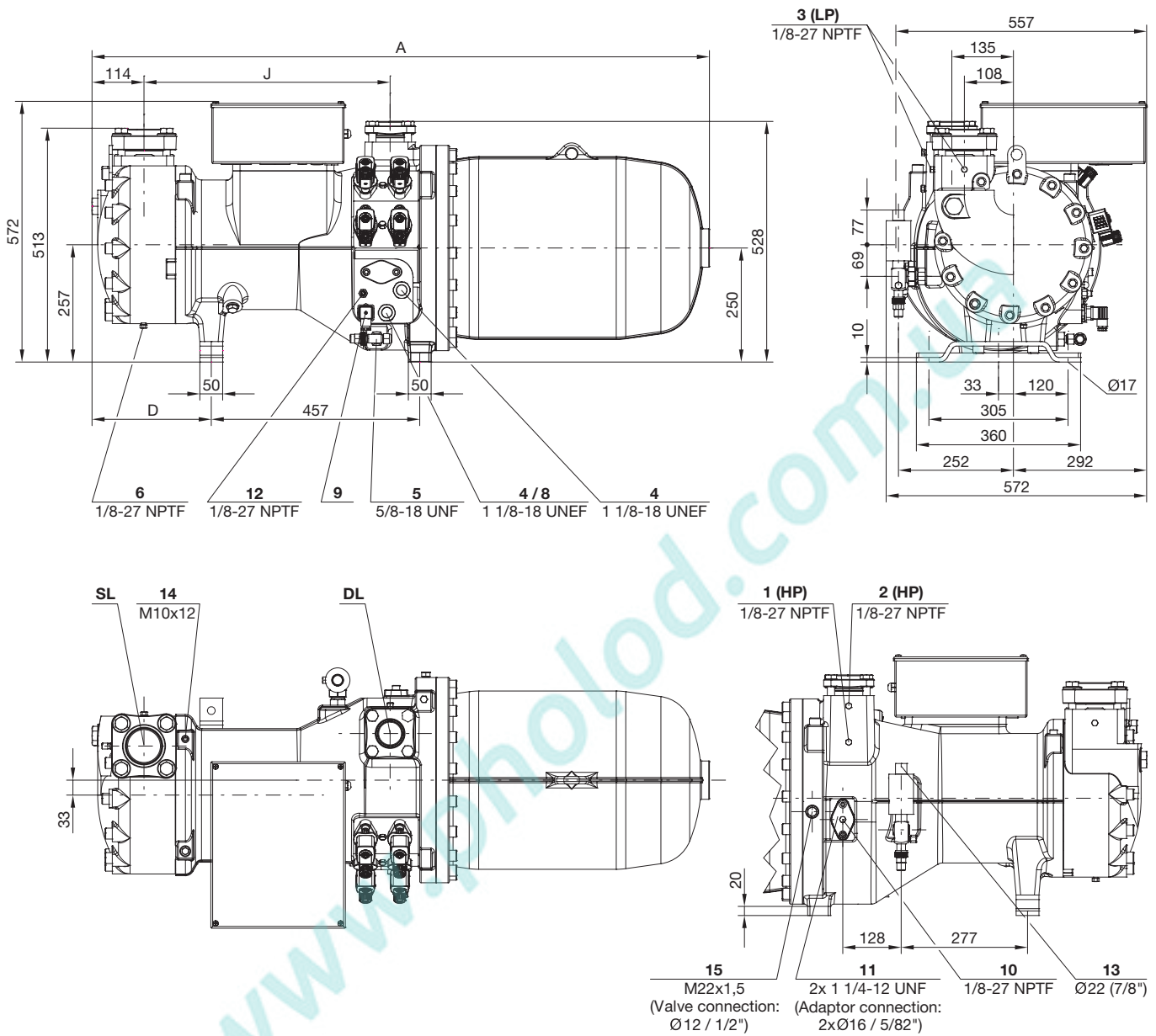
Чертеж с опциональным клапаном ECO (позиция 13)

Anschlusspositionen siehe Seite 25

Connection positions see page 25

Позиции присоединений см. на стр. 25

CSH75



	A mm	D mm	J mm
CSH7553 / CSH7563 / CSH7573 CSH7583-80Y / CSH7593-90Y	1353	261	540
CSH7583-100(Y) CSH7593-110(Y)	1383	291	570

Darstellung mit optionalem ECO-Absperrventil (Position 13)

Drawing with optional ECO shut-off valve (position 13)

Чертеж с опциональным клапаном ECO (позиция 13)

Anschlusspositionen siehe Seite 25

Connection positions see page 25

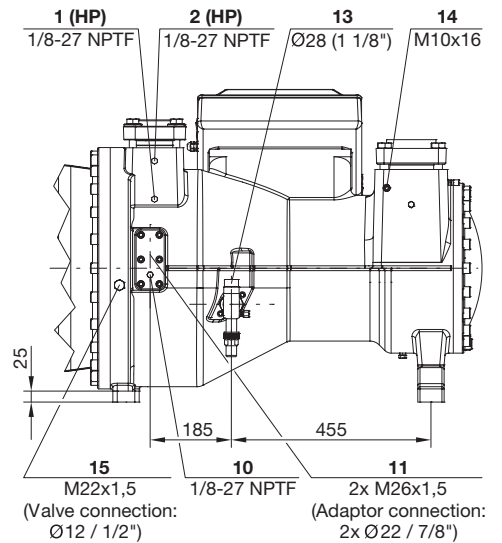
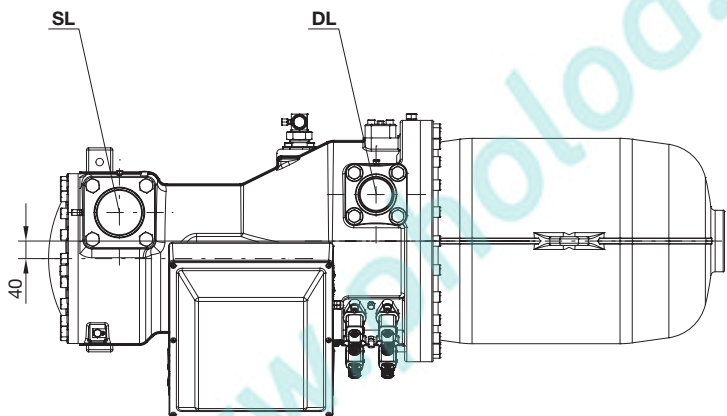
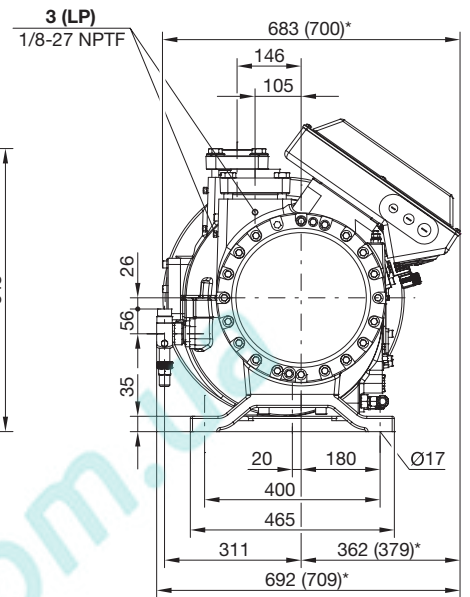
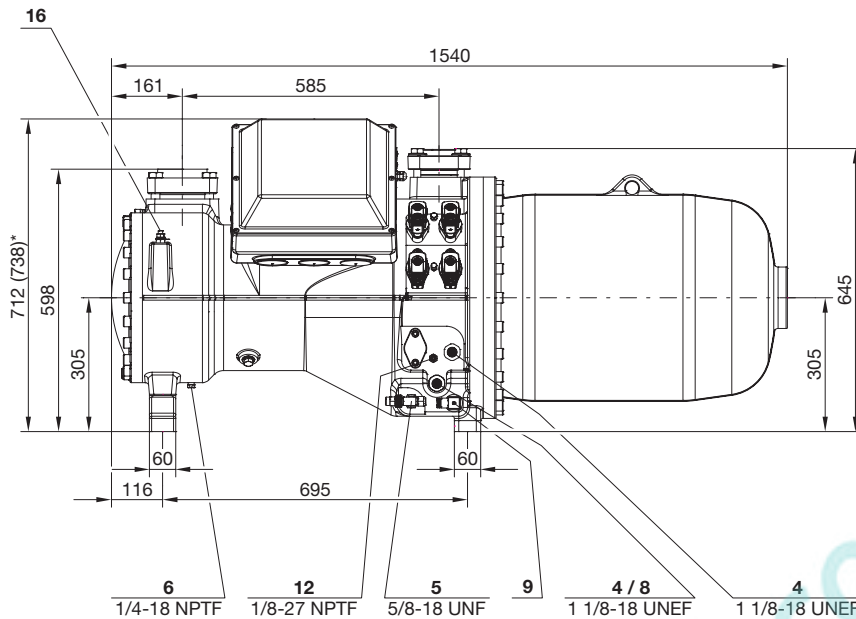
Позиции присоединений см. на стр. 25

Maßzeichnungen

Dimensional drawings

Чертежи с указанием размеров

CSH85



\* Werte in Klammern: CSH85-Verdichter mit Sonderspannungsmotoren: -2PU/-2DU bzw. -20P/-20P, -25P/-25D

\* Values in brackets: CSH85 compressors with special voltage motors: -2PU/-2DU respect. -20P/-20P, -25P/-25D

\* Значения в скобках: компрессоры CSH85 с моторами под специальное напряжение: -2PU / -2DU, соотв. -20P / -20P, -25P / -25D

Darstellung mit optionalem ECO-Absperrventil (Position 13)

Drawing with optional ECO shut-off valve (position 13)

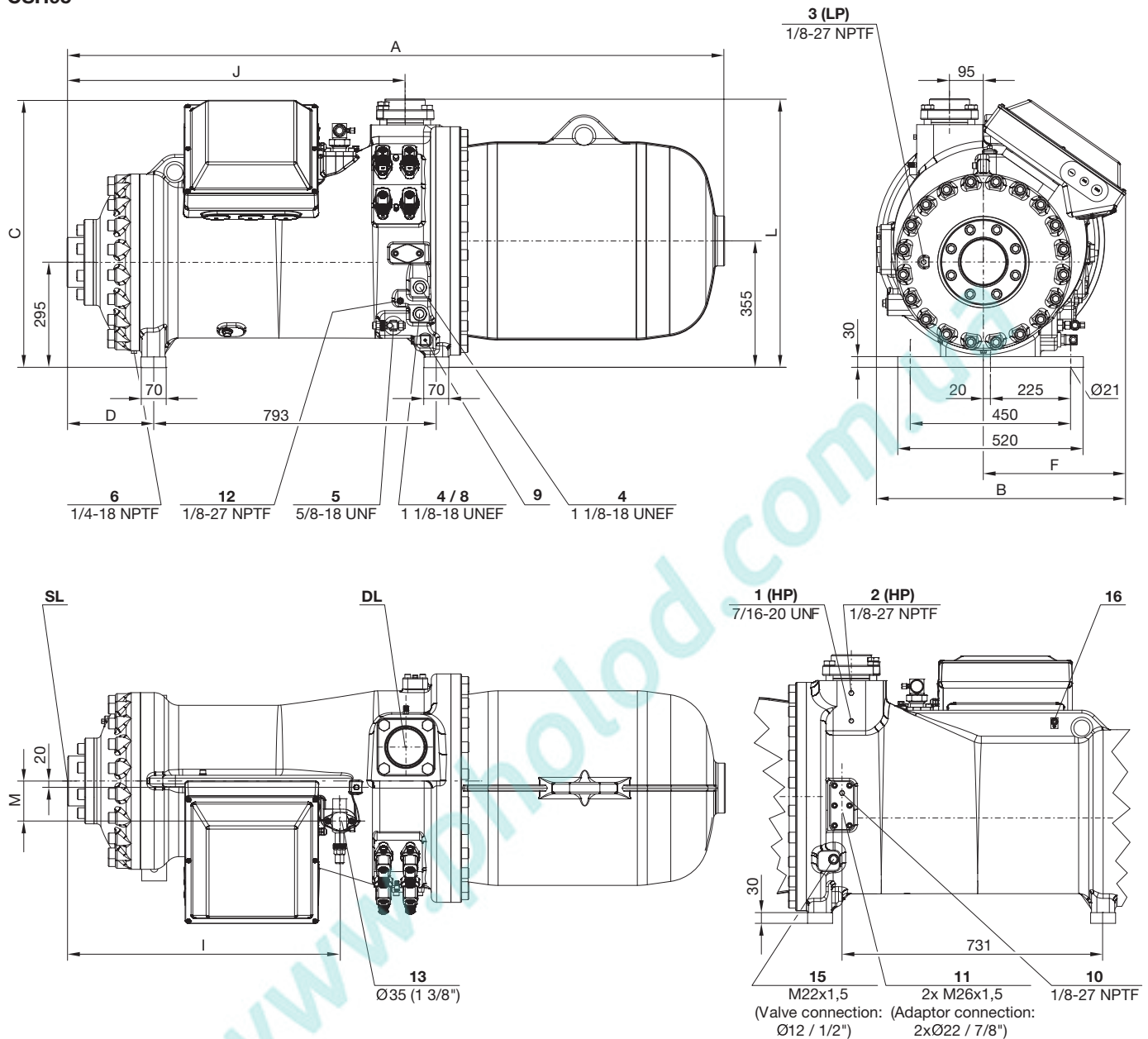
Чертеж с опциональным клапаном ECO (позиция 13)

Anschlusspositionen siehe Seite 25

Connection positions see page 25

Позиции присоединений см. на стр. 25

CSH95



	A mm	B mm	C mm	D mm	F mm	I mm	J mm	L mm	M mm
<b>CSH9553</b> <b>CSH9563</b> <b>CSH9573</b>	1824	699	749	224	399	745	929	742	106
<b>CSH9583-210Y</b> <b>CSH9593-240Y</b>	1842	699	749	242	399	764	948	752	113
<b>CSH9583-280(Y)</b> <b>CSH9593-300(Y)</b>	1869	699	749	269	399	791	975	752	113
<b>CSH95103-280Y</b>	1955	756	821	269	456	791	975	758	113
<b>CSH95103-320(Y)</b> <b>CSH95113-320Y</b>	1975	756	821	289	456	810	995	758	113

Darstellung mit optionalem ECO-Absperrventil (Position 13)

