



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування  
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Холодильні техніка та технології  
(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач

кафедри ТЕХТ

“ 31 ” березня 2022 року

**З А В Д А Н Н Я**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Яртим Олександр Олександрович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект розподільчого холодильника місткістю 4000 т у м. Полтава

керівник роботи доцент Рябчук Олександр Миколайович,  
( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 31 ” 03 2022 року №167-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 03.06.2022р.

3. Вихідні дані до роботи Холодоагент R744 вуглекислий газ

Тип продукту м'ясо

Ізоляційний матеріал пінополіуретан

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

1). Технолог. схема оброблення продукції.

2). Розрахунок холодильної частини проекту

3). Техніко економічні показники

4). Охорона праці

5. Перелік графічного матеріалу

1. План та розріз будівлі холодильника

2. Схема холодильної установки

3. План та розріз машинного відділення



## АНОТАЦІЯ

В дипломному проекті розрахований та спроектований розподільчий холодильник місткістю 4000 т у м. Полтава. В проекті розроблено холодильну схему, виконано підбір необхідного холодильного обладнання, спроектовано будівлю, розроблено план машинного відділення. Проект направлений на досягнення максимальної ефективності по витраті електроенергії під час роботи та досягнення необхідного ефекту в отриманні штучного холоду при мінімальних капітальних та експлуатаційних затратах. Наведено розрахунки холодоспоживання під час охолодження продукту, зроблено підбір газоохолоджувача та випарника, основного та допоміжного обладнання холодильної установки.

В дипломі містяться розділи: "Розрахунок холодильника", "Охорона праці", "Розрахунок економічної ефективності". В дипломному проекті враховані новітні досягнення в об'ємно-планувальних та конструктивних рішеннях холодильних установок і схемах охолодження. Проект виконаний на ПК, для розрахунків використовувалися такі прикладні програми: "MicrosoftOffice2007" та "MicrosoftExcel2007", креслення та схеми виконанні за допомогою програми "AutoCAD2022".

**Ключові слова:** зберігання охолодженого/замороженого м'яса, заморожування м'яса, CO<sub>2</sub>, зберігання охолоджених/заморожених продуктів, R744.

					00.ДП.142.008.440.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Яртим О.О.			Проект розподільчого холодильника місткістю 4000 т у м. Полтава	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Рябчук О.М.					4	130
Н. Контр.		.			НУХТ ХМ-4-12СК			
Затверд.		Петренко В.П.						

## ЗМІСТ

Вступ	6
1 Технологічна частина	7
Вихідні дані для проектування	7
Загальні відомості з технології заморожування і зберігання	9
Розрахунок площ і місткості камер, планування холодильника	11
Короткий опис будівельних конструкцій і споруд	17
Вибір та розрахунок теплоізоляції	18
Розрахунок теплоприпливів до камер	23
Вибір системи охолодження	38
Розрахунок основного та допоміжного устаткування, камерного обладнання, трубопроводів	43
Робота схеми	60
Механізація ВРТС-робіт	61

					00.ДП.142.008.440.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Яртим О.О.				Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Рябчук О.М.				5	130	
Н. Контр.	.				НУХТ ХМ-4-12СК		
Затверд.	Петренко В.П.						

Проект розподільчого  
холодильника місткістю  
4000 т у м. Полтава

Основні положення техніки безпеки	62
Заходи по захисту навколишнього середовища	63
2 Електрична частина	64
Загальні відомості про електрогосподарство холодильника	64
Розрахунок кабелю до холодильної машини	65
3 Автоматизація	66
4 Економічна частина	67
Вхідні дані	67
Кількість виробленого холоду	69
Розрахунок прямих витрат	70
Розрахунок непрямих витрат	75
Складання планової калькуляції одиниці виробленого холоду	77
Визначення основних показників економічної ефективності	78
Список використаної літератури	83
Додатки	85

## Вступ

Відомо, що швидкопсувні продукти мають знаходитись в належному середовищі, в якому є спеціальні умови для забезпечення найбільш довгого їх утримання з належними товарними властивостями.

Всі продукти зберігаються обмежений період часу, протягом якого вони мають відповідати запропонованим до них вимогам (в тому числі харчова цінність, а також встановлені нормативними документами вимоги з приводу допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин).

Зберігання продуктів при низьких температурах обумовлює уповільнення швидкості біохімічних процесів в середині продукту. З цього випливає, що при меншій температурі продукту їх період зберігання збільшується.

В розподільчому холодильнику створюються умови для найефективнішого зберігання швидкопсувних та сезонних харчових продуктів, які надходять з холодильників виробничого та заготівельного призначення. Це дозволяє забезпечувати населення цими продуктами протягом всього року.

Оскільки розподільчі холодильники розраховані на велику ємність зберігання, тому вони потребують велику холодопродуктивність. R744 має великі переваги в потужних системах, так як він дешевший на відміну від не натуральних фреонів, має великий коефіцієнт теплопередачі, не токсичний, не горючий, екологічний. Системи на такому холодильному агенті більш перспективні і актуальні.

На таких підприємствах можна якісно і ефективно зберігати м'ясні продукти, оскільки там забезпечуються оптимальні температурні режими, вологість і швидкість циркулюючого повітря у камерах.

					00.ДП.142.008.440.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Яртим О.О.				Проект розподільчого холодильника місткістю 4000 т у м. Полтава	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Рябчук О.М.						7	130
Н. Контр.	.				НУХТ ХМ-4-12СК			
Затверд.	Петренко В.П.							



Приймається для всіх камер зберігання охолодженого м'яса наступні параметри:

- Температура в камері  $t_{\text{кам}}=2^{\circ}\text{C}$ ,
- Відносна вологість в камері  $\phi=85\%$ ,
- Температура продукту на вході в камеру  $t_{\text{вх}}=-6^{\circ}\text{C}$ .
- Температура продукту на виході з камери  $t_{\text{вих}}=2^{\circ}\text{C}$ .

Приймається для всіх камер зберігання замороженого м'яса наступні параметри:

- Температура в камері  $t_{\text{кам}}=-25^{\circ}\text{C}$ ,
- Відносна вологість в камері  $\phi=95\%$ ,
- Температура продукту на вході в камеру  $t_{\text{вх}}=-8^{\circ}\text{C}$ .
- Температура продукту на виході з камери  $t_{\text{вих}}=-25^{\circ}\text{C}$ .

Приймається для камери заморожування м'яса наступні параметри:

- Температура в камері  $t_{\text{кам}}=-30^{\circ}\text{C}$ ,
- Відносна вологість в камері  $\phi=95\%$ ,
- Температура продукту на вході в камеру  $t_{\text{вх}}=4^{\circ}\text{C}$ .
- Температура продукту на виході з камери  $t_{\text{вих}}=-8^{\circ}\text{C}$

Прийнявши однакові параметри зберігання даний проект отримує більшу гнучкість, тому у випадках виходу з ладу однієї з камер, продукт можна переместити в іншу.

Для цеху товарної обробки прийняті наступні параметри:

- Температура в цеху  $t_{\text{цт}}=12^{\circ}\text{C}$ ,
- Відносна вологість в цеху  $\phi=80\%$ ,

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Параметри повітря в приміщеннях, які не охолоджуються, та температуру ґрунту під підлогою камер приймаю:

- Машинне відділення 24 °С;
- Тамбур 12 °С – температура в тамбурі не регульована.
- Виробничі приміщення 12 °С;
- Температура ґрунту 14 °С.

## 1.2. Загальні відомості з технології заморожування та зберігання

Технологія зберігання і заморожування м'яса поділяється на етапи: приймання охолодженого м'яса, зберігання його в камерах зберігання охолодженої продукції, заморожування в морозильній камері, зберігання в камерах для зберігання замороженої продукції, вивантаження замороженого м'яса.

### Приймання охолодженого м'яса

М'ясо буде надходити автомобільним транспортом у пластикових контейнерах(600х400х200 мм) на піддонах (габаритні розміри якого 1600 х 1200 х 1100 мм) з м'ясокомбінату на рампу розподільчого холодильника. Після розвантаження, їх розвозять на піддонах по камерах зберігання охолодженої продукції.

### Зберігання охолодженого м'яса

Зберігання м'яса відбувається в камерах зберігання охолодженої продукції у пластикових контейнерах на піддонах за наступними параметрами середовища:

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Відвантаження замороженого м'яса

Вантажувачі транспортують контейнери з камери зберігання замороженого м'яса на автомобільний транспорт, який розташовується на рампі..

Тривалість зберігання м'яса на підприємстві не більше 12 днів у охолоджену стані і не більше 3 місяців в замороженому.

### 1.3 Розрахунок площ і місткості камер, планування холодильника

Розрахунок площ камер розподільчого холодильника та їх числа.

Приймаю, що для зберігання охолодженого м'яса будуть застосовуватись 2 камери ємністю по 500 т, для зберігання замороженого м'яса: 4 камери по 750 т, для заморожування – 1 камера ємністю 24 т.

Площа камер зберігання охолодженого та замороженого м'яса розраховується за формулою(1):

$$F_{к.зб} = \frac{Вк}{q_0 * h_{гр} * \beta} \text{ м}^2 \quad (1)$$

, де

$V_k$  – ємність камери зберігання, т;

$q_0$  – норма завантаження на 1 м<sup>2</sup> вантажного об'єму камери, т/ м<sup>2</sup>;

$h_{гр}$  – вантажна висота штабелю, м;

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

$\beta$  – коефіцієнт використання будівельної площі камери.

Вантажну висоту( $h_{гр}$ ) у камерах приймаю 4,3 м, відповідна висота приміщення(від полу до низу стелі) буде 4,8 м. Норму завантаження( $q_0$ ) приймаю рівною 0,3 т/ м<sup>2</sup>, а коефіцієнт використання( $\beta$ ) – 0,85.

Тоді, розраховую площу камери зберігання охолодженого м'яса:

$$F_{к. зб. ох} = \frac{500}{0,3 * 4,3 * 0,85} = 456 \text{ м}^2$$

Розраховую площу камери зберігання замороженого м'яса

$$F_{к. зб. зам} = \frac{750}{0,3 * 4,3 * 0,85} = 684 \text{ м}^2$$

Площа камер заморожування м'яса розраховується за формулою(2):

$$F_{к. зам} = \frac{M\tau}{qf * 24} \text{ м}^2 \quad (2)$$

, де

M – добова продуктивність камери заморожування, т/добу;

$\tau$  - час циклу холодильної обробки, год;

$qf$  – норма завантаження на 1 м<sup>2</sup> вантажного об'єму камери, т/ м<sup>2</sup>.

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Час циклу холодильної обробки( $\tau$ ) включає в себе час на завантаження і розвантаження камери, відтайку камерного обладнання, приймаю його 24 год. Норму завантаження приймаю рівною 0,15 т/ м<sup>2</sup>.

Тоді, розраховую площу камери заморожування м'яса:

$$F_{\text{к. зам}} = \frac{24 * 24}{0,15 * 24} = 160 \text{ м}^2$$

Розраховую загальну площу камер зберігання:

$$F_{\text{к. зб}} = F_{\text{к. зб. ох}} * 2 + F_{\text{к. зб. зам}} * 2 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{к. зб}} = 456 * 2 + 684 * 2 = 2280 \text{ м}^2$$

Розраховую загальну площу допоміжних приміщень за формулою(3):

$$F_{\text{доп}} = 0,35 * F_{\text{к. зб}} \text{ м}^2 \quad (3)$$

$$F_{\text{доп}} = 0,35 * 2280 = 798 \text{ м}^2$$

Розраховую загальну площу холодильного складу:

$$F_{\text{хол}} = F_{\text{к. зб}} + F_{\text{доп}} + F_{\text{к. зам}} \text{ м}^2$$

$$F_{\text{хол}} = 2280 + 798 + 160 = 3238 \text{ м}^2$$

Розраховую кількість будівельних прямокутників:

$$n = \frac{F_{\text{хол}}}{f_{\text{буд}}}$$

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

де :

$f_{\text{буд}}$  – будівельна площа одного прямокутника (приймаю 6х12 м)  
відповідно його площа становить 72 м<sup>2</sup>.

$$n = \frac{3238}{72} = 45 \text{ прямокутників}$$

Розраховую площу машинного відділення за формулою(4):

$$F_{\text{маш}} = 0,1 * F_{\text{к.зб}} \text{ м}^2 \quad (4)$$

$$F_{\text{маш}} = 0,1 * 2280 = 228 \text{ м}^2$$

Складаю планування розподільчого холодильника.