Drawing with optional ECO shut-off valve (position 13)

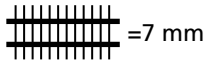
Чертеж с опциональным клапаном ECO (позиция 13)

Anschlusspositionen siehe Seite 25

Connection positions see page 25

Позиции присоединений см. на стр. 25

# Goedhart VNS Technical data



Type	3x400V-50Hz-4 polig - Δ (1500 tpm)							Fans		Electrical defrost		
	Capacity			Capacity	Airvolume	Sound pressure indication (LpA) at 3 m (+/- 2 dB(A))*	Surface	Number	Diameter	Coilblock	Drip tray	Total
	DTM=7K -5/+2	DTM=6K -5/+1	DTM=5K -5/0	DT1 (R404A)								
VNS	kW	kW	kW	kW	m³/h	dB(A)	m²		mm	kW	kW	kW
6.3.35.7	14,1	11,7	9,3	12,1	7719	55,7	77	3	350	3,36	2,07	5,43
6.4.35.7	18,7	13,9	11,5	16,0	10289	56,7	103	4	350	4,67	2,76	7,43
6.5.35.7	24,8	19,7	14,1	21,0	12858	57,5	128	5	350	5,70	2,34	8,04
6.6.35.7	28,9	24,0	18,5	24,8	15427	58,1	154	6	350	6,72	2,74	9,46
6.7.35.7	34,7	26,9	21,6	29,4	17997	58,6	180	7	350	7,75	3,12	10,87
6.8.35.7	39,8	32,2	23,7	33,8	20567	59,0	205	8	350	8,82	3,52	12,34
6.3.40.7	19,8	15,8	12,5	16,6	9888	58,5	107	3	400	4,41	2,47	6,88
6.4.40.7	26,4	21,5	16,6	22,2	13182	59,5	143	4	400	5,70	2,34	8,04
6.5.40.7	31,9	25,9	20,8	26,8	16476	60,2	178	5	400	6,72	2,74	9,46
6.6.40.7	40,2	31,8	23,6	33,6	19769	60,8	214	6	400	8,26	3,34	11,60
6.3.45.7	30,5	24,3	19,1	25,6	15398	60,4	163	3	450	8,27	2,34	10,61
6.4.45.7	40,6	33,2	25,6	34,3	20528	61,3	217	4	450	10,09	2,94	13,03
6.5.45.7	51,4	41,3	32,0	43,3	25659	62,1	271	5	450	12,40	3,52	15,92
6.6.45.7	59,4	49,5	38,7	50,5	30788	62,6	325	6	450	15,57	4,16	19,73
6.5.50.7	54,5	44,4	33,7	51,7	34695	64,7	285	5	500	13,22	3,72	16,94
6.6.50.7	64,9	52,1	41,4	62,5	41634	65,2	342	6	500	16,53	4,38	20,91

\* = Sound pressure indication (LpA) at 3 m distance each air cooler (+/- 2 dB(A)), free field conditions, according EN13487

Air coolers details

Fan type	Nominal values at 50Hz-3x400V-T=40°C								Nominal values at 50Hz-1x230V-T=40°C			
	Δ				Y				Speed	Absorbed Power	Absorbed FLC	Sound power level each fan (LwA) (+/- 2dB(A))
	Speed	Absorbed Power	Absorbed FLC	Sound power level each fan (LwA) (+/- 2dB(A))	Speed	Absorbed Power	Absorbed FLC	Sound power level each fan (LwA) (+/- 2dB(A))				
mm	min <sup>-1</sup>	Watt	A	dB(A)	min <sup>-1</sup>	Watt	A	dB(A)	min <sup>-1</sup>	Watt	A	dB(A)
FN035	1390	190	0,40	73	1170	140	0,23	69	1260	170	0,75	75
FN040	1370	230	0,44	76	1110	170	0,27	70,5	1350	240	1,10	77
FN045	1250	350	0,64	78	950	220	0,35	70	1290	390	1,75	79
FN050	1330	830	1,45	81	940	550	0,97	75	1230	750	3,35	83

Ziehl Abegg 3x400V (Δ)-50Hz (108XB)

U1=braun  
V1=blue  
W1=black  
U2=red  
V2=grey  
W2=orange  
TB=white

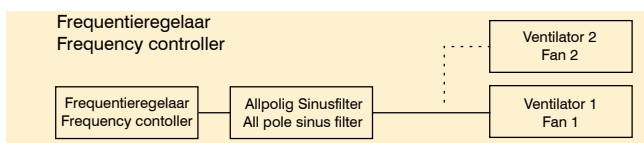
Ziehl Abegg 3x400V (Y)-50Hz (108XB)

U1=braun  
V1=blue  
W1=black  
U2=red  
V2=grey  
W2=orange  
TB=white

Ziehl Abegg 1x230V-50Hz (104XB)

U1=braun  
U2=blue  
Z1=black  
Z2=orange  
TB=white

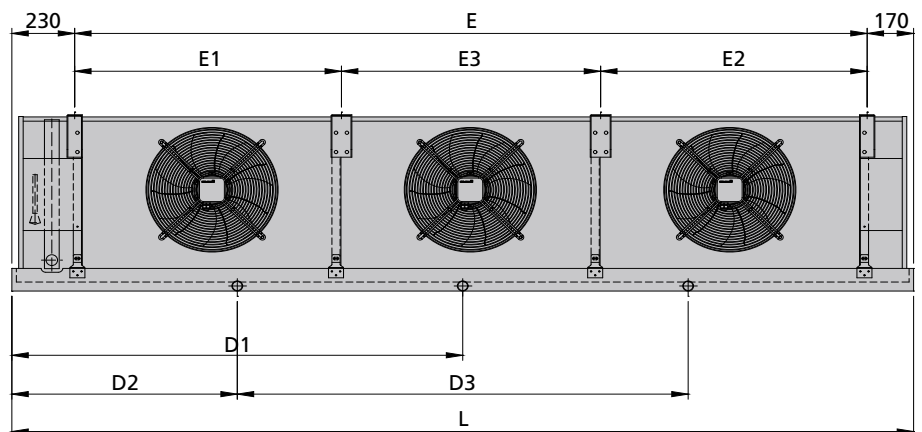
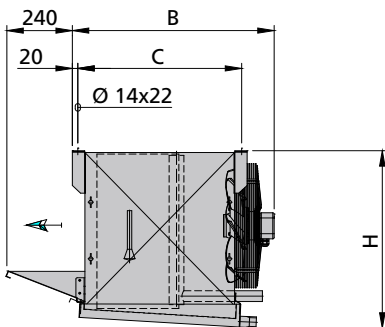
Fan details



# Goedhart VNS Technical data

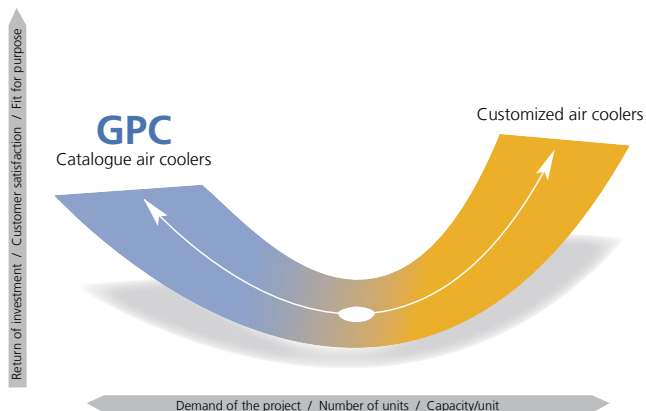
Type	Dimensions											Internal volume	Weight (empty)
	L	B	H	C	Suspension			Drain					
					E1	E E2	E3	D1	D2	D3	Size		
<b>VNS</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>		<b>dm<sup>3</sup></b>	<b>kg</b>
6.3.35.7	2260	725	540	600		1856		1128			¾"	19	149
6.4.35.7	2860	725	540	600		2456		1428			¾"	26	191
6.5.35.7	3460	725	540	600	1228	1828			864	1728	¾"	32	230
6.6.35.7	4060	725	540	600	1828	1828			1014	2028	¾"	38	269
6.7.35.7	4660	725	540	600	1828	2428			1164	2328	¾"	45	310
6.8.35.7	5260	725	540	600	2428	2428			1314	2628	¾"	51	351
6.3.40.7	2710	715	590	600		2306		1353			1 ¼"	27	192
6.4.40.7	3460	715	590	600	1528	1528			864	1728	1 ¼"	36	245
6.5.40.7	4210	715	590	600	1528	2278			1052	2103	1 ¼"	44	300
6.6.40.7	4960	715	590	600	2278	2278			1239	2478	1 ¼"	53	354
6.3.45.7	3310	740	690	600		2906			827	1653	1 ¼"	40	257
6.4.45.7	4260	740	690	600	1928	1928			1064	2128	1 ¼"	54	331
6.5.45.7	5210	740	690	600	1928	2878			1302	2603	1 ¼"	67	406
6.6.45.7	6160	740	690	600	2878	2878			1539	3078	1 ¼"	80	479
6.5.50.7	5460	835	690	700	2028	3028			1364	2728	1 ¼"	71	499
6.6.50.7	6460	835	690	700	2028	2028	2000		1614	3228	1 ¼"	85	591

Dimension details





## Best of both worlds



Goedhart GPC Program,  
**your selection software**  
 for air coolers and air  
 cooled condensers!

One question which always is in the mind of an industrial refrigeration engineer is the following:  
 Do I ask for standard or shall I go for tailor made?

There are good reasons for both choices. In some cases, the solution needed is beyond the boundaries of the standard program. In other occasions, tailor made can even offer a more economical solution. In again other situations standard would be the logical choice to go for.

In any of the cases GEA Goedhart can offer you the right solution. With the standard selection software GPC finding the right heat exchanger is just a few mouse clicks away. On other cases the GEA Goedhart engineers are happy to help you out!

Goedhart VNS air cooler selections are available in the Goedhart Product Catalogue or GPC.

On the tool section of [www.goedhart.nl](http://www.goedhart.nl) you will find the download button for the latest version of the GPC.

The GPC program is an easy to use tool for contractors, consultants and every other thinkable user and gives you access to many advantages such as:

- Multilingual
- The whole range of GEA Goedhart standard air coolers and air cooled condensers
- Pre-select buttons to application
- Selections including drawings and an extensive list of accessories
- Spare parts
- Accurate capacities: Under the GPC shell hides a sophisticated capacity calculation program which optimizes circuits to the design conditions as you work!



For Contractors and Original Equipment Manufacturers (OEM) related to the industrial refrigeration industry, GEA Goedhart B.V. offers an unlimited range of air coolers and air cooled condensers in several configurations.

Depending on the application, the optimum configuration will be selected in close cooperation with our customers.

**Configurations**

The following material combinations are available in various tube pitches and various fin spacing:

Tube material	Fin material
Copper (Cu)	Aluminium (Al)
Stainless steel (Stst)	Aluminium (Al)
Stainless steel (Stst)	Stainless steel (Stst)
Aluminium (Al)	Aluminium (Al)
Hot dipped galvanized steel (FeZn)	Hot dipped galvanized steel (FeZn)

**Options on aluminium fins**

- Goldlack coated fins
- Seawater resistant aluminium fins (AlMg)

**Applications**

Cooling	Freezing
Cold stores / Distribution centres	Cold stores / Distribution centres
Food processing rooms	Tunnel / spiral freezers
Fruit storage	Slaughter houses
Banana ripening storage	Automotive testing rooms
Greenhouse conditioning	Ski domes

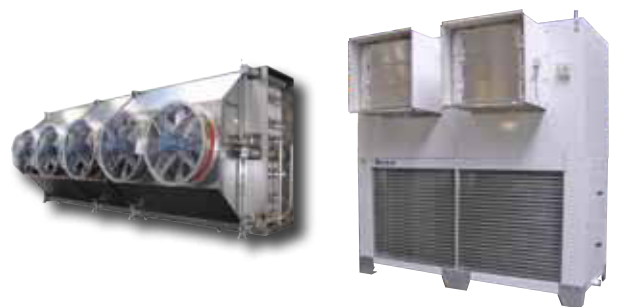
**Pressure Equipment Directive (P.E.D.)**

All aircoolers produced by Goedhart comply with the Pressure Equipment Directive 97/23/EC. PED certificates can be downloaded from [www.goedhart.nl](http://www.goedhart.nl).

# GEA Goedhart

## air coolers

### for every application





THE HEART OF FRESHNESS

# LIQUID RECEIVERS

FLÜSSIGKEITSSAMMLER

РЕСИВЕРЫ ХЛАДАГЕНТА



www.pholed.com.ua

## Flüssigkeitssammler

Abnahme entsprechend der EG-Druckgeräte-Richtlinie 97/23/EG

### Konstruktions-Merkmale

- Geeignet für alle (H)FCKW/HFKW-Kältemittel
- maximal zulässiger Druck 33 bar – bei FS4002 .. FS5502: maximal zulässiger Druck 28 bar
- zulässige minimale Temperatur -10°C zulässige maximale Temperatur 120°C
- Schutzgas-Füllung
- Schauglas mit Reflexionsrillen
- Flüssigkeitsniveau-Überwachung: F062H bis F192T: 1 Schauglas F202H bis F3102N, FS102, FS152, FS202: 2 Schaugläser ab Typ FS252: 3 Schaugläser

### Befestigung

- F062H bis F3102N: Befestigungswinkel unten
- FS36: zentraler Gewindebolzen unten
- FS56 bis FS5502: Befestigungsfuß
- bei Flüssigkeitssammlern mit dem Endbuchstaben H oder T: zusätzliche Befestigungswinkel oben

### Anschluss Kältemittel-Eintritt

- FS36, FS56, FS76, FS126: Lötstufe
- F062H bis F1052T und FS102, FS152 bis FS902: Rohrverschraubung mit Lötstufe
- F1202N bis F3102N und FS1122 bis FS5502: Flansch und Lötstufe

### Anschluss für Kältemittel-Austritt

- FS36 .. FS76 und FS126: Rotalock-Anschluss
- F062H bis F1602N, FS102, FS152 bis FS1602 und Option für FS36 bis FS76 und FS126: Rotalockventil mit Lötanschluss und Manometer-Anschluss
- F2202N bis F3102N und FS2202 bis FS5502: Ventil mit Flansch und Lötstufe und Manometer-Anschluss

### Anschluss für Druckentlastung-Ventil

- F062H bis F3102N, FS102 und FS152: Außengewinde 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub>"-12 UNF Innengewinde 3<sup>3</sup>/<sub>8</sub>"-18 NPTF
- FS202 bis FS5502: Außengewinde 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub>"-12 UNF

### FS56 .. FS126 Optionenset

2 Schaugläser und Anschluss für Druckentlastungsventil mit Außen- und Innengewinde

**Lieferumfang** und Zubehör siehe Preisliste

## Liquid receivers

Approval according to the EC Pressure Equipment Directive 97/23/EC

### Construction features

- Suitable for all (H)CFC/HFC-refrigerants
- Maximum allowable pressure 33 bar – for FS4002 .. FS5502: maximum allowable pressure 28 bar
- Minimum allowable temperature -10°C maximum allowable temperature 120°C
- Shielding gas charge
- Sight glass with reflection grooves
- Liquid level monitoring: F062H to F192T: 1 sight glass F202H to F3102N, FS102, FS152, FS202: 2 sight glasses from Typ FS252: 3 sight glasses

### Fixation

- F062H to F3102N: lower angle brackets
- FS36: central bottom stud
- FS56 to FS5502: mounting foot
- liquid receivers with the suffix H or T: additional upper angle brackets

### Refrigerant inlet connection

- FS36, FS56, FS76, FS126: brazing connection
- F062H to F1052T and FS102, FS152 to FS902: pipe screwed joint and brazed tail coupling
- F1202N to F3102N and FS1122 to FS5502: flange and brazed tail coupling

### Refrigerant outlet connection

- FS36 .. FS76 and FS126: Rotalock connection
- F062H to F1602N, FS102, FS152 to FS1602 and option for FS36 to FS76 and FS126: Rotalock valve with brazed connection and pressure gauge connection
- F2202N to F3102N and FS2202 to FS5502: Valve with flange and brazed tail coupling and pressure gauge connection

### Connection for pressure relief valve

- F062H to F3102N, FS102 and FS152: external thread 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub>"-12 UNF internal thread 3<sup>3</sup>/<sub>8</sub>"-18 NPTF
- FS202 to FS5502: external thread 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub>"-12 UNF

### FS56 .. FS126 Option set

2 sight glasses and connection for pressure relief valve with external and internal thread

**Extend of delivery** and accessories see Price List

## Ресиверы хладагента

Приемка в соответствии с предписаниями ЕС для сосудов давления 97/23/EC

### Конструктивные особенности

- Пригодны для всех (H)CFC/HFC-хладагентов
- Максимально допустимое давление 33 бара – для FS4002 .. FS5502: максимально допустимое давление 28 бар
- Минимально допустимая температура -10°C максимально допустимая температура 120°C
- При поставке наполнены инертным газом
- Смотровое стекло с индикаторными канавками
- Контроль уровня жидкости: F062H до F192T: 1 смотровое стекло F202H до F3102N, FS102, FS152, FS202: 2 смотровых стекла Начиная с типа FS252: 3 смотровых стекла

### Крепление

- F062H до F3102N: крепежные уголки снизу
- FS36: центральная резьбовая шпилька снизу
- FS56 до FS5502: монтажная опора
- Для ресиверов хладагента с буквами в конце маркировки H или T: крепежные уголки сверху

### Присоединение входа хладагента

- FS36, FS56, FS76, FS126: муфта под пайку
- F062H до F1052T и FS102, FS152 до FS902: резьбовое соединение с муфтой под пайку
- F1202N до F3102N и FS1122 до FS5502: фланец и муфта под пайку

### Присоединение выхода хладагента

- FS36 .. FS76 и FS126: Rotalock присоединение
- F062H до F1602N, FS102, FS152 до FS1602 и опция для FS36 до FS76 и FS126: клапан Rotalock с соединением под пайку и присоединение манометра
- F2202N до F3102N и FS2202 до FS5502: клапан с фланцем и муфтой под пайку и присоединение манометра

### Присоединение предохранительного клапана

- F062H до F3102N, FS102 и FS152: наружная резьба 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub>"-12 UNF внутренняя резьба 3<sup>3</sup>/<sub>8</sub>"-18 NPTF
- FS202 до FS5502: наружная резьба 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub>"-12 UNF

### FS56 .. FS126 Комплект опций

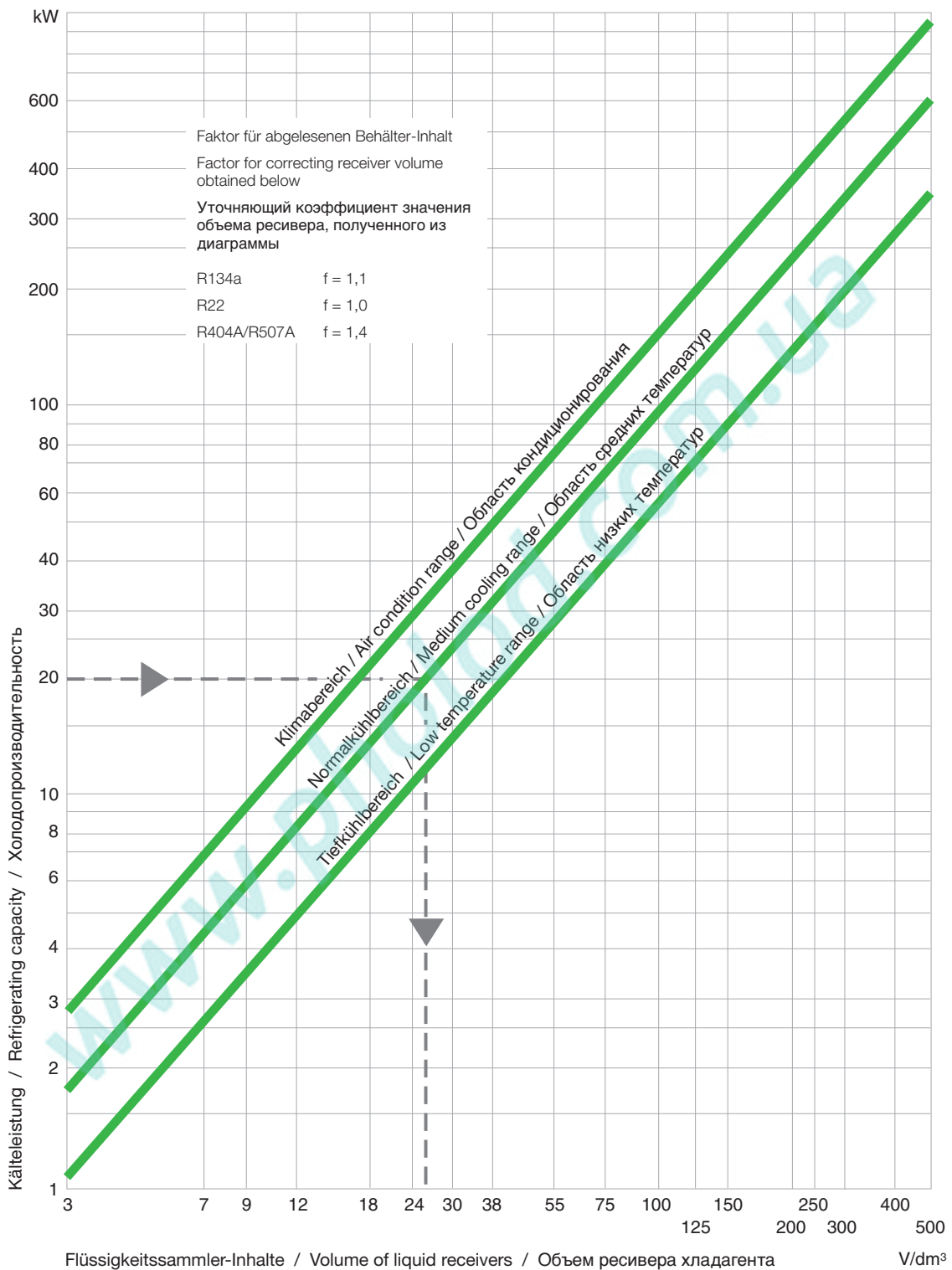
2 смотровых стекла и подсоединение для предохранительного клапана с наружной и внутренней резьбой

**Объем поставки** и принадлежности смотри Прайслист

**Anhaltswerte für die Auswahl des Flüssigkeitssammlers\***

**Approximate values for the selection of the receiver\***

**Ориентировочные значения для выбора ресивера\***



\* Für Kältekreisläufe mit weitverzweigtem Leitungsnetz und überflutetem Verdampfer: Flüssigkeitssammler entsprechend der erforderlichen Kältemittelmenge auswählen.

\* For refrigeration circuits with widely branched pipework and flooded evaporators: Select the liquid receiver according to the quantity of refrigerant required.

\* Для холодильного контура с разветвленной сетью трубопроводов и затопленным испарителем: Объем ресивера определяется требуемым количеством хладагента в системе.

Typ	Sammler- Inhalt	Maximale Kältemittel-Füllung <sup>Ⓞ</sup>				Gewicht	Anschlüsse <sup>Ⓞ</sup>				Anschlussgewinde/-flansch			Schau- gläser <sup>Ⓞ</sup>
		Maximum refrigerant charge <sup>Ⓞ</sup>					Eintritt ø	Austritt ø		Eintritt	Austritt	Manometer	Sight glasses <sup>Ⓞ</sup>	
		Type	Receiver volume					Connections <sup>Ⓞ</sup>	Joining thread/flange					
Тип	Объем ресивера	Максимальное наполнение хладагента <sup>Ⓞ</sup>			Вес	Вход ø		Выход ø		Присоединительная резьба/фланец		Манометр	Смотровые <sup>Ⓞ</sup> стекла	
	dm <sup>3</sup> (l)	R134a (kg)	R404A R507A (kg)	R22 (kg)	kg	Zoll Inch mm	Zoll Inch mm	Zoll Inch mm	Zoll Inch mm	Вход	Выход	Манометр		
<b>F062H</b>	6,8	7,5	6,5	7,4	8	12	1/2"	10	3/8"	1" - 14 UNS	3/4" - 16 UNF		1	
<b>F102H</b>	10	11,0	9,6	10,9	10	16	5/8"	12	1/2"	1 1/4" - 12 UNF	1" - 14 UNS		1	
<b>F152H</b>	15	16,6	14,4	16,3	13	22	7/8"	16	5/8"	1 1/4" - 12 UNF	1" - 14 UNS		1	
<b>F192T</b>	19	21,0	18,3	20,7	17	16	5/8"	16	5/8"	1 1/4" - 12 UNF	1" - 14 UNS		1	
<b>F202H</b>	20	22,1	19,2	21,8	18	22	7/8"	22	7/8"	1 1/4" - 12 UNF	1 1/4" - 12 UNF	7/16"-20 UNF	2	
<b>F252H</b>	25	27,6	24,0	27,2	20	22	7/8"	22	7/8"	1 1/4" - 12 UNF	1 1/4" - 12 UNF		2	
<b>F302H</b>	30	33,1	28,8	32,7	23	22	7/8"	22	7/8"	1 1/4" - 12 UNF	1 1/4" - 12 UNF		2	
<b>F392T</b>	39	43,0	37,5	42,5	27	22	7/8"	22	7/8"	1 1/4" - 12 UNF	1 1/4" - 12 UNF		2	
<b>F402H</b>	39	43,0	37,5	42,5	29	28	1 1/8"	28	1 1/8"	1 3/4" - 12 UNF	1 3/4" - 12 UNF		2	
<b>F552T</b>	54	59,6	51,9	58,8	41	28	1 1/8"	28	1 1/8"	1 3/4" - 12 UNF	1 3/4" - 12 UNF		2	
<b>F562N</b>	56	61,8	53,8	61,0	42	35	1 3/8"	28	1 1/8"	2 1/4" - 12 UN	1 3/4" - 12 UNF		2	
<b>F732N</b>	73	80,5	70,2	79,5	50	35	1 3/8"	28	1 1/8"	2 1/4" - 12 UN	1 3/4" - 12 UNF	2		
<b>F902N</b>	89	98,2	85,5	96,9	60	42	1 5/8"	35	1 3/8"	2 1/4" - 12 UN	1 3/4" - 12 UNF	2		
<b>F1052T</b>	105	115,9	100,9	114,3	75	42	1 5/8"	35	1 3/8"	2 1/4" - 12 UN	1 3/4" - 12 UNF	2		
<b>F1202N</b>	112	123,6	107,7	122,0	85	54	2 1/8"	42	1 5/8"	112 x 112	2 1/4" - 12 UN		2	
<b>F1602N</b>	160	176,5	153,8	174,2	115	54	2 1/8"	42	1 5/8"	112 x 112	2 1/4" - 12 UN		2	
<b>F2202N</b>	228	251,6	219,2	248,3	145	76	3 1/8"	54	2 1/8"	140 x 140	112 x 112	1/4"-18 NPTF	2	
<b>F3102N</b>	320	353,1	307,6	348,5	190	76	3 1/8"	54	2 1/8"	140 x 140	112 x 112		2	

Anschluss für Druckentlastungs-Ventil bei  
F062H .. F3102N  
Außengewinde 1 1/4"-12 UNF  
Innengewinde 3/8"-18 NPTF

Connection for pressure relief valve for  
F062H .. F3102N  
external thread 1 1/4"-12 UNF  
internal thread 3/8"-18 NPTF

Присоединение для предохранительного  
клапана для  
F062H .. F3102N  
наружная резьба 1 1/4"-12 UNF  
внутренняя резьба 3/8"-18 NPTF

Ⓞ bei +20 °C Flüssigkeitstemperatur  
und 90 % Sammler-Inhalt

Ⓞ at +20 °C liquid temperature and 90 %  
receiver volume

Ⓞ при температуре жидкости +20 °C и объеме  
заполнения ресивера 90 %

Ⓞ andere Anschlüsse auf Anfrage

Ⓞ other connections upon request

Ⓞ другие присоединения по запросу

Ⓞ Schaugläser mit Reflexionsrillen

Ⓞ sight glasses with reflection grooves

Ⓞ смотровые стекла с индикаторными канавками

**Erläuterung der Typenbezeichnung**  
Beispiel

**Explanation of model designation**  
Example

**Пояснения обозначения типов**  
Пример

**F 202 H / F S 202**

**F 202 H / F S 202**

**F 202 H / F S 202**

Flüssigkeitssammler

Liquid receiver

Ресивер хладагента

**F 202 H / F S 202**

**F 202 H / F S 202**

**F 202 H / F S 202**

Kennziffer für Flüssigkeitssammler

Receiver index

Код ресивера хладагента

**F 202 H / F S 202**

**F 202 H / F S 202**

**F 202 H / F S 202**

stehende Ausführung

Vertical design

Вертикальное исполнение

**F 202 H / F S 202**

**F 202 H / F S 202**

**F 202 H / F S 202**

Befestigungswinkel

Angle Bracket

Крепежные уголки

N = unten

N = lower

N = снизу

H = unten und oben für Einzelverdichter-  
Aufbau (Halbhermetik)