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

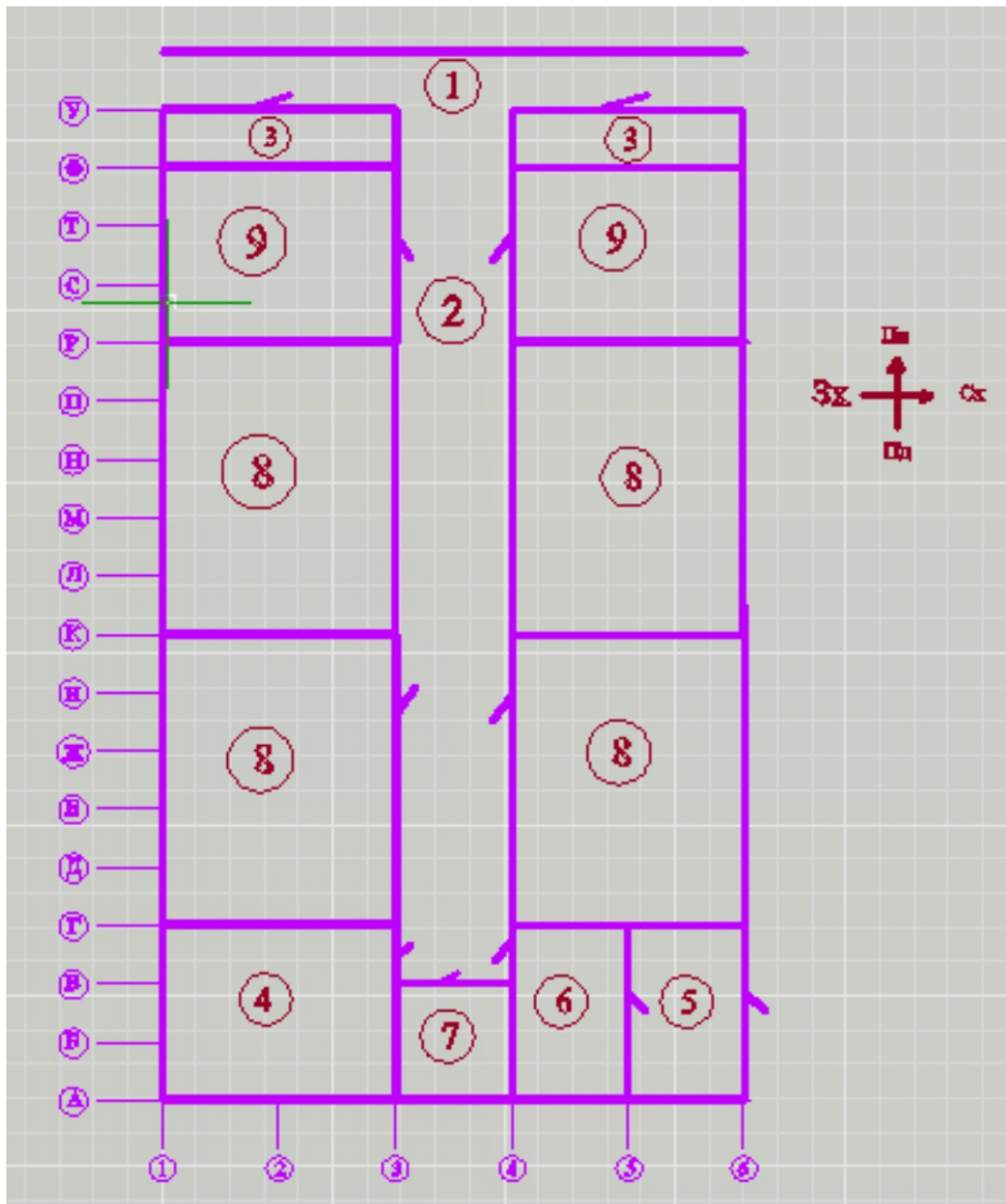


Рис.1. План розподільчого холодильника

1 – рампа, 2 – тамбур, 3 – службові приміщення, 4 – кімната для обігрівання/відпочинку персоналу, 5 – підсобне приміщення, 6 – машинне відділення, 7 – камера заморожування, 8 – камери зберігання замороженого м'яса, 9 – камери зберігання охолодженого м'яса.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.ДП.142.008.440.ПЗ

Арк.

16

## 1.4 Короткий опис будівельних конструкцій і споруд

В якості будівельних конструкцій в моєму проекті приймаю металеві конструкції фірми виробника Astron. Продукція цієї фірми відповідає високим стандартам якості а саме: ISO 9001; EN1090-2; відповідність ЕВРОКОДУ та технічним регламентам України. Для свого проекту обрав модель AZM2 – це будівля з вільним прольотом, зі зміною висотою перетину, внутрішні колони виконані з двотаврів. Приймаю ширину конструкцій 60 м, висоту по ринві 7 м, відстань між металоконструкціями 12 м. Усі метало конструкції додатково на заводі проходять процес нанесення цинкованого покриття для забезпечення корозостійкості та захисту від агресивних середовищ в процесі експлуатації.

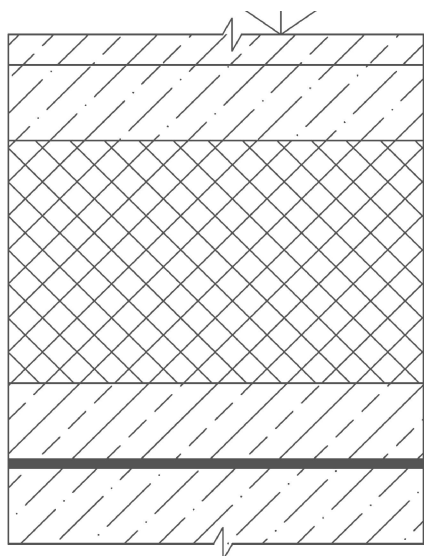
### Фундамент

Приймаю заливний цільноплитовий фундамент, оскільки він міцний, довговічний, стійкий в площині підосви та рівномірно розподіляє навантаження на ґрунт від будівельних конструкцій, вантажів і обладнання в якості гідроізоляції приймаю гідроізол, а теплоізоляції – гравій керамзит 600.

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Підлога

Рисунок 1. Розріз підлоги



Чиста підлога 0,040

Підготовка бетонна 0,100

Теплоізоляція, керамзитовий гравій ?

Підготовка бетонна 0,100

Гідроізоляція 0,012

Рисунок 1. Розріз підлоги

Підготовка бетонна, по  
ущільненому ґрунту 0,100

Газоізоляція

Для герметизації камер застосовано силіконовий герметик, якою оброблено усі стики камер. Силікон обраний за його простоту, для проведення герметизації необхідно замазати усі стики сандвіч панелей силіконом.

### 1.5 Вибір та розрахунок теплоізоляції

В моєму проекті перегородки, зовнішні стіни, а також покрівля камер складається із сандвіч – панелей.

Теплоізоляцією - пінополіуретан. Ця ізоляція обрана тому що вона в повному об'ємі відповідає нормам що ставиться до теплоізоляції:

1. Пожежна безпека. Сендвіч панелі з наповнювачем пінополіуретан задовольняють всім сучасним нормам пожежної безпеки.
2. Теплоізоляційні властивості пінополіуретану в 1,8-2,0 рази вище, ніж мінеральної вати:
  - теплопровідність пінополіуретану  $\lambda = 0,025 \text{ Вт / м}^* \text{ К}$  (в залежності від методики випробувань)
  - теплопровідність мінеральної вати в середньому  $\lambda = 0,052 \text{ Вт/м}^* \text{ К}$
3. Структура. Пінополіуретан має замкнутопористу структуру, завдяки чому волога і повітря не потрапляють всередину ізоляції панелі. Мінеральна вата, зазвичай, поглинає вологу, що призводить до погіршення теплофізичних якостей матеріалу, втрати теплотехнічних властивостей, розвитку цвілі, передчасної корозії сталевий облицювання панелей, втрати довговічності матеріалу.
4. Міцність. Пінополіуретан є міцнішим за мінеральну вату приблизно на 20%.
5. Вага панелей з пінополіуретану в 1,7-2,0 рази менше (при тій же товщині), ніж мінераловатних, що знижує навантаження на конструкцію каркаса і фундаменту будівель. Вага панелі з IPN: від 9 до 17 кг / м<sup>2</sup>, вага панелей з мінеральною ватою: від 17 до 36 кг / м<sup>2</sup>.
6. За рахунок низького коефіцієнту теплопровідності, панелі більш тонкі і менше теплоти поглинається із навколишнього середовища, що дає змогу зменшити навантаження на теплообмінне обладнання.
7. Монтаж. Низька вага і підвищена міцність панелей з пінополіуретану дозволяє знизити витрати при монтажі панелей. Для панелей з мінеральною ватою потрібні більш дорогі інструменти і механізми, в зв'язку з підвищеною вагою і гіршими характеристиками міцності.

8. Погодні умови та зберігання. Також, монтаж панелей з пінополіуретаном можна проводити при несприятливих погодних умовах - в дощову або снігову погоду - без шкоди для якості монтажу, оскільки утеплювач не набирає вологу, на відміну від мінераловатних панелей, для яких погодні умови - це суттєвий фактор, що обмежує період монтажних робіт. ті ж аргументи і для умов зберігання панелей: пінополіуретан значно менш вимогливий до умов зберігання.

9. Санітарні норми. Панелі з пінополіуретану, на відміну від панелей з мінеральною ватою можна монтувати без застосування спеціального захисного одягу. Волокна (фібри) ж мінеральної вати небезпечні для здоров'я і, в зв'язку з цим, сильно обмежені в застосуванні. Пінополіуретан відповідає всім санітарним нормам.

10. Токсичність. Панелі з утеплювачем пінополіуретан за показниками токсичності продуктів горіння віднесені до класу мало небезпечних (найкраща категорія).

11. Облицівка. Складається з оцинкованої сталі, яка при дуже низькій товщині (0,5мм) виконує функцію як матеріалу, який захищає від механічних пошкоджень, так і гідроізоляції.

Розрахунок товщини теплоізоляції проводиться за формулою(5):

$$\delta_{із} = \lambda_{із} \times \left[ \frac{1}{k_0} - \left( \frac{1}{\alpha_{вн}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{зов}} \right) \right] M \quad (5)$$

де  $k_0$  – коефіцієнт теплопередачі огорожуючої конструкції. Вт/(м<sup>2</sup>\*К);

$\alpha_{зов}, \alpha_{вн}$  – коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої та внутрішньої поверхні стіни відповідно, Вт/(м<sup>2</sup>\*К);

$\delta_{із}, \delta_i$  – товщина теплоізоляційного і будівельного шарів, м;

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

$\lambda_{із}, \lambda_i$  – коефіцієнт теплопровідності ізоляційного та будівельного шарів, Вт/(м\*К).

Після визначення товщини шару теплоізоляції, його треба збільшити до стандартного значення. Після зміни розрахункового значення товщини теплоізоляції необхідно перерахувати дійсний коефіцієнт теплопередачі за формулою(6):

$$k_D = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{вн}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{зов}} + \frac{\delta_{із}^d}{\lambda_{із}}} \text{ Вт}/(\text{м}^2 * \text{К}); \quad (6)$$

Де  $k_D$  – дійсний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м<sup>2</sup>\*К);

$\delta_{із}^d$  – прийнята товщина ізоляційного та будівельного шару відповідно, м.

Результати занесено до таблиці 3

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3. Розрахунок теплоізоляції огорожуючих конструкцій

Будівельний шар	Підлога	Покрівля	Перегородка	Внутрішня стіна	Зовнішня стіна
Нормативний коефіцієнт теплопередачі( $k_0$ ), Вт/(м <sup>2</sup> *К)	0,21	0,19	0,21	0,21	0,19
Коефіцієнт теплопровідності( $\lambda$ ), Вт/(м*К)	0,13	0,022	0,022	0,022	0,022
Товщина будівельного та гідроізоляційного шару( $\delta_{буд}$ ), м	0,352	0,001	0,001	0,001	0,001
Коефіцієнт тепловіддачі з одної поверхні( $\alpha_1$ ), Вт/(м <sup>2</sup> *К)	9	9	9	9	9
Коефіцієнт тепловіддачі з другої поверхні( $\alpha_2$ ), Вт/(м <sup>2</sup> *К)	0	23,3	9	8	23,3
Товщина ізоляційного шару( $\delta_{із}$ ), м	0,576	0,12	0,12	0,12	0,12
Дійсний коефіцієнт теплопередачі( $k_d$ ), Вт/(м <sup>2</sup> *К)	0,21	0,19	0,21	0,21	0,19

Для всіх стін і покрівлі холодильних камер товщина теплоізоляційного шару прийнята – 120 мм.

### 1.6 Розрахунок теплоприпливів до камер

Величина теплоприпливів відображає, яке навантаження буде на холодильне обладнання, тому перед обиранням обладнанням треба розрахувати такі теплоприпливи:

- $Q_1$  – теплоприплив через огорожувальні конструкції камери;
- $Q_2$  – теплоприплив від продуктів під час холодильної обробки;
- $Q_3$  – теплоприпливи, які з'являються під час вентиляції камери;
- $Q_4$  – теплоприплив від різних джерел під час експлуатації камери;
- $Q_5$  – теплоприплив від “дихання” продуктів.

Теплоприпливи не постійні, але слід їх розраховувати на самі несприятливі умови роботи холодильника..

Тепловий розрахунок проводиться для кожної камери окремо, Усі розрахунки зведено у таблиці 4.7.

Ці теплонадходження розраховуються для визначення навантаження камерного обладнання, яке визначається за формулою для теплої та холодної пори:

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Sigma Q_{\text{цо}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 \text{ Вт} \quad (7)$$

### Теплонадходження через огороження

Теплонадходження через огороження камери розраховується за наступною формулою (отримані результати зведені до таблиці 4,1 для теплого періоду року):

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1c} \text{ Вт} \quad (8)$$

Де  $Q_1$  – теплонадходження через стіни, підлогу, перегородки і покрівельної поверхні камери (визначається за формулою (9)), Вт;

$Q_{1c}$  - додаткові теплонадходження від сонячної радіації (визначається за формулою (10)), Вт.

$$Q_{1T} = k_d F (t_{\text{зов}} - t_{\text{вн}}), \text{ Вт} \quad (9)$$

де:

$F$  – площа поверхні огороження, м<sup>2</sup>;

$t_{\text{зов}}$  – температура зовні огороження, °С (для підлоги з підігрівом приймаю 1°С);

$t_{\text{вн}}$  – температура повітря всередині холодильної камери, °С;

$k_d$  – дійсний коефіцієнт теплопровідності огороження, який визначений при розрахунку товщини ізоляційного шару, Вт/(м<sup>2</sup>К).