H = lower and upper for single compressor  
assembly (semi-hermetic)

H = снизу и сверху для сборки с  
одним компрессором  
(полугерметичным)

T = unten und oben für Einzel- und  
Tandem-Verdichter-Aufbau

T = lower and upper for assembly of  
single and tandem compressor

T = снизу и сверху для сборки с одним  
компрессором и тандем-компрессором

**Technische Daten/Anschlüsse**  
**Stehende Flüssigkeitssammler**

**Technical data/Connections**  
**Vertical liquid receivers**

**Технические характеристики**  
**Вертикальные ресиверы хладагента**

Typ	Sammler-Inhalt	Maximale Kältemittel-Füllung <sup>①</sup>				Gewicht	Anschlüsse <sup>②</sup>				Anschlussgewinde/-flansch			Schaugläser						
		Receiver volume	Maximum refrigerant charge <sup>①</sup>				Weight	Inlet ø	Connections <sup>②</sup>		Joining thread/flange	Manometer	Gauge		Sight glasses					
			Объем ресивера	Максимальное наполнение хладагента <sup>①</sup>					Вход ø	Присоединения <sup>②</sup>						Присоединительная резьба/фланец	Манометр	Смотровые <sup>③</sup> стекла		
				R134a	R404A					R22									Zoll	Zoll
dm <sup>3</sup> (l)	(kg)	R507A (kg)	(kg)	(kg)	kg	mm	Inch	mm	Inch	mm	Inch	дюйм								
<b>FS36</b>	3	3,3	2,9	3,3	3	10	3/8"	10	3/8"	-	3/4" - 16 UNF		1 <sup>③</sup>							
<b>FS56</b>	5,6	6,2	5,4	6,1	5	10	3/8"	10	3/8"	-	3/4" - 16 UNF	7/16"-20 UNF	2 <sup>③</sup>							
<b>FS76</b>	7,8	8,6	7,5	8,5	6	12	1/2"	12	1/2"	-	1" - 14 UNS		2 <sup>③</sup>							
<b>FS102</b>	10	11,0	9,6	10,9	11	16	5/8"	12	1/2"	1 1/4" - 12 UNF	1" - 14 UNS		2							
<b>FS152</b>	15	16,6	14,4	16,3	10	22	7/8"	16	5/8"	1 1/4" - 12 UNF	1" - 14 UNS		2							
<b>FS126</b>	13	14,3	12,5	14,2	13	12	1/2"	12	1/2"	-	1" - 14 UNS		2 <sup>③</sup>							
<b>FS202</b>	20	22,1	19,2	21,8	17	22	7/8"	22	7/8"	1 3/4" - 12 UNF	1 1/4" - 12 UNF		2							
<b>FS252</b>	25	27,6	24,0	27,2	20	22	7/8"	22	7/8"	1 3/4" - 12 UNF	1 1/4" - 12 UNF		3							
<b>FS302</b>	30	33,1	28,8	32,7	22	28	1 1/8"	22	7/8"	1 3/4" - 12 UNF	1 1/4" - 12 UNF		3							
<b>FS402</b>	39	43,0	37,5	42,5	28	28	1 1/8"	22	7/8"	1 3/4" - 12 UNF	1 1/4" - 12 UNF		3							
<b>FS562</b>	56	61,8	53,8	61,0	42	35	1 3/8"	28	1 1/8"	2 1/4" - 12 UN	1 3/4" - 12 UNF		3							
<b>FS732</b>	73	80,5	70,2	79,5	50	35	1 3/8"	28	1 1/8"	2 1/4" - 12 UN	1 3/4" - 12 UNF	3								
<b>FS902</b>	89	98,2	85,5	96,9	60	42	1 5/8"	35	1 3/8"	2 1/4" - 12 UN	1 3/4" - 12 UNF	3								
<b>FS1122</b>	112	123,6	107,7	122,0	85	54	2 1/8"	42	1 5/8"	112 x 112	2 1/4" - 12 UN	3								
<b>FS1602</b>	160	176,5	153,8	174,2	115	54	2 1/8"	42	1 5/8"	112 x 112	2 1/4" - 12 UN	3								
<b>FS2202</b>	228	251,6	219,2	248,3	155	76	3 1/8"	54	2 1/8"	140 x 140	112 x 112	3								
<b>FS3102</b>	320	353,1	307,6	348,5	195	76	3 1/8"	54	2 1/8"	140 x 140	112 x 112	3								
<b>FS4002</b>	395	435,8	379,7	430,2	260	DN100	76	3 1/8"		160 x 160	140 x 140	1/4"-18 NPTF	3							
<b>FS4752</b>	473	521,9	454,7	515,1	290	DN100	76	3 1/8"		160 x 160	140 x 140		3							
<b>FS5502</b>	550	606,8	528,7	599,0	325	DN100	76	3 1/8"		160 x 160	140 x 140		3							

- ① bei +20°C Flüssigkeitstemperatur und 90% Sammler-Inhalt
- ② andere Anschlüsse auf Anfrage
- ③ Schaugläser mit Reflexionsrillen
- ④ Teil des Optionensets

Anschluss für Druckentlastungs-Ventil:  
 ● FS56 .. FS152 und FS126  
 Außengewinde 1 1/4"-12 UNF  
 Innengewinde 3/8"-18 NPTF  
 bei FS56, FS76 und FS126  
 Teil des Optionensets  
 ● FS202 .. FS5502  
 Außengewinde 1 1/4"-12 UNF

Anschluss-Positionen siehe Maßzeichnung

- ① at +20°C liquid temperature and 90% receiver volume
- ② other connections upon request
- ③ sight glasses with reflection grooves
- ④ Part of the option set

Connection for pressure relief valve:  
 ● FS56 .. FS152 and FS126  
 external thread 1 1/4"-12 UNF  
 internal thread 3/8"-18 NPTF  
 for FS56, FS76 and FS126  
 part of the option set  
 ● FS202 .. FS5502  
 external thread 1 1/4"-12 UNF

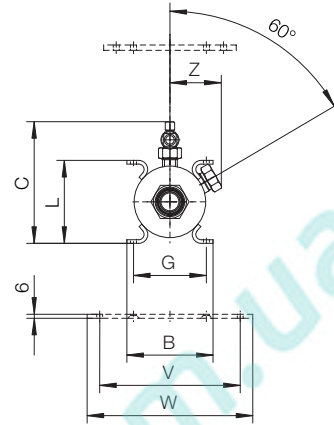
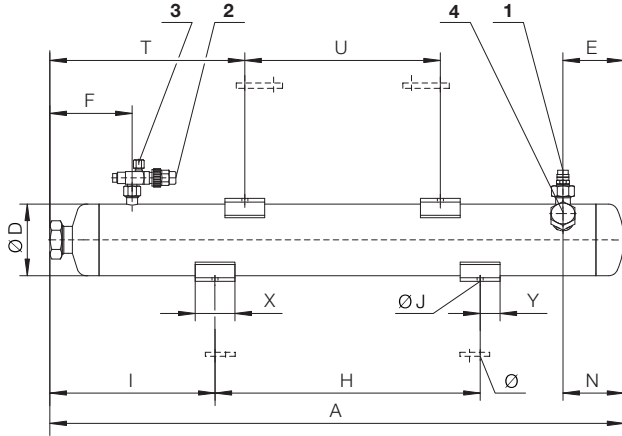
Connection positions see dimensional drawing

- ① при температуре жидкости +20 °C и объеме заполнения ресивера 90 %
- ② другие присоединения по запросу
- ③ смотровые стекла с индикаторными канавками
- ④ часть комплекта опций

Присоединение для предохранительного клапана:  
 ● FS56 .. FS152 и FS126  
 наружная резьба 1 1/4"-12 UNF  
 внутренняя резьба 3/8"-18 NPTF  
 для FS56, FS76 и FS126  
 часть комплекта опций  
 ● FS202 .. FS5502  
 наружная резьба 1 1/4"-12 UNF

Расположение присоединений смотри чертежи с указанием размеров

F062H

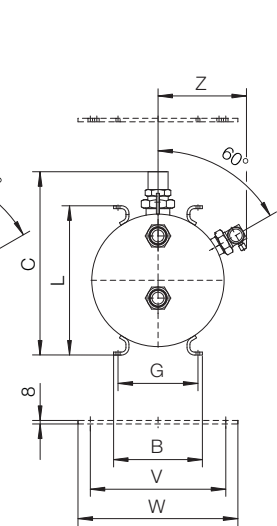
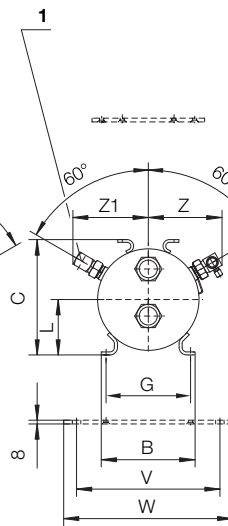
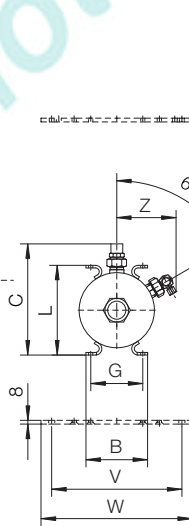
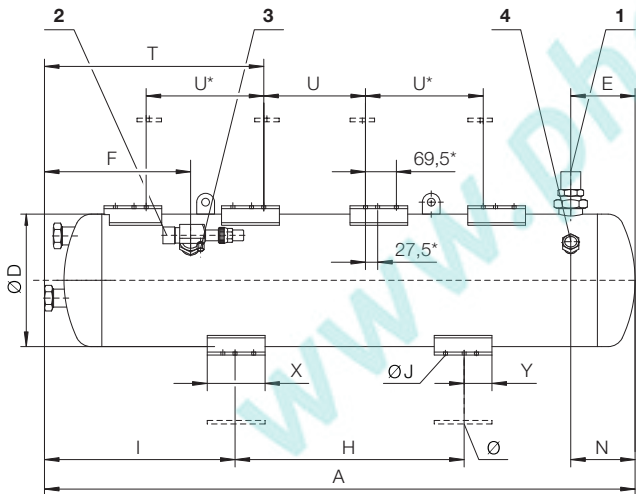


F102H .. F552T / F1052T

F102H / F152H

F192T / F392T

F202H .. F552T / F1052T



\* Nur bei Typ F552T und F1052T

Abmessungen der Anschlüsse siehe Seiten 4 und 5

Anschluss-Positionen

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

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

\* Types F552T and F1052T only

Dimensions of connections see pages 4 and 5

Connection positions

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

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

\* Только для F552T и F1052T типов

Размеры присоединений см. стр. 4 и 5

Расположение присоединений

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

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

**Maßzeichnungen**  
**Liegende Flüssigkeitssammler**

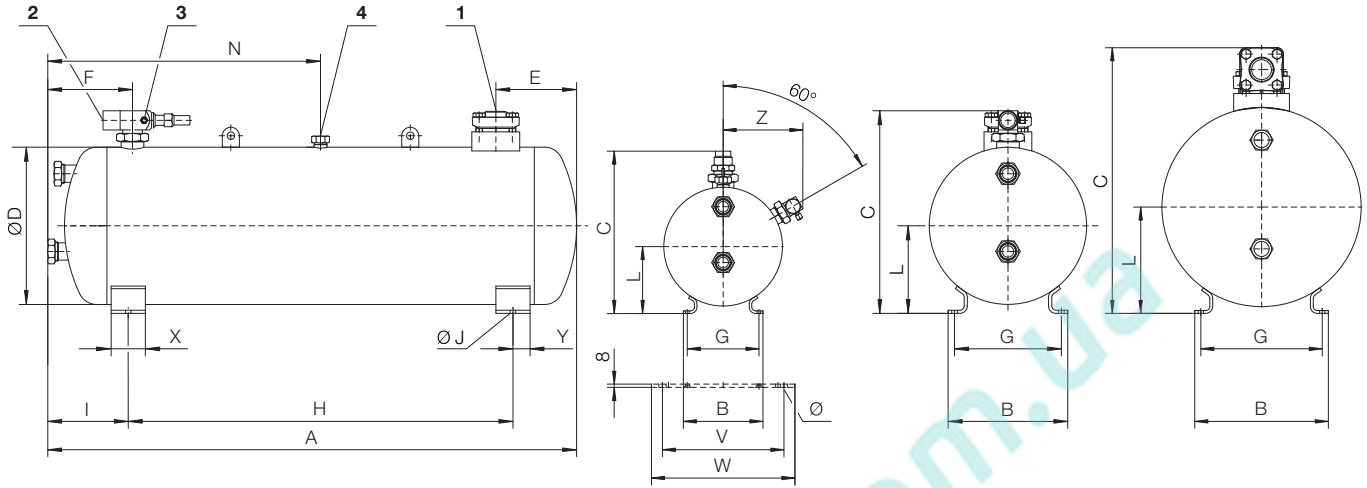
**Dimensional drawings**  
**Horizontal liquid receivers**

**Чертежи с указанием размеров**  
**Горизонтальные ресиверы хладагента**

F562N .. F902N / F1202N .. F3102N

F562N .. F902N

F1202N .. F1602N F2202N .. F3102N



www.pholod.com.ua

Abmessungen der Anschlüsse siehe Seiten 4 und 5

Dimensions of connections see pages 4 and 5

Размеры присоединений см. стр. 4 и 5

**Anschluss-Positionen**

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

**Connection positions**

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

**Расположение присоединений**

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

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

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

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



**Abmessungen**  
**Liegende Flüssigkeitssammler**

**Dimensions**  
**Horizontal liquid receivers**

**Размеры**  
**Горизонтальные ресиверы хладагента**

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

⊙ Obere Befestigungswinkel auf Anfrage

⊙ Upper angle brackets upon request

⊙ Крепежные уголки сверху по запросу

**Befestigungs-Schienen  
und Befestigungs-Platten  
Liegende Flüssigkeitssammler**

**Fixing rails and fixing plates  
Horizontal liquid receivers**

**Монтажные шины и плиты  
Горизонтальные ресиверы хладагента**

Sammler Receiver Ресивер	Untere Schienen Lower rails Шины снизу	Obere Schienen Upper rails Шины сверху	Geeignet für Verdichter Suitable for compressor Для компрессора	Obere Befestigungs-Platte Upper fixing plate Монтажная плита сверху	Geeignet für Verdichter Suitable for compressor Для компрессора
<b>F062H</b>	327 301 01	327 301 20 327 301 20 327 301 21 327 301 09	2KC-05.2 ..2FC-3.2 2KE-05 .. 2FE-3 2EC-2.2 ..2CC-4.2 2EE-2 .. 2CE-4	320 366 01	2KC-05.2 .. 4CC-9.2 2KE-05 .. 4CE-9
<b>F102H</b>	327 301 04	327 301 20 327 301 20 327 301 21 327 301 21 327 301 09	2KC-05.2 ..2FC-3.2 2KE-05 .. 2FE-3 2EC-2.2 ..2CC-4.2 2EE-2 .. 2CE-4 2EL-2.2 .. 2N-5.2		
<b>F152H</b>	327 301 04	327 301 21 327 301 21 327 301 22 327 301 22 327 301 24 327 301 24 327 301 09	2EC-2.2 .. 2CC-4.2 2EE-2 .. 2CE-4 4FC-3.2 .. 4CC-9.2 4FE-3 .. 4CE-9 4VC(S)6.2 .. 4NC(S)-20.2 4VE(S)-6 .. 4NE(S)-20 2EL-2.2 .. 4N-20.2	320 366 02	2EC-4.2 .. 4NC(S)-20.2 2EE-4 .. 4NE(S)-20 4Z-5.2 .. 4N-20.2
<b>F192T</b>	327 301 04	327 301 23 327 301 23	22EC-4.2 .. 44CC-18.2 22EE-4 .. 44CE-18	2x 320 366 02 2x 320 366 02	22EC-4.2 .. 44CC-18.2 22EE-4 .. 44CE-18
<b>F202H</b>	327 301 04	327 301 22 327 301 09	4FC-3.2 .. 4CC-9.2 4FE-3 .. 4CE-9 2EL-2.2 .. 4N-20.2	320 366 02	2EC-4.2 .. 4NC(S)-20.2 2EE-4 .. 4NE(S)-20 4FC-3.2 .. 4NC(S)-20.2 4FE-3 .. 4NE(S)-20 4Z-5.2 .. 4N-20.2 4J-13.2 .. 6F-50.2 4JE-13 .. 6FE-50
<b>F252H</b>	327 301 05	327 301 22 327 301 24 327 301 10 327 301 10 327 301 10	4FC-3.2 .. 4CC-9.2 4FE-3 .. 4CE-9 4VC(S)-6.2 .. 4NC(S)-20.2 4VE(S)-6 .. 4NE(S)-20 4Z-5.2 .. 4N-20.2 4J-13.2 .. 6F-50.2 4JE-13 .. 6FE-50		
<b>F302H</b>	327 301 05	327 301 22 327 301 22 327 301 24 327 301 24 327 301 10 327 301 10 327 301 10	4FC-3.2 .. 4CC-9.2 4FE-3 .. 4CE-9 4VC(S)-6.2 .. 4NC(S)-20.2 4VE(S)-6 .. 4NE(S)-20 4Z-5.2 .. 4N-20.2 4J-13.2 .. 6F-50.2 4JE-13 .. 6FE-50		
<b>F392T</b>	327 301 05	327 301 23	22EC-4.2 .. 44CC-18.2 22EE-4 .. 44CE-18	2x 320 366 02 2x 320 366 02	22EC-4.2 .. 44CC-18.2 22EE-4 .. 44CE-18
<b>F402H</b>	327 301 05	327 301 22 327 301 22 327 301 24 327 301 24 327 301 10 327 301 10 327 301 10	4FC-3.2 .. 4CC-9.2 4FE-3 .. 4CE-9 4VC(S)-6.2 .. 4NC(S)-20.2 4VE(S)-6 .. 4NE(S)-20 4Z-5.2 .. 4N-20.2 4J-13.2 .. 6F-50.2 4JE-13 .. 6FE-50	320 366 02 <sup>⊙</sup>	4FC-3.2 .. 4NC(S)-20.2 4FE-3 .. 4NE(S)-20 4Z-5.2 .. 4N-20.2 4J-13.2 .. 6F-50.2 4JE-13 .. 6FE-50 44VCS-12 .. 44NCS-40 44VES-12 .. 44NES-40 44J-26.2 .. 66F-100.2 44JE-26 .. 66FE-100
<b>F552T</b>	327 301 06	327 301 24 327 301 24 327 301 10 327 301 10 327 301 10 327 301 10 327 301 25 327 301 25 2x 327 301 10 2x 327 301 10 2x 327 301 10 2x 327 301 10	4VC(S)-6.2 .. 4NC(S)-20.2 4VE(S)-6 .. 4NE(S)-20 4Z-5.2 .. 4N-20.2 4J-13.2 .. 6F-50.2 4JE-13 .. 6FE-50 44VCS-12.2 .. 44NCS-40.2 44VES-12 .. 44NES-40 44J-26.2 .. 44G-60.2 44JE-26 .. 44GE-60 66J-44.2 .. 66F-100.2 66JE-44 .. 66FE-100		
<b>F562N</b>	327 301 05	-	-	-	-
<b>F732N</b>	327 301 05	-	-	-	-
<b>F902N</b>	327 301 05	-	-	-	-
<b>F1052T</b>	327 301 06	327 301 24 327 301 24 327 301 10 327 301 10 327 301 10 327 301 25 327 301 25 2x 327 301 10 2x 327 301 10 2x 327 301 10 2x 327 301 10	4VC(S)-6.2 .. 4NC(S)-20.2 4VE(S)-6 .. 4NE(S)-20 4Z-5.2 .. 4N-20.2 4J-13.2 .. 6F-50.2 4JE-13 .. 6FE-50 44VCS-12.2 .. 44NCS-40.2 44VES-12 .. 44NES-40 44J-26.2 .. 44G-60.2 44JE-26 .. 44GE-60 66J-44.2 .. 66F-100.2 66JE-44 .. 66FE-100	320 366 02 <sup>⊙</sup>	4VC(S)-6.2 .. 4 NC(S)-20.2 4VE(S)-6 .. 4NE(S)-20 4Z-5.2 .. 4N-20.2 4J-13.2 .. 6F-50.2 4JE-13 .. 6FE-50 4J-13.2 .. 6F-50.2 4JE-13 .. 6FE-50 4VC(S)-12.2 .. 44NCS-40.2 44VES-12 .. 44NES-40 44J-26.2 .. 66F-100.2 44JE-26 .. 66 FE-100
<b>F1202N</b>	-	-	-	-	-
<b>F1602N</b>	-	-	-	-	-
<b>F2202N</b>	-	-	-	-	-
<b>F3102N</b>	-	-	-	-	-

⊙ Obere Befestigungsschienen doppelt bestellen bei Tandemverdichtern 22EC-4.2 .. 44CC-18.2, 44VCS-12.2 .. 44NCS-40.2 und 44J-26.2 .. 66F-100.2, bzw. 22EE-4 .. 66FE-100.

⊙ Order the upper fixing rails twice in the case of tandem compressors 22EC-4.2 .. 44CC-18.2, 44VCS-12.2 .. 44NCS-40.2 and 44J-26.2 .. 66F-100.2, resp. 22EE-4 .. 66FE-100.

⊙ Двойной заказ верхних монтажных шин на тандем-компрессоры 22EC-4.2 .. 44CC-18.2, 44VCS-12.2 .. 44NCS-40.2 и 44J-26.2 .. 66F-100.2, соответственно 22EE-4 .. 66FE-100.

**Maßzeichnungen**  
**Stehende Flüssigkeitssammler**

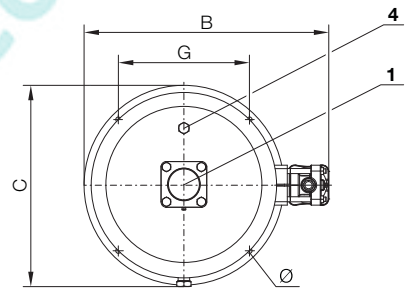
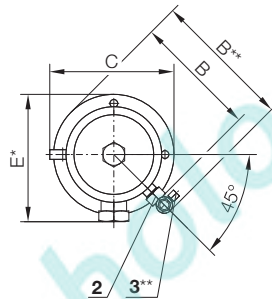
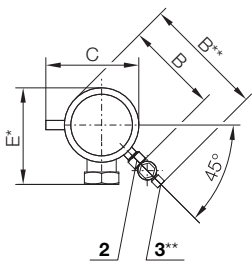
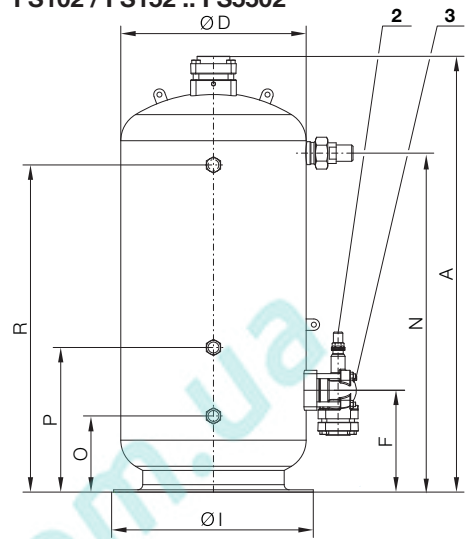
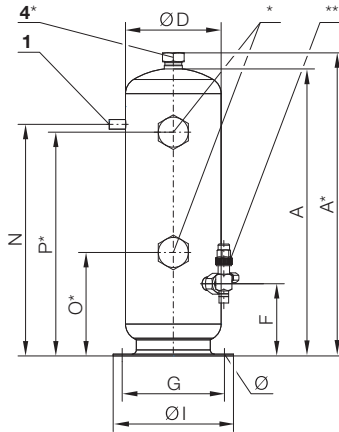
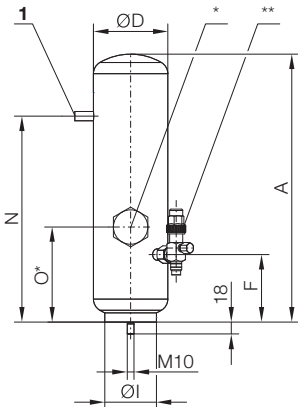
**Dimensional drawings**  
**Vertical liquid receivers**

**Чертежи с указанием размеров**  
**Вертикальные ресиверы хладагента**

**FS36**

**FS56 / FS76 / FS126**

**FS102 / FS152 .. FS5502**



**Abmessungen**  
**Stehende Flüssigkeitssammler**

**Dimensions**  
**Vertical liquid receivers**

**Размеры**  
**Вертикальные ресиверы хладагента**

Typ Type Тип	Abmessungen in mm Dimensions in mm Размеры в мм																
	A	A*	B	B**	C	øD	E*	F	G	øI	N	O	O*	P	P*	R	Ø
<b>FS36</b>	389	-	133	176	135	108	135	98	-	75	299	-	138	-	-	-	(M10)
<b>FS56</b>	353	379	203	246	206	159	212	120	170	200	260	-	127	-	260	-	13
<b>FS76</b>	478	504	203	232	206	159	212	120	170	200	385	-	172	-	372	-	13
<b>FS126</b>	440	466	258	286	260	216	265	124	220	250	325	-	183	-	325	-	13
<b>FS102</b>	666	-	231	-	210	159	-	110	170	200	510	145	-	-	-	475	13
<b>FS152</b>	924	-	233	-	210	159	-	110	170	200	760	175	-	-	-	695	13
<b>FS202</b>	710	-	296	-	264	216	-	124	156	250	-	139	-	-	-	484	13
<b>FS252</b>	870	-	296	-	264	216	-	124	156	250	-	164	-	274	-	644	13
<b>FS302</b>	994	-	296	-	264	216	-	124	156	250	-	179	-	324	-	749	13
<b>FS402</b>	1264	-	296	-	264	216	-	124	156	250	-	209	-	424	-	989	13
<b>FS562</b>	1021	-	379	-	340	298	-	154	205	320	-	179	-	324	-	759	13
<b>FS732</b>	1271	-	380	-	340	298	-	154	205	320	-	204	-	414	-	984	13
<b>FS902</b>	1526	-	380	-	340	298	-	154	205	320	-	234	-	494	-	1204	13
<b>FS1122</b>	1290	-	473	-	415	368	-	198	255	400	-	213	-	418	-	1003	13
<b>FS1602</b>	1790	-	472	-	415	368	-	198	255	400	-	258	-	578	-	1458	13
<b>FS2202</b>	1440	-	659	-	541	500	-	263	340	520	-	248	-	473	-	1098	14
<b>FS3102</b>	1940	-	659	-	541	500	-	263	340	520	-	293	-	633	-	1553	14
<b>FS4002</b>	1528	-	858	-	706	650	-	357	460	700	-	267	-	507	-	1147	18
<b>FS4752</b>	1778	-	858	-	706	650	-	357	460	700	-	285	-	587	-	1395	18
<b>FS5502</b>	2028	-	858	-	706	650	-	357	460	700	-	317	-	667	-	1647	18

\* Optionset vgl. Seite 2 unten  
\*\* Absperrventil ist Option

\* Option set see page 2 bottom  
\*\* Shut-of valve is option

\* Комплект опций см. внизу на странице 2  
\*\* Запорный клапан как опция

Abmessungen der Anschlüsse siehe Seiten 4 und 5  
Legende zu den Maßzeichnungen siehe Seite 6 und 7

Dimensions of connections see pages 4 and 5  
Legend to the dimensional drawings see page 6 and 7

Размеры присоединений см. стр. 4 и 5  
Обозначения см. стр. 6 и 7

## Zubehörteile

Mehrpreise und Liefer-Möglichkeiten siehe Preisliste

### □ Stufenlose Messung des Flüssigkeitsniveaus

Elektrisches Signal zur

- direkten Anzeige in Prozent der Maximalfüllung oder zur
- Weiterverarbeitung in elektronischen Anlagen-Steuerungen.