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

$$Q_{1c} = k_d F \Delta t_c, \text{Вт} \quad (10)$$

де:

$k_d$  – дійсний коефіцієнт теплопровідності огороження;

$F$  – площа поверхні огороження, яке опромінене сонцем,  $\text{м}^2$ ;

$\Delta t_c$  – надлишкова різниця температур, що характеризує дію сонячної радіації в літній час,  $^{\circ}\text{C}$

Таблиця 4.1 Теплонадходження через огороження конструкції в теплий період року

Камера № 1									
Огородження	Кд, Вт/( $\text{м}^2\text{K}$ )	Fог, $\text{м}^2$	tзов, $^{\circ}\text{C}$	tвн, $^{\circ}\text{C}$	$\Delta t$ , $^{\circ}\text{C}$	Q1Т, Вт	tс, $^{\circ}\text{C}$	Q1с, Вт	Q1, Вт
Стіна зовнішня східна	0,19	77,4	27	2	25	367,7	6,0	88,2	455,9
Стіна внутрішня північна	0,21	103,2	14	2	12	260,1	-	-	260,1
Перегородка південна	0,21	103,2	-25	2	-27	-585,1	-	-	-585,1
Стіна внутрішня західна	0,21	77,4	14	2	12	195,0	-	-	195,0
Покрівля	0,19	432,0	27	2	25	2052,0	14,9	1223,0	3275,0
Підлога	0,21	432,0	1	2	-1	-90,7	-	-	-90,7
								Сума:	3510
Камера № 2									
Огородження	Кд, Вт/( $\text{м}^2\text{K}$ )	Fог, $\text{м}^2$	tзов, $^{\circ}\text{C}$	tвн, $^{\circ}\text{C}$	$\Delta t$ , $^{\circ}\text{C}$	Q1Т, Вт	tс, $^{\circ}\text{C}$	Q1с, Вт	Q1, Вт
Стіна зовнішня східна	0,19	129,0	27	-25	52	1274,5	6,0	147,1	1421,6

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.ДП.142.008.440.ПЗ

Арк.

25

Продовження таблиці 4.1

Камера № 2									
Огородження	Кд, Вт/(м²К)	Fог,м²	tзов, °С	tвн, °С	Δt, °С	Q1Т, Вт	tс, °С	Q1с, Вт	Q1, Вт
Перегородка південна	0,21	103,2	-25	-25	0	0,0	-	-	0,0
Перегородка північна	0,21	103,2	2	-25	27	585,1	-	-	585,1
Стіна внутрішня західна	0,21	129,0	14	-25	39	1056,5	-	-	1056,5
Покрівля	0,19	720,0	27	-25	52	7113,6	14,9	2038,3	9151,9
Підлога	0,21	720,0	1	-25	26	3931,2	-	-	3931,2
								Сумма:	14725
Камера № 3									
Огородження	Кд, Вт/(м²К)	Fог,м²	tзов, °С	tвн, °С	Δt, °С	Q1Т, Вт	tс, °С	Q1с, Вт	Q1, Вт
Стіна зовнішня східна	0,19	129,0	27	-25	52	1274,5	6,0	147,1	1421,6
Стіна внутрішня південна	0,21	103,2	14	-25	39	845,2	-	-	845,2
Перегородка північна	0,21	103,2	-25	-25	0	0,0	-	-	0,0
Стіна внутрішня західна	0,21	129,0	14	-25	39	1056,5	-	-	1056,5
Покрівля	0,19	720,0	27	-25	52	7113,6	14,9	2038,3	9151,9
Підлога	0,21	720,0	1	-25	26	3931,2	-	-	3931,2
								Сумма:	16406
Камера № 4									
Огородження	Кд, Вт/(м²К)	Fог,м²	tзов, °С	tвн, °С	Δt, °С	Q1Т, Вт	tс, °С	Q1с, Вт	Q1, Вт
Стіна зовнішня південна	0,19	51,6	27	-30	57	558,8	3,6	35,3	594,1
Стіна внутрішня західна	0,21	51,6	14	-30	44	476,8	-	-	476,8
Стіна внутрішня східна	0,21	51,6	14	-30	44	476,8	-	-	476,8

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.ДП.142.008.440.ПЗ

Арк.

26

Продовження таблиці 4.1

Камера № 4									
Огородження	Кд, Вт/(м²К)	Fог,м²	tзов, °С	tвн, °С	Δt, °С	Q1Т, Вт	tс, °С	Q1с, Вт	Q1, Вт
Стіна внутрішня північна	0,21	51,6	14	-30	44	476,8	-	-	476,8
Покрівля	0,19	144,0	27	-30	57	1559,5	14,9	407,7	1967,2
Підлога	0,21	144,0	1	-30	31	937,4	-	-	937,4
								Сумма:	3381
Камера № 5									
Огородження	Кд, Вт/(м²К)	Fог,м²	tзов, °С	tвн, °С	Δt, °С	Q1Т, Вт	tс, °С	Q1с, Вт	Q1, Вт
Стіна зовнішня західна	0,19	129,0	27	-25	52	1274,5	7,2	176,5	1451,0
Стіна внутрішня південна	0,21	103,2	14	-25	39	845,2	-	-	845,2
Перегородка північна	0,21	103,2	-25	-25	0	0,0	-	-	0,0
Стіна внутрішня східна	0,21	129,0	14	-25	39	1056,5	-	-	1056,5
Покрівля	0,19	720,0	27	-25	52	7113,6	14,9	2038,3	9151,9
Підлога	0,21	720,0	1	-25	26	3931,2	-	-	3931,2
								Сумма:	16436
Камера № 6									
Огородження	Кд, Вт/(м²К)	Fог,м²	tзов, °С	tвн, °С	Δt, °С	Q1Т, Вт	tс, °С	Q1с, Вт	Q1, Вт
Стіна зовнішня західна	0,19	129,0	27	-25	52	1274,5	7,2	176,5	1451,0
Перегородка південна	0,21	103,2	-25	-25	0	0,0	-	-	0,0

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

00.ДП.142.008.440.ПЗ

Арк.

27

Продовження таблиці 4.1

Камера № 6									
Огородження	Кд, Вт/(м²К)	Fог,м²	tзов, °С	tвн, °С	Δt, °С	Q1Т, Вт	tc, °С	Q1с, Вт	Q1, Вт
Перегородка північна	0,21	103,2	2	-25	27	585,1	-	-	585,1
Стіна внутрішня східна	0,21	129,0	14	-25	39	1056,5	-	-	1056,5
Покрівля	0,19	720,0	27	-25	52	7113,6	14,9	2038,3	9151,9
Підлога	0,21	720,0	1	-25	26	3931,2	-	-	3931,2
								Сумма:	14725
Камера № 7									
Огородження	Кд, Вт/(м²К)	Fог,м²	tзов, °С	tвн, °С	Δt, °С	Q1Т, Вт	tc, °С	Q1с, Вт	Q1, Вт
Стіна зовнішня західна	0,19	77,4	27	2	25	367,7	7,2	105,9	473,5
Стіна внутрішня північна	0,21	103,2	14	2	12	260,1	-	-	260,1
Перегородка південна	0,21	103,2	-25	2	-27	-585,1	-	-	-585,1
Стіна внутрішня східна	0,21	77,4	14	2	12	195,0	-	-	195,0
Покрівля	0,19	432,0	27	2	25	2052,0	14,9	1223,0	3275,0
Підлога	0,21	432,0	1	2	-1	-90,7	-	-	-90,7
								Сума:	3528

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.ДП.142.008.440.ПЗ

Арк.

28

## Теплонадходження від вантажу

Цей теплоприплив включає себе теплонадходження від продукту під час холодильної обробки, а також від тари в якій вона знаходиться.

Кількість тепла, яка відводиться від продукту за одиницю часу розраховується за формулою(10):

$$Q_{2\text{пр}} = \frac{M_k \cdot \Delta i \cdot 1000}{\tau \cdot 3600} \text{ Вт} \quad (10)$$

де:

$M_k$  – добове надходження продукту до камери, т/добу;

$\Delta i$  – різниця ентальпій, що відповідають початковій та кінцевій температурі продукту, Дж/кг;

$\tau$  – тривалість холодильної обробки, год ( 24 год) ;

$c_{\text{пр}}$  – початкова теплоємність продукту, кДж/(кгК) ;

$t_1, t_2$  – температури продукту до і після холодильної обробки відповідно, °С.

Добове надходження продуктів приймаю:, камери зберігання заморожених вантажів – 6% від вмісткості камер, камери заморожування – 100% від своєї вмісткості, тобто – 24 т/добу. В якості охолоджуємого м'яса приймаю яловичину оскільки вона має найбільшу теплоємність. Для камер зберігання охолодженого м'яса приймаю початкову температуру продукту

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

6 °С, оскільки продукт не завжди може приїхати при необхідній температурі.

Кількість тепла, яка відводиться від продукту в морозильній камері розраховую з урахування коефіцієнту, який враховує нерівномірність теплового навантаження (1,3):

$$Q_{2\text{пр}} = \frac{1,3 * M_k * \Delta i * 1000}{\tau * 3600} \text{ Вт}$$

Розрахунок тепла, яке відводиться від продукту під час обробки звожу в Таблицю 4.3.

Таблиця 4.3. Теплонадходження від продуктів під час холодильної обробки

№ камери, вид продукту, матеріал тари	Обробка продуктів			
	M2, т/добу	i1, Дж/кг	i2, Дж/кг	Q2пр, Вт
Камера№1, охолоджене м'ясо, пластик	30,00	251458	238488	4913
Камера№2, заморожене м'ясо, пластик	45,00	232212	-10878	138119
Камера№3, заморожене м'ясо, пластик	45,00	232212	-10878	138119
Камера№4, заморожування, пластик	24,00	66500	232212	65280
Камера№5, заморожене м'ясо, пластик	45,00	232212	-10878	138119
Камера№6, заморожене м'ясо, пластик	45,00	232212	-10878	138119
Камера№7, охолоджене м'ясо, пластик	30,00	251458	238488	4913





## Експлуатаційні теплонадходження

Теплоприплив під час експлуатації камери розраховується як сума теплоприпливів від: освітлення камери, машин, перебування в них людей, роботи електродвигунів вентиляторів повітроохолоджувачів, потрапляння зовнішнього повітря через відкривання дверей.

Теплоприплив від освітлення камери розраховується за формулою (12):

$$q_1 = A * F \text{ Вт} \quad (12)$$

де:

A – кількість тепла, яка виділяється під час освітлення за одиницю часу на 1 м<sup>2</sup> площі камери, Вт/м<sup>2</sup>;

F – площа камери, м<sup>2</sup>.

Кількість тепла, яка виділяється від освітлення в усіх камерах крім заморожування приймаю 2,3,Вт/м<sup>2</sup>, а в камері заморожування 4,7,Вт/м<sup>2</sup>.

Теплоприплив від перебування людей в камері розраховується за формулою(13):

$$q_2 = 350 * n \text{ Вт} \quad (13)$$

де:

350 – кількість виділюваного тепла від одної людини, Вт;

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

$n$  – кількість людей, які працюють в приміщенні, осіб.

Приймаю, що в камерах зберігання перебувають 4 особи під час експлуатації, в камері заморожування – 2.

Теплоприплив від працюючих електродвигунів вентиляторів розраховується за формулою(14):

$$q_3 = 1000 * N \text{ Вт} \quad (14)$$

де:

$N$  – потужність електродвигуна, кВт.

Для даного розрахунку потужність електродвигуна приймаю в залежності від площі камер та їх призначення:

Камери зберігання заморожених продуктів – 4, кВт;

Камери зберігання охолоджених продуктів – 3, кВт;

Камера заморожування: 8, кВт.

Теплоприплив від відкриття дверей розраховується за формулою:  
(15):

$$q_4 = V * F \text{ Вт} \quad (15)$$

де:

$V$  – питомий теплоприплив від відкриття дверей , Вт/м<sup>2</sup>;

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

F – площа камери, м<sup>2</sup>.

Питомий теплоприплив для всіх камер від відкривання дверей  
приймаю: 12, Вт/м<sup>2</sup>.

Дані розрахунку експлуатаційних теплонадходжень, а також їх суму  
звожу в Таблицю 4.6.

Таблиця 4.6. Експлуатаційні теплонадходження

Камера №	F, м <sup>2</sup>	A, Вт/м <sup>2</sup>	q <sub>1</sub> , Вт	n	q <sub>2</sub> , Вт	Nел, кВт	q <sub>3</sub> , Вт	B, Вт/м <sup>2</sup>	q <sub>4</sub> , Вт	Q <sub>4</sub> , Вт
1	432	2,3	994	4	1400	3,0	3000	12	5184	10578
2	720	2,3	1656	4	1400	4,0	4000	12	8640	15696
3	720	2,3	1656	4	1400	4,0	4000	12	8640	15696
4	144	4,7	677	2	700	8,0	8000	12	1728	11105
5	720	2,3	1656	4	1400	4,0	4000	12	8640	15696
6	720	2,3	1656	4	1400	4,0	4000	12	8640	15696
7	432	2,3	994	4	1400	3,0	3000	12	5184	10578

Теплонадходження від “дихання” продуктів.

Теплоприплив від “дихання” продуктів розраховується тільки в холодильниках зберігання або холодильної обробки овочів, або фруктів, тому в моєму проекті теплонадходження від “дихання” продуктів не враховується.

Сумарне навантаження на холодильне обладнання

Для зручності і наочності звожу всіх теплоприпливи і їх суму в Таблицю 4.7., це значення і буде визначати навантаження на камерне обладнання.

Таблиця 4.7. Теплове навантаження на камерне обладнання.

№ камери	Q1, Вт	Q2, Вт	Q3, Вт	Q4, Вт	Q5, Вт	Q, Вт
1	3510	5125	0	10578	0	19213
2	16146	139471	0	15696	0	171313
3	16406	139471	0	15696	0	171573
4	4929	65789	0	11105	0	81823
5	16436	139471	0	15696	0	171603
6	16176	139471	0	15696	0	171343
7	3528	5125	0	10578	0	19231

### Визначення навантаження для підбору компресора

Навантаження на компресор визначається сумою всіх теплоприпливів (Q), але деякі з них можна ураховувати не повністю, а частково: для розподільчих холодильників теплонадходження через огороження приймають у розмірі 80% від максимальних, експлуатаційні теплонадходження 50-75%, а теплонадходження від продуктів і тари приймаються повністю. При визначенні навантаження на компресор також враховуються втрати в трубопроводах, при безпосередньому охолодженні вони складають 7%. Оскільки розрахунковий час роботи компресора – 22 год, при визначенні холодопродуктивності компресора враховується коефіцієнт робочого часу, який складає  $b = \tau/24$ , де  $\tau$  – це розрахунковий час роботи компресора. Також навантаження для обладнання камери заморожування підвищують на 30% з метою зняття пікових навантажень під час запуску камери у робочий режим. З урахуванням коефіцієнтів холодопродуктивність компресора розраховується за формулою(16):

$$Q_{0\text{км}} = \frac{1,07 \cdot \Sigma Q_{\text{км}}}{22/24} \text{ Вт} \quad (16)$$

Дані розрахунку холодопродуктивності компресорів звожу в Таблицю 4.8.

Таблиця 4.8. Навантаження на компресори.

№ камери	Q1, Вт	Q2, Вт	Q3, Вт	Q4, Вт	Q5, Вт	$\Sigma Q$ , Вт
1	2808	5125	0	7933	0	18453
2	12917	139471	0	11772	0	190925
3	13125	139471	0	11772	0	191167
4	3943	65789	0	8328,8	0	118025
5	13149	139471	0	11772	0	191195
6	12941	139471	0	11772	0	190953
7	2822	5125	0	7933	0	18470

Компресори обираються на групу камер з однаковим температурним режимом, тому слід згрупувати навантаження по температурному режиму для більш зручного вибору компресорів:

№ камери	Q <sub>-30</sub> , Вт	Q <sub>-25</sub> , Вт	Q <sub>+2</sub> , Вт
1	-	-	18453
2	-	190925	-
3	-	191167	-
4	118025	-	-
5	-	191195	-
6	-	190953	-
7	-	-	18470

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.ДП.142.008.440.ПЗ

Арк.

37

## 1.7 Вибір системи охолодження і типу холодильної установки

В своєму проекті приймаю централізовану систему охолодження, що працює на холодильному агенті R744. У порівнянні з децентралізованою системою, вона більш вигідна економічно та зручна в експлуатації. Централізованість системи дає змогу розмістити компресори, а також низку іншого обладнання в одному приміщенні – машинному відділенні, дозволяє спростити обслуговування і догляд за обладнанням, що дуже доречно для систем на R744.

Холодильна система транскритична з мультиежектором та двоступінчатим стисненням, така система має низку переваг у порівнянні з бустерним стисненням і системами, які використовують проміжний холодильний агент.

Оскільки в моєму проекті використовуються камери з температурами повітря  $-30^{\circ}\text{C}$  та  $-25^{\circ}\text{C}$ , то система безсумнівно двоступенева. Це обумовлено тим, що в холодильних системах температура стискування без проміжного охолодження може перевищувати критичні значення, тому при високій різниці тисків всмоктування і нагнітання слід охолоджувати  $\text{CO}_2$  щоб забезпечити температури нагнітання менші, ніж максимально допустима, також при різних температурах буде різний коефіцієнт подачі компресора, тому економічніше використовувати декілька компресорів на різні температури всмоктування, ніж брати один з великим коефіцієнтом подачі.

В якості камерного обладнання я використовую повітоохолоджувачі. Це дозволяє рівномірно розподіляти температуру по всьому об'єму камери.

										Арк.
										38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.ДП.142.008.440.ПЗ					

Через те, що система транскритична, у холодильній установці не має конденсатора, замість нього встановлюю повітряний газкулер.

В якості проміжного охолодження в цих системах використовується газ, який відділяється в рідинному ресивері, який знаходиться на рідинній лінії проміжного тиску, для компресорів на  $-30^{\circ}\text{C}$  встановлюю проміжний охолодник, який буде забезпечувати температуру після нагнітання  $20^{\circ}\text{C}$  а також приймаю, що для камер з температурою повітря  $2^{\circ}\text{C}$ , всмоктування буде проводитись на другій ступені стиснення, це дає змогу однією централлю забезпечити камери на різні температури кипіння.

#### Режим роботи установки

Режим роботи холодильної системи визначається температурою кипіння  $t_0$ , температурою конденсації  $t_k$ , температурою всмоктування  $t_{всм}$ . Значення цих параметрів залежить від призначення холодильної установки, холодильного агенту та параметрів зовнішнього повітря.

#### Температура кипіння

Температура кипіння приймається на  $5...10^{\circ}\text{C}$  менше, ніж температура в камері:

$$t_0 = t_{\text{кам}} - (5...10) \text{ } ^{\circ}\text{C} \quad (17)$$

Отже, для робочого режиму на  $2^{\circ}\text{C}$  вона складає:

$$t_0 = t_{\text{кам}} - 7 = 2 - 10 = -5 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

Для робочого режиму на  $-25^{\circ}\text{C}$  вона складає:

$$t_0 = t_{\text{кам}} - 5 = -25 - 5 = -30^{\circ}\text{C}$$

Для робочого режиму на  $-30^{\circ}\text{C}$  вона складає:

$$t_0 = t_{\text{кам}} - 5 = -30 - 5 = -35^{\circ}\text{C}$$

Температура всмоктування на першій ступені стиснення

Температуру всмоктування приймаю на  $5^{\circ}\text{C}$  більше, ніж температура кипіння. Ця температура буде включати в себе перегрів пари у трубопроводах.

$$t_{\text{всм}} = t_0 + 5^{\circ}\text{C} \quad (18)$$

Для робочого режиму на  $2^{\circ}\text{C}$  вона складає:

$$t_{\text{всм}} = t_0 + 5 = -5 + 5 = 0^{\circ}\text{C}$$

Для робочого режиму на  $-25^{\circ}\text{C}$  вона складає:

$$t_{\text{всм}} = t_0 + 5 = -25 + 5 = -20^{\circ}\text{C}$$

Для робочого режиму на  $-30^{\circ}\text{C}$  вона складає:

$$t_{\text{всм}} = t_0 + 5 = -30 + 5 = -25^{\circ}\text{C}$$

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

## Температура в рідинному ресивері

Для рідинного ресивера оптимальною температурою є 5–6°C(40 бар), приймаю 5°C.

## Температура конденсації

У транскритичних системах не має місця процесу конденсації. Приймаю що температура кінця охолодження у газкулері становитиме на 4°C більше, ніж максимальна літня температура, а тиск на стороні високого тиску – 80 бар..

$$t_{ГК} = t_{н.с.} + 4 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (19)$$
$$t_{ГК} = 27 + 4 = 31 \text{ } ^\circ\text{C}$$

За цими даними побудований холодильний цикл(Додатки Б і В) у програмі “Bitzer Software v6.17.7”, параметри точок згідно циклу записані у Таблиці 4.9..

Таблиця 4.9. Параметри точок циклу.

Робочий режим на -35° та -5 °С						
№ точки	t, °С	P, бар	v, кг/м³	s, кДж/(кгК)	h, кДж/кг	x
1	24,1	30,3	0,015	2,01	472,4	1
2	114	80	0,0077	2,052	537,7	1
3	31	80	0,0015	1,29	290	1
4	5,3	40	0,00385	1,323	290	0,361
5	5,3	40	0,0011	1,044	212,6	0
6	-5	30,27	0,00215	1,048	212,6	0,1
7	-35	12	0,00975	1,082	212,6	0,284
8'	-35	12	0,03215	2,022	436	1
8	-30	12	0,0333	2,045	441,3	1
9	50,7	30,27	0,0176	2,108	502,37	1
10'	-5	30,27	0,0119	1,87	432,8	1
10	0	30,27	0,0125	1,898	440,5	1
11	5,3	40	0,00869	1,814	427	1

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.ДП.142.008.440.ПЗ

Арк.

41

Продовження Таблиці 4.9

Робочий режим на -35° та -5 °С						
№ точки	t, °С	P, бар	v, кг/м <sup>3</sup>	s, кДж/(кгК)	h, кДж/кг	x
12	-5	30,27	0,0117	1,851	427	1

Робочий режим на -30°С						
№ точки	t, °С	P, бар	v, кг/м <sup>3</sup>	s, кДж/(кгК)	h, кДж/кг	x
1'	-30	14,25	0,0268	1,995	436,27	1
1	-25	14,25	0,02802	2,021	442,42	1
2	64,9	40	0,01379	2,084	509,29	1
3'	20	40	0,0104	1,907	453,2	1
3	13,6	40	0,0097	1,87	443,2	1
4	76	80	0,00609	1,909	485	1
5	31	80	0,00148	1,292	290,2	1
6	5,3	40	0,00387	1,324	290,2	0,362
7	5,3	40	0,00114	1,048	213,76	0
8	-30	14,25	0,00779	1,079	213,76	0,263

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.ДП.142.008.440.ПЗ

Арк.

42

## 1.8 Розрахунок основного та допоміжного устаткування, камерного обладнання, трубопроводів

### Розрахунок компресорів

Розрахунок компресорів проводиться згідно розрахованому навантаженню на компресори та параметрами точок на logP-h діаграмі.

В даному проекті обрані поршневі напівгерметичні компресори Bitzer, оскільки ця компанія гарно зарекомендовує себе як виробник компресорів. Компанія займається виробництвом компресорів на CO<sub>2</sub> тривалий час, вони встигли випробувати і застосувати своє обладнання не один раз, тому рівень довіри до них досить високий. Велика увага приділяється їх зручному програмному забезпеченні, яке дозволяє зручно обрати необхідний компресори. В системі застосовую 2 центральні на температуру кипіння -30°C(Централь №1 і Централь №2), та 1 централь, яка працює на -5°C і -35°C кипіння(Централь №3).

Тепловий розрахунок холодильних циклів на  $t_0 = -5/-35^\circ\text{C}$  та  $t_0 = -30^\circ\text{C}$

Потрібна холодопродуктивність компресора розраховується за формулою(20):

$$Q_{\text{опот}} = \frac{k * Q_0}{n} \text{ кВт} \quad (20)$$

де:

k– коефіцієнт, який враховує втрати в трубопроводах;

n – кількість компресорів;

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Холодопродуктивність 1 кг холодильного агенту.

$$q_0 = h_1 - h_4 \text{ кДж/кг} \quad (21)$$

де:

$h_1$  - ентальпія на вході у випарник , кДж/кг;

$h_4$  - ентальпія на лінії всмоктування, кДж/кг.

Масова витрата пари визначається за формулою(22):

$$M = \frac{Q_{\text{пот}}}{q_0} \text{ кг/с} \quad (22)$$

Об'ємна витрата пари визначається за формулою (23):

$$V_D = V_1 * M \text{ м}^3/\text{кг} \quad (23)$$

де  $V_1$  – питомий об'єм всмоктування, м<sup>3</sup>/кг.

Коефіцієнт подачі визначається згідно таблиці сторінка 97 (1 с 97):

Теоретичний об'єм що описують поршні компресора визначається за формулою(24):

$$V_T = V_D / \lambda \text{ м}^3/\text{с} \quad (24)$$

Дійсна масова витрата холодоагенту в компресорі визначається за формулою(25):

$$M_{\text{КМ}} = \lambda * V_{\text{КМ}} / v_1 \text{ кг/с} \quad (25)$$

де:

$v_1$  - Питомий об'єм всмоктування ,визначається за діаграмою ,м<sup>3</sup>/кг.

Дійсна холодопродуктивність компресора визначається за формулою(26):

$$Q_0 = M_{\text{КМ}} \cdot q_0 \text{ кВт} \quad (26)$$

Теоретична потужність стискування визначається за формулою(27):

$$N_T = M_{\text{КМ}} \cdot (h_2 - h_1) \text{ кВт} \quad (27)$$

де:

$h_2$  – ентальпія нагнітання, КДж/кг.

Дійсна потужність компресорів визначається за формулою(28):

$$N_i = N_T / \eta_i \text{ кВт} \quad (28)$$

Ефективна потужність на валу компресора визначається за формулою (29):

$$N_e = N / \eta_M \text{ кВт} \quad (29)$$

Потрібна потужність електродвигуна визначається за формулою(30):

$$P_{\text{ДВ}} = N_e / \eta_{\text{ел}} \text{ кВт} \quad (30)$$

Теплове навантаження на компресор визначається за формулою(31):

$$Q_K = Q_0 + N_i \text{ кВт} \quad (31)$$

Коефіцієнти -  $\eta_{\text{ел}}$ ,  $\eta_M$ ,  $\eta_i$  Зазначені на сторінці 108 (1 с. 108) .

Дійсний коефіцієнт подачі визначається за формулою(32):

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\lambda = (h_2' - h_1) / (h_2 - h_1) \quad (32)$$

де:

$h_2'$  – дійсна ентальпія нагнітання, кДж/кг.