Besondere Vorteile:

- Vermeidung von unwirtschaftlicher Anlagen**über**füllung mit zu hohen Verflüssigungsdrücken
- Vermeidung von Anlagen**unter**füllung mit Bildung von Gasblasen in der Flüssigkeitsleitung
- Früh-Erkennung von Leckage
- Signalisierung von Kältemittel-Verlagerung

Geeignet für die Typen:  
FS202 .. FS5502

Nachträglicher Einbau möglich.  
Platzbedarf nach oben: mindestens Länge der neuen Mess-Sonde.

## Accessories

Refer to Price List for additional charges and delivery options

### □ Stepless liquid level measurement

Electric signal for

- direct display in percent of maximum level or for
- processing in electronic system controls.

Special advantages:

- Avoids inefficient system **over**-charges with excessive condensing pressures
- Avoids system **under**-charges with vapor bubbles in the liquid line
- Early detection of leakages
- Indication of refrigerant migration

Suitable for models:  
FS202 .. FS5502

Retrofitting possible. Upper space requirement: the height of the new probe as a minimum.

## Принадлежности

Цены и возможности поставок см. Прайслист

### □ Бесступенчатое измерение уровня хладагента

Электрический сигнал к

- устройству прямой индикации в процентах от уровня максимального наполнения или для
- дальнейшей обработки в электронных устройствах управления установкой.

Особые преимущества:

- Исключение неэффективного **переполнения** систем со слишком высокими давлениями конденсации
- Исключение **недозаправки** систем с образованием газовых пузырьков в жидкостной линии
- Раннее распознавание утечек
- Сигнализация изменения уровня хладагента

Подходят для типов:  
FS202 .. FS5502

Возможность встраивания в действующую установку.  
Необходимо свободное место для монтажа сверху: как минимум высота нового датчика.

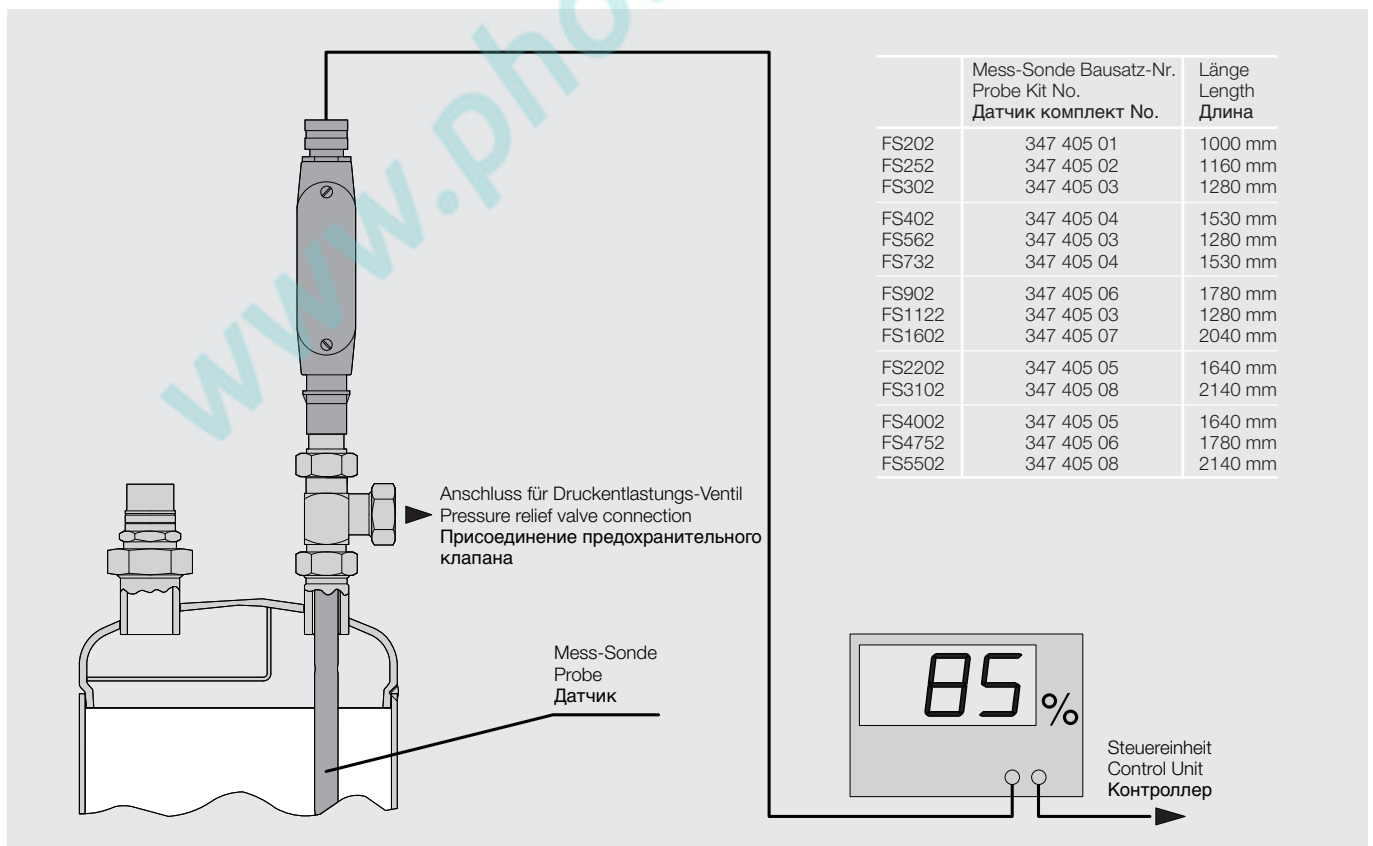


Abb. 1 Stufenlose Messung des Flüssigkeitsniveaus

Fig. 1 Stepless liquid level measurement

Рис. 1 Бесступенчатое измерение уровня хладагента

## Zubehörteile

- ❑ **Elektrische Niveau-Überwachung**  
Überwachung durch Schwimmerschalter Bausatz-Nr. 347 403 02  
maximal zulässiger Druck 28 bar

### Minimalstands-Überwachung

FS152 .. FS5502  
F562N .. F3102N  
im unteren Schauglas-Anschluss montieren

### Maximalstands-Überwachung

FS152 .. FS5502  
im oberen Schauglas-Anschluss montieren

Nachträglicher Einbau anstelle der Schaugläser möglich.

## Accessories

- ❑ **Electric liquid level control**  
Monitoring by float switch  
Kit No. 347 403 02  
maximum allowable pressure 28 bar

### Minimum level control

FS152 .. FS5502  
F562N .. F3102N  
mount into the lower sight glass connection

### Maximum level control

FS152 .. FS5502  
mount into the upper sight glass connection

Retrofitting in place of the sight glasses is possible.

## Принадлежности

- ❑ **Электрическое устройство контроля уровня жидкости**  
Контроль с помощью поплавкового датчика - комплект No. 347 403 02  
макс. допустимое давление 28 бар

### Контроль минимального уровня

FS152 .. FS5502  
F562N .. F3102N  
устанавливается вместо нижнего смотрового стекла

### Контроль максимального уровня

FS152 .. FS5502  
устанавливается вместо верхнего смотрового стекла

Возможно встраивание в действующую установку вместо смотр. стекл

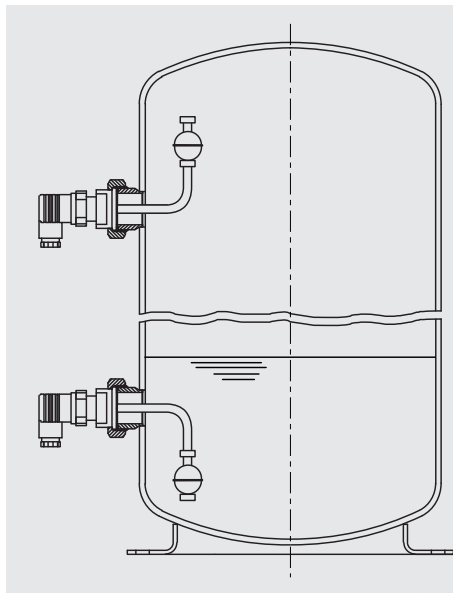


Abb. 2 Niveau-Überwachung mit Schwimmerschalter  
⊙ Wiedereinschaltsperr

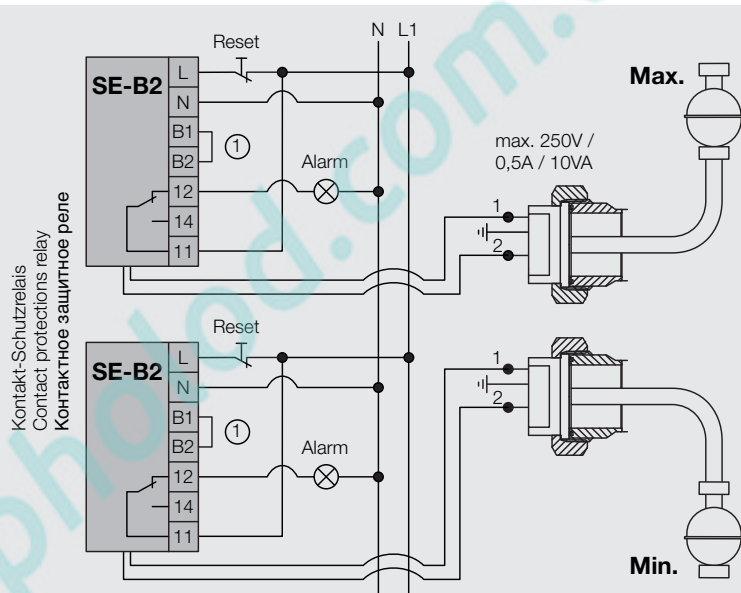


Fig. 2 Level control with float switch  
⊙ Restart lockout

Рис. 2 Контроль уровня с помощью поплавкового датчика  
⊙ Блокировка сброса

### ❑ Kontaktschutz-Relais SE-B2 für Minimalstands-Überwachung

Zulässige Kontaktbelastung:  
250 V / 2,5 A / 300 VA  
Beschreibung siehe Technische Information DT-120

### ❑ Adapter für Rotalock-Schauglas-Anschluss

Adapterstück mit Innengewinde 1/2" NPT zum Einbau optoelektronischer Sensoren.  
Lieferbar für die Typen:  
FS102 bis FS5502  
Teile-Nr. 366 005 06

### ❑ Befestigungsschienen

unten und oben bei liegenden Flüssigkeitssammlern Zuordnung siehe Seite 9

### ❑ Contact protection relays SE-B2 for minimum level control

Maximum contact load:  
250 V / 2,5 A / 300 VA  
Description see Technical Information DT-120

### ❑ Adaptor for Rotalock sight glass connection

Adaptor with internal thread 1/2" NPT for fitting of opto-electronic sensors. Available for the following types:  
FS102 to FS5502  
Part Nr. 366 005 06

### ❑ Fixing rails

top and bottom for horizontal liquid receivers. For arrangement see page 9

### ❑ Контактное защитное реле SE-B2 для контроля минимального уровня

максимальная нагрузка на контакты:  
250 V / 2,5 A / 300 VA  
Описание смотри Техническая информация DT-120

### ❑ Адаптер для присоединения смотрового стекла Rotalock

Адаптер с внутренней резьбой 1/2" NPT для монтажа оптоэлектронных датчиков.  
Доступен для следующих типов:  
FS102 до FS5502  
Номер для заказа No. 366 005 06