Розраховую масову витрату компресорів двохступеневого циклу ( $t_0 = -5/-35^\circ\text{C}$ ) за формулою(22):

1-а ступінь:

$$M_{1(-35)} = Q_{0(-35)} / (h_8 - h_7) \text{ кг/с}$$

$$M_{1(-35)} = 118 / (441,3 - 212,9) = 0,516 \text{ кг/с}$$

2-га ступінь:

$$M_{2(-35)} = M_{1(-35)} + Q_{0(-5)} / (h_{10} - h_6) + (M_{1(-35)} + Q_{0(-5)} / (h_{10} - h_6)) * x_4 \text{ кг/с}$$

$$M_{2(-35)} = 0,516 + 36,92 / (432,8 - 212,6) + (0,516 + 36,92 / (432,8 - 212,6)) * 0,361 = 0,93 \text{ кг/с}$$

Розраховую масову витрату компресорів двохступеневого циклу ( $t_0 = -30^\circ\text{C}$ ):

1-а ступінь:

$$M_{1(-30)} = Q_{0(-30)} / (h_1 - h_8) \text{ кг/с}$$

$$M_{1(-30)} = 764,24 / (442,42 - 217,76) = 3,4 \text{ кг/с}$$

2-га ступінь:

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46



Обираю 2 компресори на другу ступінь  $t_0 = -35/-5^\circ\text{C} - 6\text{DTE } 50\text{K}$ , які мають загальну масову продуктивність  $0,99 \text{ кг/с}$ , що задовільняє розрахунку, один з них комплектується з інвертором.

Обираю 8 компресорів на першу ступінь  $t_0 = -30^\circ\text{C} - 4\text{NSL } 30\text{K}$ , які мають загальну масову продуктивність  $3,57 \text{ кг/с}$ , що задовільняє розрахунку.

Обираю 8 компресорів на другу ступінь  $t_0 = -30^\circ\text{C} - 6\text{STE } 50\text{K}$ , які мають загальну масову продуктивність  $4,673 \text{ кг/с}$ , що задовільняє розрахунку, 2 з них комплектуються з інвертором.

Продовження Таблиці 5. Розрахунок компресорів.

Величина, що визначається, розмірність; розрахункова формула	Перша ступінь $t_0 = -35^\circ\text{C}$	Друга ступінь $t_0 = -35/-5^\circ\text{C}$	Перша ступінь $t_0 = -30^\circ\text{C}$	Друга ступінь $t_0 = -30^\circ\text{C}$
Дійсна масова витрата: $M_{\text{км}}, \text{кг/с}$	0,558	0,990	3,570	4,673
Дійсний об'єм, який описують поршні компресора; $V_{\text{км}}, \text{м}^3/\text{с}$ , $V_{\text{км}}=M_{\text{км}}*V_1$	0,0186	0,0149	0,1000	0,0453
Дійсна холодопродуктивність; $Q_0, \text{кВт}$ ; $Q_0=M_{\text{км}}*q_0$	127,61	225,32	816,32	-
Теоретична (адіабатна) потужність стискування $N, \text{кВт}$ ; $N=M_{\text{км}}(h_2-h_1)$	34,08	64,65	238,73	195,33
Дійсна (індикаторна) потужність, $N_i, \text{кВт}$ ; $N_i=N/\eta_i$	41,56	78,84	291,13	238,21
Ефективна потужність на валу компресора $N_e, \text{кВт}$ ; $N_e=N_i/\eta_m$	46,17	87,60	323,48	264,68

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.ДП.142.008.440.ПЗ

Арк.

48



Злив талої води після відтайки відбувається через дренажний трубопровід. В середині трубопроводу знаходиться нагрівний елемент, який запобігає замерзанню води в ній.

#### Розрахунок газоохолоджувача

Газоохолоджувачі були обрані за браузерною програмою на сайті <https://www.myguntner.com>, фірми Guntner. Газоохолоджувачі підбираю для кожної централі окремо, користуючись температурним режимом, розрахованим навантаженням на газоохолоджувач (Таблиця 5) і беручи до уваги запас теплообмінної площі від 15% (технічні характеристики розміщено у Додатку Е):

Для Централей №1 і №2 – 2 газоохолоджувача GGHV CD 090.2QF/16A-67-0B5R.293M, які мають теплопродуктивність 600кВт кожний і запас теплообмінної площі 17,5%.

Для Централі №3 – газоохолоджувач GGHC CD 045.1/24-53-0016548M, який мають теплопродуктивність 250кВт і запас теплообмінної площі 24%.

#### Розрахунок масловіддільника

Масловіддільник підібрано за тиском, температурою кипіння CO<sub>2</sub> та масовою витратою компресорів. Масловіддільник має витримувати тиск нагнітання й мати відповідну масову витрату. В результаті був підібраний масловіддільник фірми ESK Schultze ,BOS3-CDH-1BFO для Централі №3 кипіння та BOS3-CDH-1CFO на Централі №1 і №2 (Додаток Ж). Його вихрова будова дозволяє використовувати при високих тисках на відміну від гравітаційних. Цей масляний ресивер оснащений масляним фільтром та

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

має можливість встановити датчик рівня, їх робочі тиски і масова витрата оптимально підходять до системи.

### Мастило

Обираю мастило BSE85K фірми Bitzer(Додаток З), воно підходить до використання у систем на R744 у транскритичних схемах при низьких і середніх температур кипіння. Необхідну його кількість у системі приймаю до об'єму заправки компресорів мастилом. Заправка компресора 4TSL-20K – 2,6 дм<sup>3</sup> ,6DTE-50K – 2,8 дм<sup>3</sup> , 4NSL-30K – 2,6 дм<sup>3</sup> ,6СТЕ-50K– 2,8 дм<sup>3</sup>. Відповідно заправка мастилом Централей №1 і №2 – 18,4 л, для Централі №3 – 10,8 л.

### Масляний ресивер

Для Централі №1 і №2 обираю масляний ресивер OSA-23-CDH фірми ESK Schultze, він здатний витримувати високий тиск(до 120 бар), об'єм від низу до верхнього наглядного скла займає 20,5 л, що задовільняє вимогам. Для Централі №3 обираю масляний ресивер – OSA-12-CDH: об'єм від низу до верхнього наглядного скла – 10,9 л. Технічні характеристики масляних ресиверів наведені в Додатку И.

### Контроль змащування компресорів

Для контролю змащування компресорів здійснюється встановленими на компресорах траксоїлами LC-H фірми ESK Schultze (Додаток К), які підтримують необхідний рівень мастило у компресорах.

### Розрахунок мульти-ежекторів

У системах на R744 знайшли своє місце мульти-ежектори. Є газові ежектори – встановлюються на лінії високо тиску, після

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

газоохолоджувача, і рідинні ежектори – встановлюються після віддільника рідини на лінії низького тиску. Застосування газового ежектора полягає в економії на електроенергії, яку споживають компресори під час роботи. Для Централі №1,2 і 3 обираю по 3 газових ежектора Multi Ejector HP 3875 фірми Danfoss. Рідинний ежектор дозволяє забезпечувати перегрів у випарнику 0-1°C, що суттєво підвищує ефективність холодильної машини, вони працюють у парі з віддільниками рідини в яких встановлюються регулятори рівня рідини, які мають захищати компресори від потрапляння рідини до них. Для кожної централі обираю 1 рідинний ежектор СТМ 1 LE 200. Технічні характеристики обладнання і їх застосування у холодильній машині відображено у Додатку Л.

#### Розрахунок трубопроводу

Розрахунок трубопроводу ведеться для кожної ділянки труби окремо. У системах на R744 тиски нагнітання досить високі, тому звичайна мідна труба на стороні високого тиску на використовується. Обираю трубу на стороні високого тиску K65, вона вироблена спеціально для застосування у подібних холодильних системах і здатна витримувати тиски до 130 бар. Труби, які мають діаметр більше 50мм обираю із нержавіючої сталі.

Діаметр труб визначено за формулою 33:

$$D_{BH} = 1.13 * \sqrt{M_{KM} * \frac{V_H}{\omega_{ж}}} / n \text{ м} \quad (33)$$

де:

$M_{KM}$  – масова витрата компресорів, кг/с;

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$V_H$  – Питомий об'єм в даній точці труби, м<sup>3</sup>/кг;

$\omega_{ж}$  – Швидкість холодоагенту у трубі, для рідини 1,2 м<sup>3</sup>/с , для газу і парорідинної суміші 12 м<sup>3</sup>/с;

n – кількість компресорів.

Отримані дані звожу до Таблиці 6.

Таблиця 6. Розрахунок трубопроводу

Труба	Розрахований діаметр, мм	Обрана труба	Дійсний діаметр, мм	Зовнішній діаметр, мм
Всмоктування НТ*(-35)	22,2	Мідна труба 25x1,5	25	28
Всмоктування СТ*(-5)	19,9	Мідна труба 21x1,5	21	24
Всмоктування НТ(-30)	12,6	Мідна труба 14x1	14	16
Всмоктування СТ(-30)	8,7	Мідна труба 10x1	10	12
Нагнітання НТ(-35)	16,2	Мідна труба 21x1,5	21	24
Нагнітання СТ(-5)	14,2	К65(433015878)	15,87	17,13
Нагнітання НТ(-30)	8,8	Мідна труба 10x1	10	12
Нагнітання СТ(-30)	6,9	К65(433009522)	9,52	10,64
Лінія флеш-газу*(-5)	12,1	Мідна труба 14x1	14	16
Лінія флеш-газу(-30)	13,2	Мідна труба 14x1	14	16
Лінія після газоохолоджувача(-5/-35)	12,6	Мідна труба 14x1	14	16
Лінія після газоохолоджувача(-30)	13,6	Мідна труба 14x1	14	16
Лінія після дроселювання з високого тиску(-5/-35)	63,7	Труба із нерж.сталі 69x3,5	69	76
Лінія після дроселювання з високого тиску(-30)	69,4	Труба із нерж.сталі 82x3,5	82	89

Продовження таблиці 6. Розрахунок трубопроводу

Труба	Розрахований діаметр, мм	Обрана труба	Дійсний діаметр, мм	Зовнішній діаметр, мм
Лінія рідини середнього тиску(-5/-35)	27,2	Мідна труба 32x2	32	36
Лінія рідини середнього тиску(-5)	22,5	Мідна труба 25x1,5	25	28
Лінія рідини середнього(-35)	25,6	Мідна труба 32x2	32	36
Лінія рідини середнього тиску(-30)	37,6	Мідна труба 40x2,5	40	45
Всмоктування НТ (колектор)(-35)	44,5	Мідна труба 55x2,5	50	55
Всмоктування СТ(колектор)(-5)	39,8	Мідна труба 40x2,5	40	45
Всмоктування НТ(колектор)(-30)	50,3	Мідна труба 55x2,5	50	55
Всмоктування СТ(колектор)(-30)	34,7	Мідна труба 40x2,5	40	45

НТ – низькотемпературний компресор.

СТ – середньотемпературний компресор

Лінія флеш-газу - газова частка холодильного агента, який відділяється від основного потоку у лінійному ресивері і потрапляє на всмоктування СТ компресора..

Розрахунок лінійного ресивера

Лінійний ресивер необхідний для забезпечення безперервної подачі рідкого холодильного агента на камерне обладнання, він порахований з урахуванням того, що весь холодильний агент зі сторони високого тиску

системи може бути накопичений в ньому. Тому для вибору ресивера прийнята маса, яку займає R744 в газоохолоднику і мастиловіддільнику..

Маса CO<sub>2</sub> в газоохолоднику визначена за формулою 34:

$$m_{\Gamma} = V_{\Gamma} * 0.001 / v \text{ кг} \quad (34)$$

де:

$V_{\Gamma}$  – внутрішній об'єм труб газоохолодника , л,

$v$  – питомий об'єм холодильного агента в газоохолоднику, м<sup>3</sup>/кг,

Маса CO<sub>2</sub> в масловіддільнику визначена за формулою 23.

Загальна маса CO<sub>2</sub> на стороні високого тиску визначена за формулою 35, результати розрахунків зведені в таблицю 7.

$$m = m_{\Gamma} + m_M \text{ кг} \quad (35)$$

Таблиця 7. Розрахунок маси х/а в ресивері.

Централь №1/2			
Розміщення холодильного агента	Внутрішній об'єм труб, л	Питомий об'єм х/а, м <sup>3</sup> /кг	Маса х/а в трубах, кг
В газоохолоднику	145,2	0,00148	98,1
В мастиловіддільнику	26,3	0,00609	4,3
Загально	171,5		102,4
Централь №3			
Розміщення холодильного агента	Внутрішній об'єм труб, л	Питомий об'єм х/а, м <sup>3</sup> /кг	Маса х/а в трубах, кг
В газоохолоднику	45,8	0,0015	30,5
В мастиловіддільнику	10,2	0,0077	1,3
Загально	56		31,9



Для централей №1,2: віддільник рідини GVN  
V9A.33b.125.A5.A5.F4.H3.F5 на стороні низького тиску і  
V9A.33b.100.A4.A4.F4.H2.F5 на стороні середнього тиску фірми GVN.

Для централі №3: віддільник рідини GVN  
V9A.33b.125.A5.A5.F4.H3.F5 на стороні низького тиску і  
V9A.33b.100.A4.A4.F4.H2.F5 на стороні середнього тиску.

Вони мають 3 наглядних скла і більший об'єм у порівнянні з системою без рідинного ежектора, але його використання зменшує експлуатаційні витрати. Технічні характеристики віддільника рідини у Додатку О.

#### Вибір фільтру грубої очистки

Приймаю у своїй системі фільтри грубої очистки на стороні всмоктування, для захисту компресорів від попадання зайвих речовин. Обираю їх відповідно до діаметрів всмоктуючих трубопроводів.

Для централей №1,2: фільтр зі всмінною вставкою FIA 50-250 angle-p на стороні низького тиску і FIA-65B 40-250 straight на стороні середнього тиску фірми Danfoss.