### ❑ Монтажные шины

снизу и сверху для горизонтальных ресиверов. Расположение см. стр. 9

### Zubehörteile

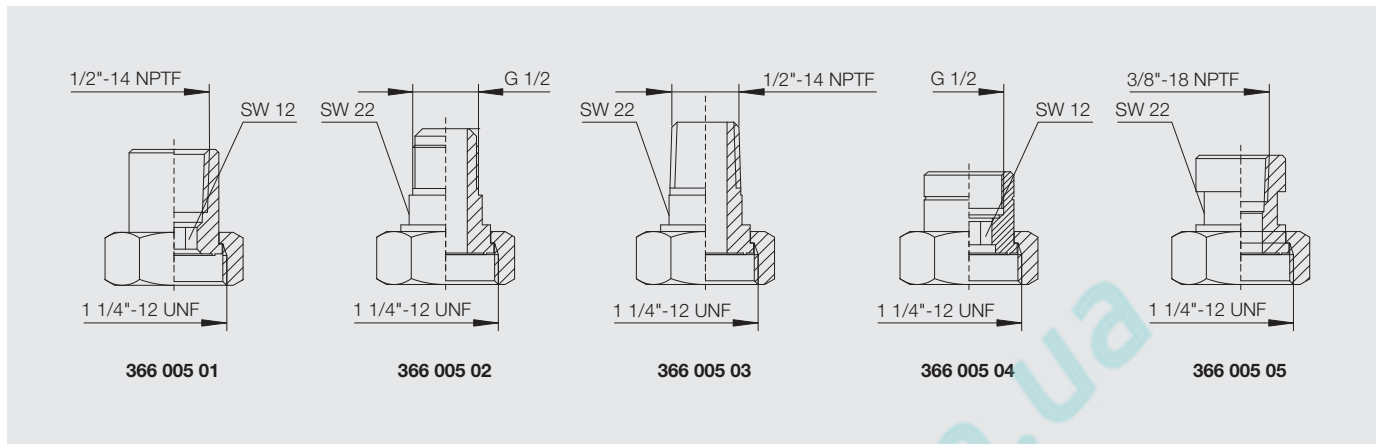
### Accessories

### Принадлежности

□ Adapter zum Anschließen des Druckentlastungs-Ventils

□ Adaptor for pressure relief valve connection

□ Адаптер для присоединения предохранительного клапана



□ Absperrventil am Eintritt des Flüssigkeitssammlers ①

□ Shut-off valve at inlet of liquid receiver ①

□ Запорный клапан на входе ресивера хладагента ①

Typ	Anschlussgewinde/-flansch	Anschluss	Absperrventil Bausatz-Nr.	Typ	Anschlussgewinde/-flansch	Anschluss	Absperrventil Bausatz-Nr.
Type	Joining thread/flange	Connection	Shut-off valve Kit No.	Type	Joining thread/flange	Connection	Shut-off valve Kit No.
Тип	Соединительная резьба/фланец	Присоединение	Запорный клапан Комплект No.	Тип	Соединительная резьба/фланец	Присоединение	Запорный клапан Комплект No.
<b>F062H</b>	1" - 14 UNS	12	1/2"	<b>FS36</b>	-	-	-
<b>F102H</b>	1 1/4" - 12 UNF	22	7/8"				
<b>F152H</b>	1 1/4" - 12 UNF	22	7/8"	<b>FS56</b>	-	-	-
<b>F192T</b>	1 1/4" - 12 UNF	22	7/8"	<b>FS76</b>	-	-	-
<b>F202H</b>	1 1/4" - 12 UNF	22	7/8"	<b>FS102</b>	1 1/4" - 12 UNF	22	7/8"
<b>F252H</b>	1 1/4" - 12 UNF	22	7/8"	<b>FS152</b>	1 1/4" - 12 UNF	22	7/8"
<b>F302H</b>	1 1/4" - 12 UNF	22	7/8"				
<b>F392T</b>	1 1/4" - 12 UNF	22	7/8"	<b>FS126</b>	-	-	-
<b>F402H</b>	1 3/4" - 12 UNF	28	1 1/8"	<b>FS202</b>	1 3/4" - 12 UNF	28	1 1/8"
<b>F552T</b>	1 3/4" - 12 UNF	28	1 1/8"	<b>FS252</b>	1 3/4" - 12 UNF	28	1 1/8"
<b>F562N</b>	2 1/4" - 12 UN	35	1 3/8"	<b>FS302</b>	1 3/4" - 12 UNF	28	1 1/8"
<b>F732N</b>	2 1/4" - 12 UN	35	1 3/8"	<b>FS402</b>	1 3/4" - 12 UNF	28	1 1/8"
<b>F902N</b>	2 1/4" - 12 UN	42	1 5/8"	<b>FS562</b>	2 1/4" - 12 UN	35	1 5/8"
<b>F1052T</b>	2 1/4" - 12 UN	42	1 5/8"	<b>FS732</b>	2 1/4" - 12 UN	35	1 5/8"
<b>F1202N</b>	112 x 112	54	2 1/8"	<b>FS902</b>	2 1/4" - 12 UN	42	1 5/8"
<b>F1602N</b>	112 x 112	54	2 1/8"	<b>FS1122</b>	112 x 112	54	2 1/8"
<b>F2202N</b>	140 x 140	76	3 1/8"	<b>FS1602</b>	112 x 112	54	2 1/8"
<b>F3102N</b>	140 x 140	76	3 1/8"	<b>FS2202</b>	140 x 140	76	3 1/8"
				<b>FS3102</b>	140 x 140	76	3 1/8"
				<b>FS4002</b>	160 x 160	DN100	361 352 07
				<b>FS4752</b>	160 x 160	DN100	361 352 07
				<b>FS5502</b>	160 x 160	DN100	361 352 07

① Bei beidseitig absperrbarem Behälter kann abhängig von der Kältemittelmenge im Kältekreislauf und Behälter-Inhalt ein Druckentlastungs-Ventil erforderlich werden.

① A pressure relief valve may be required, if both sides of the liquid receiver can be shut off, depending upon the quantity of refrigerant in the system and the receiver volume of the vessel.

① Может потребоваться предохранительный клапан, в зависимости от количества хладагента в системе и вместимости сосуда, для запираемого с двух сторон ресивера хладагента.

# TP, TPD, TPE, TPED

Паспорт, Руководство по монтажу и эксплуатации



**Приложение 1.**

Давление на входе в барах (измерения производились во всасывающей части насоса)

**50 Гц, 2-полюсн**

Тип насоса	P [бар]						
	20 °С	60 °С	90 °С	110 °С	120 °С	140 °С	150 °С
TP 25-50R/2	0.1	0.1	0.2	0.5	-	-	-
TP 25-80R/2	0.1	0.1	0.1	0.3	-	-	-
TP 25-90R/2	0.1	0.1	0.2	0.5	-	-	-
TP 32-50R/2	0.1	0.1	0.1	0.2	-	-	-
TP 32-80R/2	0.1	0.1	0.2	0.5	-	-	-
TP 32-90R/2	0.1	0.1	0.2	0.5	-	-	-
TP, TPD 32-60/2	0.1	0.1	0.2	1.0	1.5	3.2	-
TP, TPD 32-120/2	0.1	0.2	0.7	1.5	2.0	3.7	-
TP, TPD 32-150/2	0.1	0.3	0.8	1.6	2.1	3.8	-
TP, TPD 32-180/2	0.5	0.7	1.2	2.0	2.5	4.2	-
TP, TPD 32-230/2	0.7	0.9	1.4	2.2	2.7	4.4	-
TP, TPD 32-200/2	0.1	0.1	0.2	0.9	1.5	3.1	-
TP, TPD 32-250/2	0.1	0.1	0.3	1.0	1.6	3.2	-
TP, TPD 32-320/2	0.1	0.1	0.6	1.3	1.9	3.5	-
TP, TPD 32-380/2	0.1	0.2	0.7	1.4	2.0	3.6	-
TP, TPD 32-460/2	0.1	0.2	0.7	1.4	1.9	3.6	-
TP, TPD 32-580/2	0.2	0.4	0.9	1.6	2.2	3.8	-
TP 40-50/2	0.1	0.1	0.1	0.3	-	-	-
TP 40-80/2	0.1	0.1	0.2	0.5	-	-	-
TP 40-90/2	0.1	0.1	0.2	0.5	-	-	-
TP, TPD 40-60/2	0.1	0.1	0.5	1.2	1.8	3.5	-
TP, TPD 40-120/2	0.1	0.1	0.4	1.2	1.7	3.4	-
TP 40-180/2	0.1	0.2	0.7	1.5	2.0	3.7	-
TP, TPD 40-190/2	0.1	0.3	0.8	1.6	2.1	3.8	-
TP, TPD 40-230/2	0.7	0.9	1.4	2.2	2.7	4.4	-
TP, TPD 40-270/2	0.7	0.9	1.4	2.2	2.7	4.4	-
TP, TPD 40-240/2	0.1	0.1	0.4	1.1	1.7	3.3	-
TP, TPD 40-300/2	0.1	0.1	0.4	1.1	1.6	3.3	-
TP, TPD 40-360/2	0.2	0.4	0.9	1.6	2.1	3.8	-
TP, TPD 40-430/2	0.1	0.1	0.5	1.2	1.8	3.4	-
TP, TPD 40-530/2	0.1	0.1	0.6	1.3	1.9	3.5	-
TP, TPD 40-630/2	0.1	0.3	0.8	1.5	2.1	3.7	-
TP, TPD 50-60/2	0.1	0.1	0.4	1.1	1.7	3.4	-
TP, TPD 50-120/2	0.1	0.2	0.7	1.5	2.0	3.7	-
TP, TPD 50-180/2	0.1	0.2	0.7	1.4	2.0	3.7	-
TP, TPD 50-160/2	0.1	0.1	0.1	0.8	1.4	3.0	-
TP, TPD 50-190/2	0.1	0.1	0.1	0.8	1.4	3.0	-
TP, TPD 50-240/2	0.1	0.1	0.1	0.8	1.4	3.0	-
TP, TPD 50-290/2	0.1	0.1	0.2	0.9	1.5	3.1	-
TP, TPD 50-360/2	0.1	0.1	0.2	1.0	1.5	3.1	-
TP, TPD 50-430/2	0.1	0.1	0.4	1.1	1.6	3.3	-
TP, TPD 50-420/2	0.1	0.1	0.3	1.1	1.6	3.2	-
TP, TPD 50-540/2	0.1	0.1	0.5	1.3	1.8	3.4	-
TP, TPD 50-630/2	0.1	0.1	0.6	1.4	1.9	3.6	-
TP, TPD 50-710/2	0.6	0.8	1.3	2.0	2.6	4.2	-
TP, TPD 50-830/2	0.5	0.7	1.2	2.0	2.5	4.1	-
TP, TPD 50-960/2	1.0	1.2	1.7	2.4	3.0	4.6	-
TP, TPD 65-60/2	0.1	0.3	0.8	1.5	2.1	3.8	-

Тип насоса	P [бар]						
	20 °C	60 °C	90 °C	110 °C	120 °C	140 °C	150 °C
TP, TPD 65-120/2	0.5	0.7	1.2	2.0	2.5	4.2	-
TP, TPD 65-180/2	0.3	0.5	1.0	1.8	2.3	4.0	-
TP, TPD 65-170/2	0.1	0.1	0.1	0.9	1.4	3.1	-
TP, TPD 65-210/2	0.1	0.1	0.2	0.9	1.5	3.1	-
TP, TPD 65-250/2	0.1	0.1	0.3	1.0	1.6	3.2	-
TP, TPD 65-340/2	0.1	0.1	0.2	0.9	1.4	3.1	-
TP, TPD 65-410/2	0.1	0.1	0.2	0.9	1.4	3.1	-
TP, TPD 65-460/2	0.1	0.1	0.2	1.0	1.5	3.1	-
TP, TPD 65-550/2	0.1	0.1	0.3	1.0	1.6	3.2	-
TP, TPD 65-660/2	0.1	0.1	0.4	1.1	1.6	3.3	-
TP, TPD 65-720/2	0.1	0.1	0.6	1.3	1.9	3.5	-
TP, TPD 65-930/2	0.6	0.8	1.3	2.0	2.6	4.2	-
TP, TPD 80-120/2	1.2	1.4	1.9	2.7	3.2	4.9	-
TP, TPD 80-140/2	0.1	0.2	0.7	1.4	1.9	3.6	-
TP, TPD 80-180/2	0.1	0.1	0.3	1.1	1.6	3.2	-
TP, TPD 80-210/2	0.1	0.1	0.4	1.1	1.7	3.3	-
TP, TPD 80-240/2	0.1	0.1	0.5	1.3	1.8	3.4	-
TP, TPD 80-250/2	0.1	0.3	0.8	1.6	2.1	3.7	-
TP, TPD 80-330/2	0.1	0.2	0.7	1.4	2.0	3.6	-
TP, TPD 80-400/2	0.2	0.4	0.9	1.6	2.2	3.8	-
TP, TPD 80-520/2	0.1	0.1	0.6	1.4	1.9	3.5	-
TP, TPD 80-570/2	0.1	0.3	0.8	1.6	2.1	3.7	-
TP, TPD 80-700/2	0.6	0.8	1.3	2.1	2.6	4.2	-
TP, TPD 100-120/2	1.9	2.1	2.6	3.4	3.9	5.6	-
TP, TPD 100-160/2	0.1	0.1	0.6	1.3	1.9	3.5	-
TP, TPD 100-200/2	0.1	0.1	0.4	1.2	1.7	3.3	-
TP, TPD 100-240/2	0.1	0.1	0.5	1.3	1.8	3.4	-
TP, TPD 100-250/2	0.6	0.8	1.3	2.0	2.5	4.2	-
TP, TPD100-310/2	0.6	0.8	1.3	2.0	2.6	4.2	-
TP, TPD 100-360/2	0.6	0.8	1.3	2.0	2.5	4.2	-
TP, TPD 100-390/2	1.0	1.2	1.7	2.4	3.0	4.6	-
TP, TPD 100-480/2	1.5	1.7	2.2	2.9	3.5	5.1	-
TP 100-530/2	1.6	1.8	2.2	3.2	3.7	5.3	6.6
TP 100-650/2	1.4	1.6	2	3	3.5	5.1	6.4
TP 100-800/2	1.3	1.5	1.9	2.9	3.4	5	6.3
TP 100-950/2	1.3	1.5	1.9	2.9	3.4	5	6.3
TP 100-1040/2	1.2	1.4	1.8	2.8	3.3	4.9	6.2
TP 100-1200/2	1.2	1.4	1.8	2.8	3.3	4.9	6.2
TP 100-1410/2	1.2	1.4	1.8	2.8	3.3	4.9	6.2
TP 100-650/2	1.4	1.6	2	3	3.5	5.1	6.4
TP 100-800/2	1.3	1.5	1.9	2.9	3.4	5	6.3
TP 100-950/2	1.3	1.5	1.9	2.9	3.4	5	6.3
TP 100-1040/2	1.2	1.4	1.8	2.8	3.3	4.9	6.2
TP 100-1200/2	1.2	1.4	1.8	2.8	3.3	4.9	6.2
TP 100-1410/2	1.2	1.4	1.8	2.8	3.3	4.9	6.2