Для централі №3: FIA 50-250 angle-p на стороні низького тиску і FIA-65B 40-250 straight на стороні середнього тиску.

Технічні характеристики фільтрів грубої очистки у Додатку Н.

#### Вибір віброгасників, вентилів і клапанів

Вентилі, клапани і віброгасники обираються за тиском і діаметром труб. На нагнітанні встановлюю – віброгасники, зворотні клапани. Запірні

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

вентилі розташовані на вході і виході газоохолодника, на вході у випарник(перед ЕРВ), на самому компресорі, як на лінійних ресиверах і віддільниках рідини розташовані запірні вентилі типу – ротолок. Електронні розширювальні вентилі обираю за масовою витратою і встановлюю: на стороні високого тиску після газоохолодника, на стороні середнього тиску з боку лінійного ресивера, на стороні низького/середнього тисків перед випарником.

Для централей №1,2:

віброгасники: AN0105230AC60 на стороні середнього тиску і AN0105230AC120 на стороні високого тиску фірми ABR Components(додаток П);

зворотні клапани: CV3/M10 на стороні середнього тиску і 882 201 000 на стороні високого тиску фірми ABR components(додаток Р) ;

запорні клапани: GBCT 12s на вході у газоохолоджувач, GBCT 16s на виході з газоохолоджувача, GBC 45 22s v2 на вході у випарник фірми Danfoss(додаток С) ;

ЕРВ – на стороні високого тиску після газоохолодника: ССМТ 42, на стороні флеш-газу після лінійного ресивера: ІСМ 32-А, перед випарником – ССМТ 16. Всі ЕРВ фірми Danfoss, характеристики у додатку Т.

Для централі №3:

віброгасники: AN0285330AC60 на стороні середнього тиску і AN0185255AC120 на стороні високого тиску;

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

зворотні клапани: CV3/M18 на стороні середнього тиску і  
882 202 000 на стороні високого тиску;

запорні клапани: GBCT 18s на вході у газоохолоджувач, GBCT 16s  
на виході з газоохолоджувача, GBC 35 22s v2 на вході у  
низькотемпературний випарник і GBC 28 22s v2 на вході у  
середньотемпературний випарник;

ЕРВ – на стороні високого тиску після газоохолодника: ССМТ 30,  
на стороні флеш-газу після лінійного ресивера: ІСМ 25-А, перед  
низькотемпературним випарником – ССМТ 4, перед  
середньотемпературним випарником – ССМТ 2.

Запірні вентилі та зворотні клапани виготовлені компанією  
ABRComponents та обрані відповідно до діаметра труби на якій  
встановлюються, характеристики підбраної арматури додаю додатком Н.

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.9 Робота схеми

Охолодження/заморожування продуктів в усіх камерах підприємства розпочинається з того, що низькотемпературні компресори нагнітають пари R744, де вони змішуються з парами R744 середньотемпературного контуру і газом, який виділяється у лінійному ресивері(у випадку камер на  $-30^{\circ}\text{C}$  охолоджується за допомогою водяної рубашки), суміш всмоктується середньотемпературними компресорами, стискається і нагнітається через мастиловіддільник у газоохолоджувач, в якому холодильний агент охолоджується, дрослюється через ЕРВ і парорідинна суміш потрапляє у лінійний ресивер, де пар, який через інший ЕРВ, всмоктується середньотемпературними компресором, а рідина, дрослюючись потрапляє у випарник, у якому відбирає тепло від повітря в камері й випаровується. Після цього парорідинна суміш через віддільник рідини прямує на всмоктування низько/середньотемпературних компресорів.

Газовий ежектор використовує енергію потоку високого тиску для перекачування холодильного агенту зі сторонни низького тиску до лінійногоресивера. Завдяки цьому суттєво зменшується робота та відповідно енергоспоживання компресорів.

Відтайка повітроохолоджувачів проводиться за допомогою ТЕНів. Під час відпайки робота компресорів і вентиляторів повітроохолоджувачів призупиняється, ТЕНи, які розташовані біля труб розплавляють снігову шубу, що утворилася на ламелях, і вода стікає у піддон, де розташований ТЕН піддону, який додатково нагріває піддон щоб тала вода знов не замерзла. Після цього тала вода стікає через дренажний трубопровід, в якому розташований ТЕН дренажу, у каналізацію.

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.10 Механізація ВТРС робіт.

В проекті м'ясо надходить на автомобільну платформу в пластикових контейнерах, які розташовані на піддонах. Далі контейнери переміщують до камер зберігання охолодженої або замороженої продукції відповідно до стану продукту.

Для переміщення вантажів на підприємстві будуть працювати електроштабелери ВТSPE 140 фірми «Toyota» в кількості чотирьох штук оснащені платформами для оператора, акумулятором великої місткості, з швидким і плавним ходом.

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.11 Основні положення техніки безпеки

За технікою безпеки рівень шуму в машинному не має перевищувати 80 дБ. В машинному відділенні температура не може бути нижчою за 12 °С, кратності повітрообміну для приточної вентиляції 3 об'єми в годину, для витяжної вентиляції 4 об'єми в годину. Машинне відділення за пожежною безпекою відноситься до категорії – Д. Оскільки усі холодильні установки працюють на R744, який має ефект асфіксії який збільшується в залежності від вмісту R744 в повітрі. Тому машинне відділення, та усі приміщення в яких встановлене холодильне обладнання монтуються аварійні витяжки з кратністю повітрообміну 8 (яка працює сумісно з витяжною вентиляцією). Необхідно встановлювати датчики, які визначають концентрацію CO<sub>2</sub> у приміщеннях, де розташовані холодильні трубопроводи і відповідно система оповіщення, що спрацює у разі перевищення концентрації CO<sub>2</sub> за критичні межі.

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 2 ЕЛЕКТРИЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Загальні відомості про електрогосподарство холодильника

Холодильник відноситься до другої категорії електропостачання і отримує електроенергію не менше, ніж по двом живлячим повітряним або кабельним лініям. На холодильне підприємство електроенергія надходить кабельно. На підприємстві допустима перерва на один день без псування якостних властивостей продукції.

Переріз дротів і жил кабелів мають достатню механічну стійкість щоб запобігти їх обрив.

Холодильне підприємство не потребує автоматичного відключення резервного живлення, тому передбачено тільки ручне ввімкнення резервного живлення.

В генераторній, до яких приєднані силові трансформатори встановлені вимикачі навантаження з плавкими запобіжниками, а на приймальних кінцях живлячих ліній, що надходять – вимикачі навантаження.

Розподільчий пункт холодильника має наступний набір камер: дві для введів з вимикачами навантаження, дві для трансформаторів холодильника, дві для відходячих ліній міської електромережі і дві резервні.

					00.ДП.142.008.440.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Яртим О.О.			Проект розподільчого холодильника місткістю 4000 т у м. Полтава	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		Рябчук О.М.					64	130
<i>Н. Контр.</i>		.			НУХТ ХМ-4-12СК			
<i>Затверд.</i>		Петренко В.П.						

На холодильнику споживання електроенергії в літню пору року складає 50% (в холодний час 30%) від сумарної встановленої номінальної потужності всіх електроприймачів підприємства.

Для освітлення в холодильних камерах застосовуються лампи розжарювання . Світильники оснащені міцним склом, захищене решіткою, вони розташовані, між штабелями, уздовж стін та в центрі камер.

## 2.2 Розрахунок кабелю до холодильної машини

Розрахунок перерізу кабелю, який надходить до холодильної машини проводиться за часом максимального навантаження на систему та напругою [6].

Для даного холодильника оптимально є напруга – 6 кВ. Час максимального навантаження на систему визначається за наступною формулою:

$$\tau = \tau_1 * 10 \text{ год} \quad (37)$$

де:

$\tau_1$  – час максимального навантаження однієї камери, год;

10 – кількість максимальних навантажень на одну камеру за рік.

$$\tau = 24 * 10 = 240 \text{ год}$$

За отриманого часу та заданого вольтажу оптимальним діаметром кабелю є – 25мм.

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

### 3 АВТОМАТИЗАЦІЯ

Автоматизація холодильної частини холодильника здійснюється контролерами Carel pRack pR300T(Додаток У), це спеціальний контролер Carel, який розроблений для транскритичних систем на CO<sub>2</sub>.

Його особливості:

1. Одночасно керувати 1-м низькотемпературним, 1-м середньотемпературним контуром і однією лінією високого тиску.
2. Якісно регулювати ЕРВ, який розташований на лінії високого тиску.
3. Регулювати ЕРВ, який підтримує тиск у лінійному ресивері і перепускає газ с ресивера у компресори.
4. Регулювати ці ЕРВ відносно один одного.
5. Керувати інверторами Bitzer, які розташовані на компресорах.
6. Керувати до 16-ми вентиляторами газоохолодника.
7. У разі модернізації системи, може керувати рекуперацією тепла перед охолодженням у газоохолоднику, що дозволяє якісно витратити теплоту холодильного агента.
8. Здатний керувати до 12 поршневыми компресорами на одній лінії.
9. Контролює перегрів на всмоктуванні.

					00.ДП.142.008.440.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Яртим О.О.			Проект розподільчого холодильника місткістю 4000 т у м. Полтава	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		Рябчук О.М.					66	130
<i>Н. Контр.</i>		.			НУХТ ХМ-4-12СК			
<i>Затверд.</i>		Петренко В.П.						

**4 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЧАСТИНИ ДИПЛОМНОГО  
ПРОЕКТУ**

**Вихідні данні**

Таблиця 8. Вихідні дані для економічного розрахунку

Параметри	Q <sub>o</sub> , кВт.	
Холодопродуктивність, Q <sub>o</sub> (t <sub>0</sub> = -5°C)	40	
Холодопродуктивність, Q <sub>o</sub> (t <sub>0</sub> =-35°C)	128	
Холодопродуктивність, Q <sub>o</sub> (t <sub>0</sub> =-30°C)	817	
Споживання електроенергії	Кількість, шт.	Нел, кВт.
Компресор Bitzer 4TSL 20K	2	23,1
Компресор Bitzer 6DTE 50K	2	43,8
Компресори Bitzer 4NSL 30K	8	40,37
Компресори Bitzer 6CTE 50K	8	33,12
Повітроохолоджувач GACV CX 090.1DE/2A-40.E	12	7,49
Повітроохолоджувач GACV CX 045.1FE/3A-40.A	4	1,34
Повітроохолоджувач GACV CX 045.1FE/2A-40.E	1	0.9
Газоохолоджувач GGHC CD 045.1/24-53-0016548M	1	3,53
Газоохолоджувач GGHV CD 090.2QF/16A-67-0B5R.293M	2	23
Вартість обладнання	Кількість, шт. м.	Вартість, грн.
Компресори Bitzer 4TSL 20K	2	134240
Компресор Bitzer 6DTE 50K	2	466688

					00.ДП.142.008.440.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Яртим О.О.				Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Рябчук О.М.				67	130	
Н. Контр.					НУХТ ХМ-4-12СК		
Затверд.	Петренко В.П.						

Проект розподільчого  
холодильника місткістю  
4000 т у м. Полтава

Продовження таблиці 8.

Компресори Bitzer 4NSL 30K	8	262880
Компресори Bitzer 6CTE 50K	8	517280
Повітроохолоджувач GACV CX 090.1DE/2A-40.E	12	1072800
Повітроохолоджувач GACV CX 045.1FE/3A-40.A	4	300672
Повітроохолоджувач GACV CX 045.1FE/2A-40.E	1	136256
Газоохолоджувач GGHC CD 045.1/24-53-0016548M	1	512128
Газоохолоджувач GGHV CD 090.2QF/16A-67-0B5R.293M	2	1658400
Віддільник рідини GVN	4	20000
Мастиловіддільник BOS3-CDH- 1CFO	2	202 332
Мастиловіддільник BOS3-CDH- 1BFO	1	88256
Масляний ресивер OSA-23-CDH	2	109568
Масляний ресивер OSA-12-CDH	1	63776
Ресивер SGS-165-PS90-V1	2	225408
Ресивер SGS-80-PS90-V1	1	145152
Трубопровід мідний	1100	726000
Трубопровід K65	40	131302
Арматура		1 000 000
Загальна вартість обладнання		28793710
Персонал	Кількість.	Заробітна плата, тис. грн./ міс.
Начальник цеху	1	50
Холодильщик V Розряду	2	25
Холодильщик IV Розряду	2	20

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.ДП.142.008.440.ПЗ

Арк.

68

Продовження таблиці 8.

Персонал	Кількість.	Заробітна плата, тис. грн./ міс.	
Електрик V Розряду	2	14	
Слюсар-ремонтник V Розряду	2	14	
Ресурс	Тип	Кількість, л	Вартість 1 л, грн.
Холодильний агент	R744	776,3	60
Масило	BSE85K	18,4	4178
Площі	F, м <sup>2</sup>	Ціна 1 м <sup>2</sup> , грн.	
Машинне відділення	216	39	
Будівля холодильника	6120		
Загальна площа холодильника	6336		

Кількість виробленого холоду

Розраховую кількість виробленого холоду за формулою 38:

$$Q_{п} = Q_{од} \cdot k_t \quad (38)$$

де:

$Q_{п}$  – приведене виробництво холоду, кВт;

$Q_{од}$  – дійсна холодопродуктивність установки, кВт;

$k_t$  – перевідний коефіцієнт відповідно до температури кипіння.

Розрахунок кількості виробленого холоду:

$$Q_{п} = 985 \times 0,762 = 750,57 \text{ кВт.}$$

Загальну кількість виробленого холоду за рік розраховую за формулою 39:

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{п}} * 5400 \text{ кВт/рік.} \quad (39)$$

де:

$Q_{\text{т}}$  – теплова продуктивність установки, кВт

5400 – кількість годин роботи компресора за рік, при максимальному навантаженні.

Розрахунок кількості виробленого холоду за рік:

$$Q_{\text{заг}} = 750,57 * 5400 = 4053078 \text{ кВт/рік.}$$

Розрахунок виробничої собівартості одиниці виробленого холоду.

Виробнича собівартість одиниці виробленого холоду визначається діленням суми всіх витрат по статтям калькуляції на кількість всього виробленого холоду. Витрати пов'язані з експлуатацією, ремонтом холодильних машин і установок і виробленням холоду поділяють на прямі непрямі.

Розрахунок прямих витрат

До прямих витрат належать такі статті: сировина, допоміжні матеріали, основна, додаткова зарплата, електроенергія, відрахування на соціальні заходи

Стаття 1 Сировина

До сировини відносяться витрати на холодоагент та мастило.

Вартість холодильного агенту обчислюється за формулою:

									00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
										70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$\text{Всиров.} = \text{Ц} * \text{н} * 1,15 \text{ грн.} \quad (40)$$

де:

Ц – вартість 1 л холодоагенту (грн.);

Н – річна норма витрат (л);

1,15 – коефіцієнт, враховуючий витрати холодоагенту при середніх та капітальних ремонтах;

Розраховуємо вартість холодоагенту на рік:

$$\text{Всиров.} = 60 * 776,3 * 1,15 = 53565 \text{ грн.}$$

## Стаття 2 Допоміжні витрати

В моєму проекті до допоміжні витрати відноситься тільки мастило, а оскільки система герметична його не потрібно доливати до системи раз в місяць вистачить одної заміни на рік. Оскільки система працює в специфічних умовах вона потребує спеціального мастила яке значно дорожче за інші мастила.

Витрати на мастило розраховуються за формулою 41:

$$\text{Вм} = \text{Цм} * \text{Нм} * 1,5 \text{ грн.} \quad (41)$$

де:

Цм – вартість 1 л масла (грн.);

Н – норма витрат масла в залежності від типу компресора.

Розраховую витрати на мастило:

$$\text{Вм} = 4178 * 18,4 * 1,5 = 115312,8 \text{ грн.}$$

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

### Стаття 3 Електроенергія

Витрати на електроенергію визначаються виходячи із встановленої потужності електродвигунів, електронагрівачів та часу їх роботи за рік при максимальній завантаженості (в годинах). Річна потреба електроенергії обчислюється за формулою 42:

$$W_{\text{техн.}} = N \times n \times K_z \times t \text{ кВт. / год} \quad (42)$$

де:

$N$  – потужність електрообладнання;

$n$  – кількість електрообладнання;

$K_z$  – коефіцієнт запиту для споживачів електроенергії;

$t$  – час роботи споживача.

Розраховую витрати на електроенергію та привожу їх до таблиці 9,

Таблиця 9. Відомість витрат електроенергії.

Споживач електроенергії	Марка, тип	Кількість, шт.	Потужність, кВт	$K_z$	Час роботи при макс. Завантаженні, год.	Витрати електроенергії, кВт·год
1.Компресор	4TSL20K	2	23,1	0,7	5400	174636
2.Компресор	6DTE50K	2	43,8	0,7	5400	331128
3.Компресор	4NSL30K	8	40,37	0,7	5400	1220789
4.Компресор	6STE50K	8	33,12	0,7	5400	1001549

Продовження таблиці 9

1.Повітроохо лоджувач	GACV CX 090.1DE/2A	12	7,49	0,6	2400	129427
2.Повітроохо лоджувач	GACV CX 045.1FE/3A	4	1,34	0,6	2400	7718
3.Повітроохо лоджувач	GACV CX 045.1FE/2A	1	0,9	0,6	2400	1296
1.Газоохолод жувач	GGHC CD 045.1/24	1	3,53	0,5	3000	5295
2.Газоохолод жувач	GGHV CD 090.2QF/16A	2	23	0,5	3000	69000
ТЕНи повітроохолод жувачів	1	12	5	0,18	432	4666
	2	4	4,5	0,18	432	1400
	3	1	4,5	0,18	432	350
Разом:						2947254

Вартість споживаємої електроенергії обчислюється за формулою 43:

$$Вс.ел = Цел \times W_{техн} \text{ грн} \quad (43)$$

де:

Цел. – тариф за 1 кВт год. електроенергії( грн.);

W<sub>техн.</sub> – витрати електроенергії, кВт/год.

Розраховую вартість електроенергії, тариф для промислових підприємств 1 класу напруги складає за 1 кВт\*год в Полтавській області складає 2,66 грн/кВт з урахуванням ПДВ.

$$\text{Вс.ел} = 2,66 * 2947254 = 7839695 \text{ грн}$$

Заробітню плату розраховую як місячну ставку працівників з врахуванням додаткової заробітної плати за рік. Визначаю за формулою 44 :

$$\text{ЗП} = n \times 1.4 \times L \times 12 \text{ тис. грн.} \quad (44)$$

де:

$n$  – кількість працівників;

$L$  – місячна ставка одного робітника;

1.4 – коефіцієнт врахування додаткової заробітної плати (преміальні –40% від ставки);

12 – місяців за рік

Відрахування ЕСВ розраховую згідно з законом “Про Єдиний Соціальний Внесок” складає 22% від заробітної плати. Визначаю за формулою 45:

$$\text{ЕСВ} = \text{ЗП} \times 0,22 \text{ тис. грн.} \quad (45)$$

Розрахунки зведено до Таблиці №10.

Таблиця 10. Розрахунки заробітної плати та ЕСВ.

Персонал	Кіл-ть персоналу, чол.	Місячна ставка одного робітника, тис. грн.	Коефіцієнт врахування додаткової ЗП	Заробіт на плата, тис. грн. за рік	ЕСВ, тис. грн. за рік	Загальна сума, тис. грн. за рік
Начальник цеху	1	50	1,4	840	185	1025
Холодильщик V Розряду	2	25	1,4	840	185	1025



$$\text{Апр. спис.} = (\text{Вп} - \text{Вл}) / (\text{Ткор. викор}) \text{ грн}$$

(46)

де:

Вп – первісна вартість основних засобів(грн.);

Вл – ліквідаційна вартість основних засобів(грн.).

Для холодильної споруди Вл приймається 2% від Вп. Для холодильних машин, установок Вл приймається 6% від Вп.

$$\text{Апр. обл} = (28793710 - 28793710 * 0,06) / 10 = 2706609 \text{ грн.}$$

$$\text{Апр. прим.} = (247104 - 247104 * 0,02) / 15 = 16144 \text{ грн.}$$

Витрати на поточний ремонт приймають рівним половині амортизаційних відрахувань (50% від амортизаційних відрахувань), витрати на малоцінний та швидкозношуваний інвентар приймаю як 10% від амортизаційних відрахувань, витрати на охорону праці приймаю як 200 грн на одиницю персоналу, витрати на утримання будівель та обладнання приймаю 1.5% від капіталовкладень. Усі розрахунки звозу до таблиці 11.

Таблиця 11. Витрати на експлуатацію та утримання холодильних машин та будівель холодильника.

Тип витрат	Капіталовкладення, грн.	Амортизаційні витрати, грн.	Відсоток відрахувань, %, грн	Витрати, грн.
Поточний ремонт	29040814	2706609	50	1353304
Інвентар	29040814	2706609	10	270661
Охорона праці	29040814	2706609	200	2000

Продовження таблиці 11.

Тип витрат	Капіталовкладення, грн.	Амортизаційні витрати, грн.	Відсоток відрахувань, %, грн	Витрати, грн.
Утримання будівель та обладнання	29040814	2706609	1,5	435612
Всього:				2061577

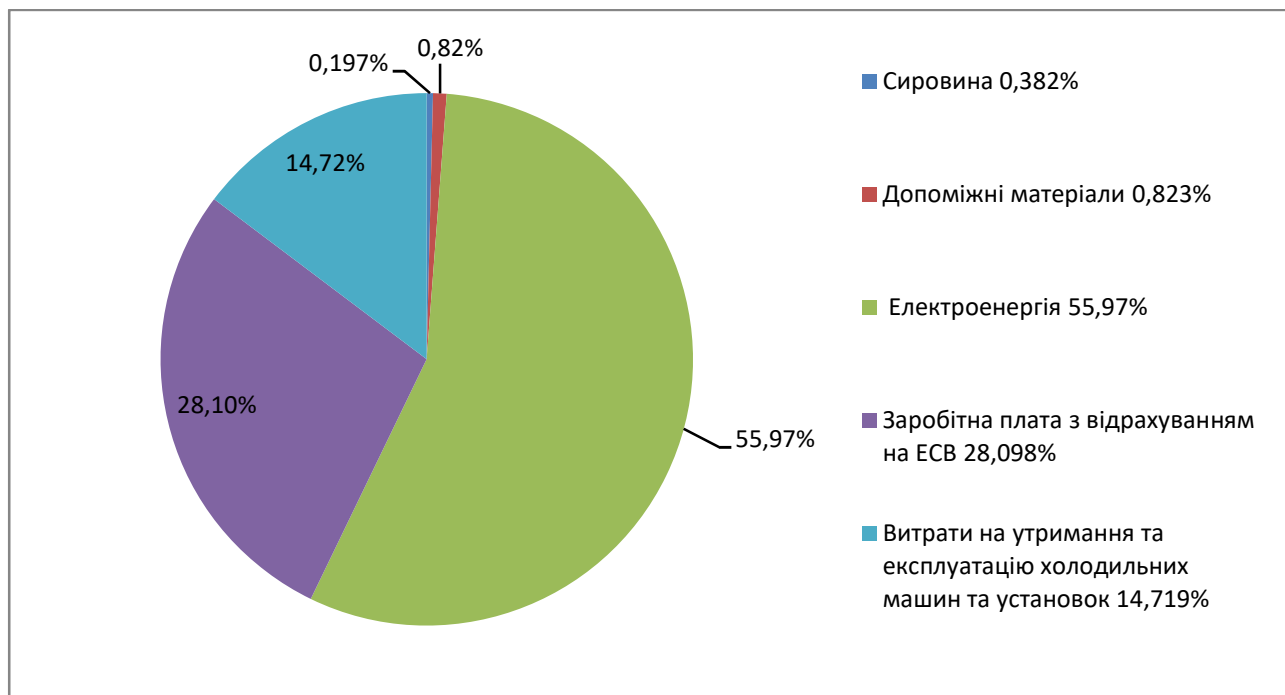
Складання планової калькуляції одиниці виробленого холоду

Дані розрахунків звозу до таблиці 12.

Таблиця 12. Планова калькуляція виробничої собівартості  
виробленого холоду

Статті витрат	Сума, грн.	Питома вага, %.
1. Сировина	53564	0,382
2. Допоміжні матеріали	115 313	0,823
3. Електроенергія	7 839 695	55,97
4. Заробітна плата з відрахуванням на ЕСВ	3 935 232	28,098
5. Витрати на утримання та експлуатацію холодильних машин та установок	2 061 577	14,719
6. Виробнича собівартість (п1 + п5)	14 005 381	100

## Структура виробничої собівартості



Собівартість одиниці виробленого холоду розраховується за формулою:

$$C_{од} = \frac{\text{виробнича собівартість}}{\text{кількість виробленого холоду}} \text{ грн/кВт} \quad (47)$$

Розраховую собівартість одиниці виробленого холоду:

$$C_{од} = 14005381/4053078 = 3,455 \text{ грн/кВт}$$

Отримана собівартість задовольняє сучасні норми господарювання.

Визначення основних показників економічної ефективності

Розраховуються показники економічної ефективності для того щоб знати окупність підприємства та його ціну.

Загальний плановий прибуток, визначаю за формулою:

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta\Pi = (\Pi_{\text{ох}} - C_{\text{од}}) * Q_{\text{заг}} \text{ грн} \quad (48)$$

де:

$\Pi_{\text{ох}}$  – це ціна одиниці виробленого холоду, грн/кВт\*год.

Ціна одиниці виробленого холоду визначається використанням нормативного планування прибутку, який базується на використанні єдиного відсотку рентабельності на всю продукцію – 300%. Тобто ціна одиниці виробленого холоду розраховується за формулою:

$$\Pi_{\text{ох}} = C_{\text{од}} * 3 \text{ грн.} \quad (49)$$

Розраховую ціну одиниці виробленого холоду:

$$\Pi_{\text{ох}} = 3,455 * 3 = 10,366 \text{ грн.}$$

Розраховую загальний плановий прибуток:

$$\Delta\Pi = (10,366 - 3,455) * 4053078 = 28010822 \text{ грн}$$

Чистий грошовий потік – це надходження коштів за певний період.

Визначається за формулою:

$$\text{ЧГП} = (\Delta\Pi * 0,82) + A \text{ грн} \quad (50)$$

									00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
										79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

де:

$\Delta\Pi * 0,82$  – це чистий плановий прибуток (загальний плановий прибуток мінус податок на прибуток 18%);

A – амортизація основних засобів.

Розраховую чистий грошовий потік:

$$\text{ЧГП} = (28010822 * 0,82) + 2706609 = 25675483 \text{ грн}$$

Чистий приведений дохід – це різниця між сумарною дисконтованою віддачою від використання холодильника, СДВ, грн. і капіталовкладеннями на його створення, К, грн.