## 50 Гц, 4-полюсн

Тип насоса	P [бар]						
	20 °С	60 °С	90 °С	110 °С	120 °С	140 °С	150 °С
TP, TPD 32-30/4	0.1	0.1	0.1	0.8	1.4	3.1	-
TP, TPD 32-40/4	0.1	0.1	0.1	0.9	1.4	3.1	-
TP, TPD 32-60/4	0.1	0.1	0.3	1.1	1.6	3.3	-
TP, TPD 32-80/4	0.1	0.1	0.1	0.5	1.0	2.7	-
TP, TPD 32-100/4	0.1	0.1	0.1	0.5	1.1	2.7	-
TP, TPD 32-120/4	0.1	0.1	0.1	0.6	1.1	2.7	-
TP, TPD 40-30/4	0.1	0.1	0.2	0.9	1.5	3.2	-
TP 40-60/4	0.1	0.1	0.1	0.8	1.4	3.1	-
TP, TPD 40-90/4	0.1	0.1	0.3	1.0	1.6	3.3	-
TP, TPD 40-100/4	0.1	0.1	0.2	0.9	1.5	3.1	-
TP, TPD 40-110/4	0.1	0.1	0.1	0.6	1.2	2.8	-
TP, TPD 40-140/4	0.1	0.1	0.1	0.7	1.3	2.9	-
TP, TPD 50-30/4	0.1	0.1	0.1	0.9	1.4	3.1	-
TP, TPD 50-60/4	0.1	0.1	0.2	0.9	1.5	3.2	-
TP, TPD 50-90/4	0.1	0.1	0.1	0.6	1.1	2.8	-
TP, TPD 50-80/4	0.1	0.1	0.1	0.8	1.3	3.0	-
TP, TPD 50-120/4	0.1	0.1	0.1	0.7	1.3	2.9	-
TP, TPD 50-140/4	0.1	0.1	0.1	0.7	1.3	2.9	-
TP, TPD 50-190/4	0.1	0.1	0.1	0.9	1.4	3.0	-
TP, TPD 50-230/4	0.1	0.1	0.2	1.0	1.5	3.1	-
TP, TPD 65-30/4	0.1	0.2	0.7	1.5	2.0	3.7	-
TP, TPD 65-60/4	0.2	0.4	0.9	1.6	2.2	3.9	-
TP, TPD 65-90/4	0.1	0.1	0.1	0.6	1.1	2.7	-
TP, TPD 65-110/4	0.1	0.1	0.1	0.6	1.1	2.7	-
TP, TPD 65-130/4	0.1	0.1	0.1	0.6	1.1	2.8	-
TP, TPD 65-150/4	0.1	0.1	0.1	0.6	1.2	2.8	-
TP, TPD 65-170/4	0.1	0.1	0.1	0.6	1.2	2.8	-
TP, TPD 65-240/4	0.1	0.1	0.1	0.8	1.3	2.9	-
TP, TPD 80-30/4	0.8	1.0	1.5	2.2	2.8	4.5	-
TP, TPD 80-60/4	0.8	1.0	1.5	2.3	2.8	4.5	-
TP, TPD 80-70/4	0.1	0.1	0.1	0.8	1.3	2.9	-
TP, TPD 80-90/4	0.1	0.1	0.1	0.7	1.2	2.8	-
TP, TPD 80-110/4	0.1	0.1	0.1	0.8	1.4	3.0	-
TP, TPD 80-150/4	0.1	0.1	0.1	0.8	1.3	2.9	-
TP, TPD 80-170/4	0.1	0.1	0.2	1.0	1.5	3.1	-
TP, TPD 80-240/4	0.1	0.1	0.3	1.0	1.5	3.2	-
TP, TPD 80-270/4	0.1	0.1	0.2	0.9	1.5	3.1	-
TP, TPD 80-340/4	0.1	0.1	0.3	1.1	1.6	3.2	-
TP, TPD 100-30/4	0.8	1.0	1.5	2.2	2.8	4.5	-
TP, TPD 100-60/4	0.6	0.8	1.3	2.0	2.6	4.3	-
TP, TPD 100-70/4	0.1	0.1	0.1	0.8	1.3	3.0	-
TP, TPD 100-90/4	0.1	0.1	0.1	0.9	1.4	3.0	-
TP, TPD 100-110/4	0.1	0.1	0.2	1.0	1.5	3.1	-
TP, TPD 100-130/4	0.1	0.1	0.6	1.3	1.9	3.5	-
TP 100-140/4	0.2	0.4	0.8	1.8	2.3	3.9	5.2
TP, TPD 100-170/4	0.3	0.5	1.0	1.7	2.3	3.9	5.2
TP, TPD 100-200/4	0.1	0.1	0.5	1.2	1.8	3.4	4.7
TP, TPD 100-250/4	0.1	0.2	0.7	1.4	2.0	3.6	4.9
TP, TPD 100-330/4	0.3	0.5	1.0	1.7	2.3	3.9	5.2
TP, TPD 100-370/4	0.3	0.5	1.0	1.7	2.3	3.9	5.2
TP, TPD 100-410/4	0.5	0.7	1.2	1.9	2.5	4.1	5.4
TP 125-60/4	0.1	0.1	0.1	0.8	1.4	3.0	-
TP 125-80/4	0.1	0.1	0.1	0.9	1.4	3.1	-

Тип насоса	P [бар]						
	20 °C	60 °C	90 °C	110 °C	120 °C	140 °C	150 °C
50 Гц, 4-полюсн							
TP 125-95/4	0.1	0.1	0.2	0.9	1.5	3.1	-
TP, TPD 125-110/4	0.1	0.1	0.1	0.9	1.4	3.0	-
TP, TPD 125-130/4	0.1	0.1	0.2	0.9	1.5	3.1	-
TP 125-150/4	0.2	0.4	0.8	1.8	2.3	3.9	5.2
TP, TPD 125-160/4	0.1	0.1	0.2	1.0	1.5	3.1	-
TP, TPD 125-190/4	0.1	0.1	0.2	0.9	1.5	3.1	4.4
TP, TPD 125-230/4	0.1	0.1	0.3	1.0	1.6	3.2	4.5
TP, TPD 125-300/4	0.1	0.1	0.2	0.9	1.5	3.1	4.4
TP, TPD 125-340/4	0.1	0.1	0.3	1.0	1.5	3.2	4.5
TP, TPD 125-400/4	0.1	0.1	0.3	1.0	1.6	3.2	4.5
TP 150-70/4	0.1	0.1	0.3	1.1	1.6	3.2	-
TP 150-110/4	0.1	0.1	0.4	1.1	1.7	3.3	-
TP 150-155/4	0.1	0.1	0.5	1.2	1.8	3.4	-
TP 150-170/4	0.1	0.1	0.6	1.3	1.9	3.5	-
TP, TPD 150-130/4	0.1	0.1	0.4	1.1	1.6	3.3	4.6
TP, TPD 150-160/4	0.1	0.1	0.4	1.1	1.7	3.3	4.6
TP, TPD 150-200/4	0.1	0.1	0.4	1.1	1.7	3.3	4.6
TP, TPD 150-220/4	0.1	0.1	0.5	1.2	1.8	3.4	4.7
TP, TPD 150-250/4	0.1	0.1	0.6	1.3	1.9	3.5	4.8
TP 150-260/4	0.1	0.1	0.5	1.2	1.8	3.4	4.7
TP 150-280/4	0.1	0.3	0.8	1.5	2.1	3.7	5.0
TP 150-340/4	0.1	0.2	0.7	1.5	2.0	3.6	4.9
TP 150-390/4	0.1	0.2	0.7	1.4	2.0	3.6	4.9
TP 150-450/4	0.1	0.1	0.5	1.2	1.8	3.4	4.7
TP 150-520/4	0.1	0.1	1.0	1.5	1.9	3.5	4.8
TP 150-660/4	0.1	0.2	0.7	1.4	1.9	3.6	4.9
TP 150-680/4	0.1	0.2	0.7	1.4	2.0	3.6	-
TP 200-50/4	0.3	0.4	0.9	1.7	2.2	3.8	-
TP 200-70/4	0.1	0.3	0.8	1.5	2.1	3.7	-
TP 200-90/4	0.1	0.2	0.7	1.4	2.0	3.6	-
TP 200-130/4	0.1	0.1	0.5	1.2	1.8	3.4	-
TP 200-150/4	0.1	0.1	0.4	1.2	1.7	3.3	-
TP 200-160/4	0.3	0.5	1.0	1.7	2.3	3.9	5.2
TP 200-190/4	0.2	0.4	0.9	1.6	2.2	3.8	5.1
TP 200-200/4	0.2	0.4	0.9	1.6	2.1	3.8	5.1
TP 200-240/4	0.1	0.2	0.7	1.4	2.0	3.6	4.9
TP 200-270/4	0.1	0.1	0.4	1.1	1.7	3.3	4.6
TP 200-290/4	0.1	0.1	0.6	1.3	1.9	3.5	4.8
TP 200-320/4	0.1	0.1	0.5	1.2	1.8	3.4	4.7
TP 200-330/4	0.1	0.1	0.3	1.1	1.6	3.2	4.5
TP 200-360/4	0.1	0.1	0.3	1.1	1.6	3.2	4.5
TP 200-400/4	0.1	0.1	0.3	1.0	1.6	3.2	4.5
TP 200-410/4	0.1	0.2	0.7	1.4	1.9	3.6	4.9
TP 200-470/4	0.1	0.1	0.4	1.1	1.6	3.3	4.6
TP 200-530/4	0.1	0.1	0.4	1.1	1.7	3.3	4.6
TP 200-590/4	0.1	0.2	0.7	1.4	2.0	3.6	4.9
TP 200-660/4	0.2	0.4	0.9	1.7	2.2	3.8	5.1
TP 250-280/4	0.1	0.1	0.1	0.8	1.4	3.1	-
TP 250-310/4	0.1	0.1	0.1	0.8	1.4	3.1	-
TP 250-390/4	0.1	0.1	0.1	0.8	1.4	3.1	-
TP 300-190/4	0.5	0.7	1.1	2.1	2.6	4.2	5.5
TP 300-220/4	0.3	0.5	0.9	1.9	2.4	4	5.3
TP 300-250/4	0.1	0.3	0.7	1.7	2.2	3.8	5.1
TP 300-290/4	0.5	0.7	1.1	2.1	2.6	4.2	5.5

Тип насоса	P [бар]						
	20 °C	60 °C	90 °C	110 °C	120 °C	140 °C	150 °C
<b>50 Гц, 4-полюсн</b>							
TP 300-390/4	0.5	0.7	1.1	2.1	2.6	4.2	5.5
TP 300-420/4	0.5	0.7	1.1	2.1	2.6	4.2	5.5
TP 300-430/4	0.5	0.7	1.1	2.1	2.6	4.2	5.5
TP 300-500/4	0.4	0.6	1	2	2.5	4.1	5.4
TP 300-550/4	0.3	0.5	0.9	1.9	2.4	4	5.3
TP 350-230/4	2.0	2.2	2.6	3.6	4.1	5.7	7.0
TP 350-280/4	2.0	2.2	2.6	3.6	4.1	5.7	7.0
TP 350-310/4	2.0	2.2	2.6	3.6	4.1	5.7	7.0
TP 350-360/4	1.5	1.7	2.1	3.1	3.6	5.2	6.5
TP 350-420/4	1.4	1.6	2.0	3.0	3.5	5.1	6.4
TP 350-480/4	1.3	1.5	1.9	2.9	3.4	5.0	6.3
TP 350-530/4	0.5	0.7	1.1	2.1	2.6	4.2	5.5
TP 350-650/4	0.4	0.6	1.0	2.0	2.5	4.1	5.4
TP 350-780/4	0.3	0.5	0.9	1.9	2.4	4.0	5.3

**50 Гц, 6-полюсн**

Тип насоса	P [бар]						
	20 °C	60 °C	90 °C	110 °C	120 °C	140 °C	150 °C
<b>50 Гц, 6-полюсн</b>							
TP, TPD 125-60/6	0.1	0.1	0.1	0.7	1.2	2.8	-
TP, TPD 125-70/6	0.1	0.1	0.1	0.7	1.3	2.9	-
TP, TPD 125-80/6	0.1	0.1	0.1	0.7	1.2	2.9	-
TP, TPD 125-100/6	0.1	0.1	0.1	0.8	1.4	3.0	-
TP, TPD 125-130/6	0.1	0.1	0.1	0.7	1.3	2.9	-
TP, TPD 125-160/6	0.1	0.1	0.1	0.7	1.3	2.9	-
TP, TPD 150-60/6	0.1	0.1	0.1	0.7	1.3	2.9	-
TP, TPD 150-70/6	0.1	0.1	0.1	0.7	1.3	2.9	-
TP, TPD 150-90/6	0.1	0.1	0.1	0.8	1.3	2.9	-
TP, TPD 150-110/6	0.1	0.1	0.1	0.8	1.3	3.0	-

**60 Гц, 2-полюсн**

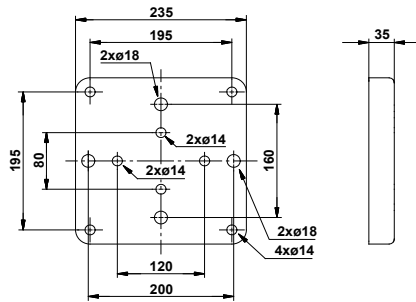
Тип насоса	P [бар]						
	20 °C	60 °C	90 °C	110 °C	120 °C	140 °C	150 °C
<b>60 Гц, 2-полюсн</b>							
TP 32-80/2	0.4	0.4	0.4	1.2	1.7	3.4	-
TP 32-160/2	0.4	0.6	1.1	1.9	2.4	4.1	-
TP 32-220/2	0.7	0.9	1.4	2.2	2.7	4.4	-
TP 32-260/2	0.7	0.9	1.4	2.2	2.7	4.4	-
TP 32-330/2	0.7	0.9	1.4	2.2	2.7	4.4	-
TP, TPD 32-300/2	0.1	0.1	0.1	0.7	1.2	2.8	-
TP, TPD 32-360/2	0.1	0.1	0.1	0.7	1.2	2.8	-
TP, TPD 32-450/2	0.1	0.1	0.1	0.7	1.2	2.8	-
TP, TPD 32-550/2	0.1	0.1	0.1	0.7	1.2	2.9	-
TP, TPD 32-680/2	0.1	0.1	0.2	0.9	1.5	3.1	-
TP, TPD 32-820/2	0.5	0.7	1.2	1.9	2.5	4.1	-
TP 40-80/2	0.1	0.3	0.8	1.6	2.1	3.8	-
TP 40-160/2	0.1	0.2	0.7	1.5	2.0	3.7	-
TP 40-240/2	0.4	0.6	1.1	1.9	2.4	4.1	-
TP 40-270/2	0.7	0.9	1.4	2.2	2.7	4.4	-

### Приложение 2.

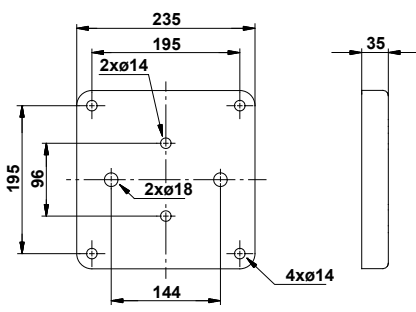
Максимальный уровень шума

Трехфазный электродвигатель [кВт]	50 Гц [дБ(А)]		
	2-полюсн	4-полюсн	6-полюсн
0,12	< 70	< 70	-
0,18	< 70	< 70	-
0,25	56	41	-
0,37	56	45	-
0,55	57	42	-
0,75	53	59,5	-
1,1	53	49,5	-
1,5	58	50	47
2,2	60	51	52
3,0	59,5	53	63
4,0	63	54	63
5,5	62	50	63
7,5	60	51	66
11,0	60	53	-
15,0	60	54	-
18,5	60,5	60	-
22,0	65,5	60	-
30,0	70	62	-
37,0	71	66	-
45,0	67	66	-
55,0	72	67	-
75,0	74	70	-
90,0	73	70	-
110,0	76	70	-
132,0	76	70	-
160,0	76	70	-
200,0	-	70	-
250,0	-	73	-
315,0	-	73	-
355,0	-	75	-
400,0	-	75	-
500,0	-	75	-
560,0	-	78	-
630,0	-	78	-

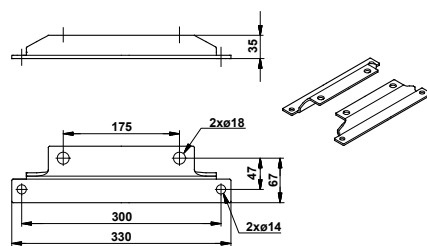
### Приложение 3.



TM00 9835 0497



TM00 3755 5097



TM02 5336 2602