Визначаю за формулою:

$$\text{ЧПД} = \text{СДВ} - \text{К} \text{ грн} \quad (51)$$

Сумарна дисконтована віддача розраховується за формулою:

$$\text{СДВ} = \sum_{t=1}^{10} \frac{\text{ЧГП}}{(1+p)^t} \text{ грн} \quad (52)$$

Де:

t – період життєвого циклу проекту, років приймаю 10 років;

p – ставка дисконту, яка характеризує можливий рівень втрат чистих грошових потоків за період життєвого циклу, % (приймаю 25%);

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{СДВ} = \frac{25675483}{(1+0,25)^1} + \frac{25675483}{(1+0,25)^2} + \frac{25675483}{(1+0,25)^3} + \frac{25675483}{(1+0,25)^4} + \frac{25675483}{(1+0,25)^5} + \frac{25675483}{(1+0,25)^6} + \frac{25675483}{(1+0,25)^7} + \frac{25675483}{(1+0,25)^8} + \frac{25675483}{(1+0,25)^9} + \frac{25675483}{(1+0,25)^{10}} = 91674396 \text{ грн.}$$

Розраховую чистий приведений дохід:

$$\text{ЧПД} = 91674396 - 29117689 = 62556707 \text{ грн}$$

Індекс дохідності – це індекс який показує у скільки разів сумарна дисконтована віддача від використання холодильника більша за початкові капіталовкладення. Розраховується за формулою:

$$\text{ІД} = \text{СДВ}/\text{К} \quad (53)$$

Розраховую індекс дохідності:

$$\text{ІД} = 91674396/29117689 = 3,148$$

Індекс рентабельності – це індекс який визначається як відношення чистого планового прибутку та капіталовкладень на створення холодильника. Розраховується за формулою:

$$\text{ІР} = (\Delta\Pi \times 0,82)/\text{К} \quad (54)$$

Розраховую індекс рентабельності:

$$\text{ІР} = (28010822 * 0,82)/29117689 = 0,788$$

										Арк.
										81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.ДП.142.008.440.ПЗ					

Рентабельність холодильника 78,8%.

Дисконтований термін окупності визначається за формулою:

$$T_{\text{ок.д}} = \frac{K}{\text{СДВ}} * t \text{ роки} \quad (55)$$

Розраховую дисконтований термін окупності:

$$T_{\text{ок.д}} = \frac{29117689}{91674396} * 10 = 3,18 \text{ роки}$$

Таким чином враховуючи те, що термін повертання інвестицій знаходиться в межах життєвого циклу проекту – 3,18 років, індекс дохідності більше одиниці та складає 3,148 а чистий приведений дохід величина позитивна – 62 556 707 грн, проект будівництва розподільчого холодильника є доцільним до впровадження.

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Посібник проектування холодильників підприємств торгівлі та громадського харчування. Потапов С.Г.
2. Сайт incools.com.
3. Курсове і дипломне проектування холодильних установок і систем кондиціонування повітря.
4. Проектування холодильників Ю.С. Крилов, П.І. Пірог, В.В. Васютовіч, А.В. Карпов, А.І. Дементьев.
5. Закон України «Про підприємства в Україні» К. 1991, доп. 1998
6. Закон України «Про оплату праці» К. 1995. доп. 1998
7. Закон України «Про оподаткування прибутку підприємств» 1998
8. Закон України «Про обов'язкові відрахування в державний пенсійний фонд» К 1996
9. Податковий кодекс України. ВВР.2017
10. Господарський кодекс України від 16 січня 2003р. (Глава 7: Підприємство)
11. Національні стандарти бухобліку П(С)БО-16. К. 2000

					00.ДП.142.008.440.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Яртим О.О.			Проект розподільчого холодильника місткістю 4000 т у м. Полтава	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		Рябчук О.М.					83	130
<i>Н. Контр.</i>		.			НУХТ ХМ-4-12СК			
<i>Затверд.</i>		Петренко В.П.						

12. Л.Г. Мельник «Економіка енергетики» Суми 2015

13. І.М.Бойчик «Економіка підприємства» Київ «Атіка» 2004

14. С.Ф. Покропивний «Економіка підприємства» КНЕУ 2000

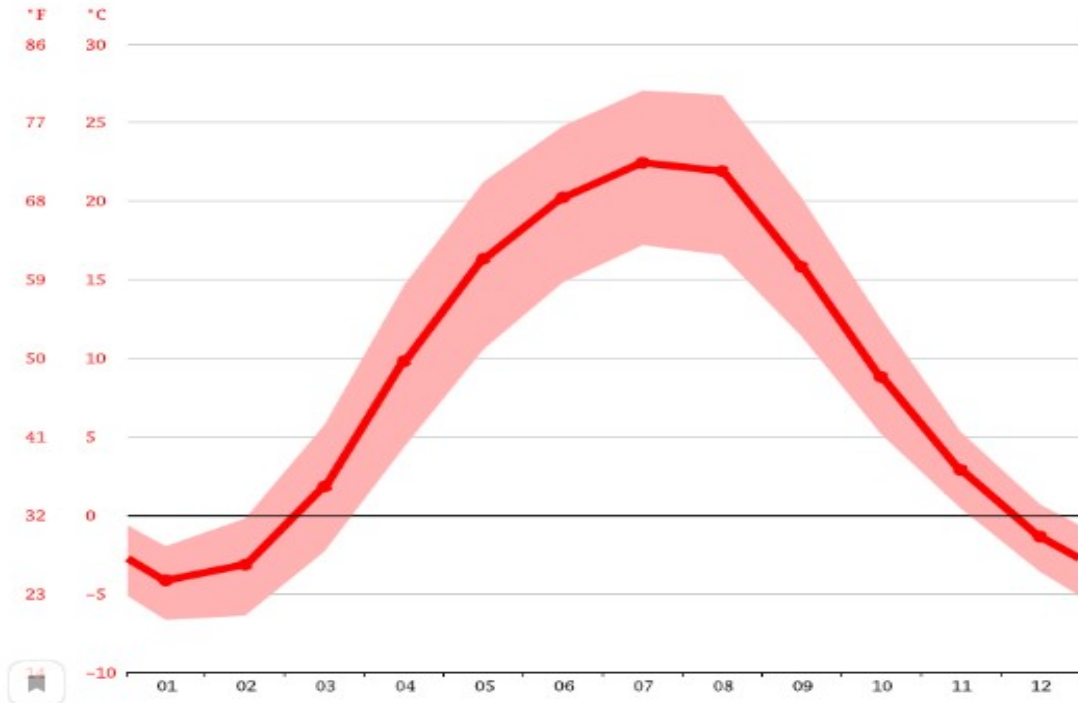
15. Сучасна економічна література, газети, журнали, інформаційні бюлетені та інші, для виконання теоретичної частини курсової роботи.

16. І. Ю. Предко. Методичні вказівки до виконання курсової роботи розроблені викладачем І. Ю. Предко.

					00.ДП.142.008.440.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

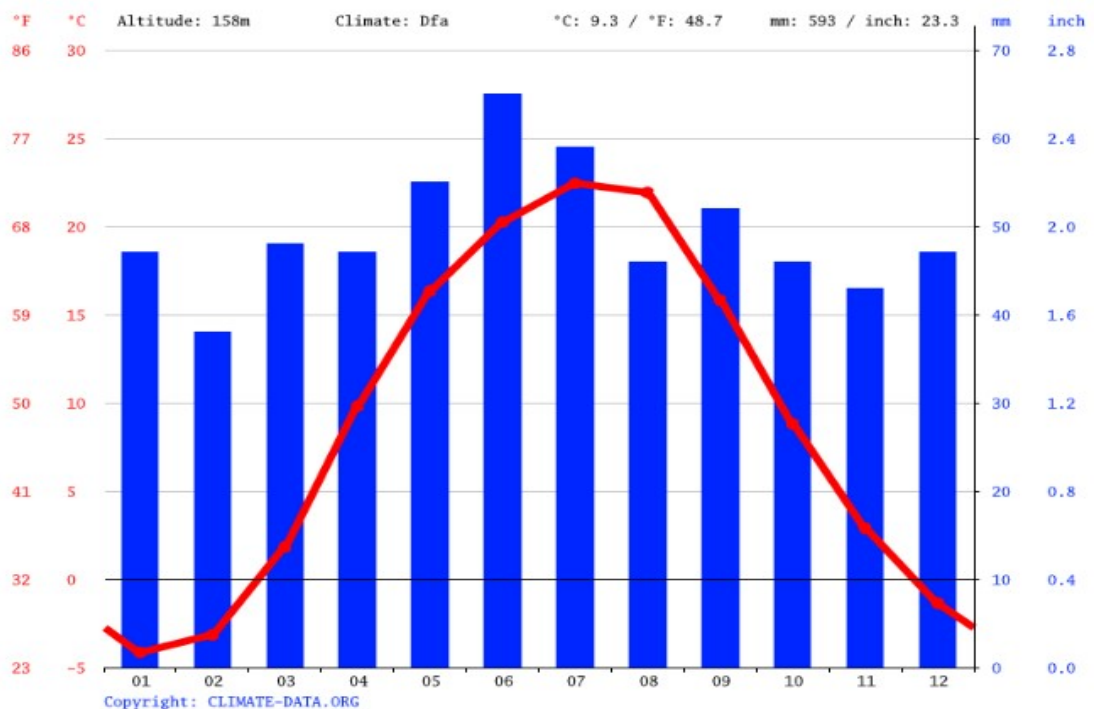
## Додаток А

### ГРАФИК ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЛТАВА



Самый теплый месяц года - Июль со средней температурой 22.4 °C. Январь имеет самую низкую среднюю температуру года. Это -4.1 °C.

### КЛИМАТИЧЕСКИЙ ГРАФИК ПОЛТАВА



Самый засушливый месяц - Февраль с осадками 38 мм. В среднем 65 мм, наибольшее количество осадков выпадает в Июнь.

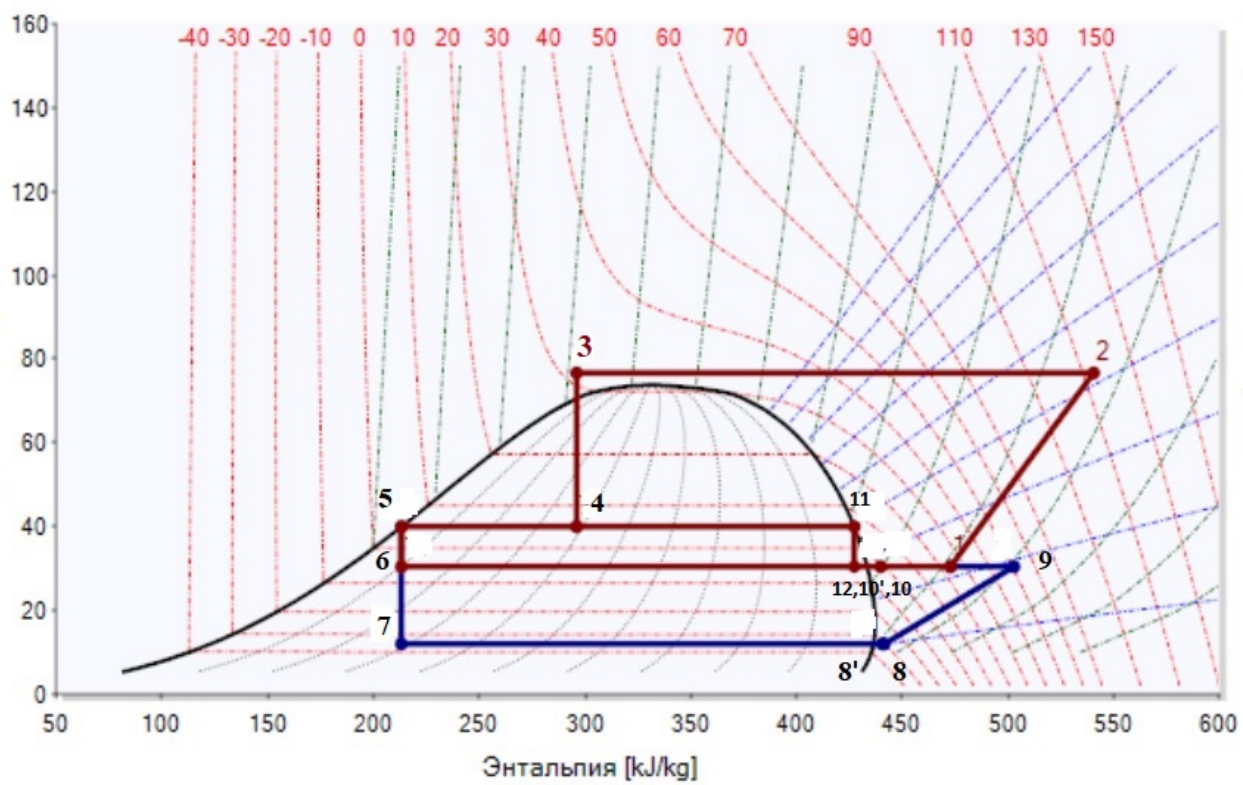
## КЛИМАТИЧЕСКИЙ ГРАФИК ПОЛТАВА

	Январь	Февраль	март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Средний температура (°C)	-4.1	-3.2	1.8	9.8	16.3	20.2	22.4	21.9	15.8	8.8	2.9	-1.4
минимум температура (°C)	-6.7	-6.4	-2.3	4.3	10.6	14.8	17.2	16.6	11.4	5.2	0.4	-3.6
максимум температура (°C)	-2	-0.2	5.8	14.6	21.3	24.8	27	26.8	20.2	12.5	5.3	0.7
Норма осадков (мм)	47	38	48	47	55	65	59	46	52	46	43	47
Влажность(%)	84%	81%	75%	64%	58%	59%	61%	55%	63%	71%	82%	82%
Дождливые дни (Д)	7	6	8	7	8	8	8	5	6	5	6	7
долгота дня (часы)	1.9	2.9	5.6	9.3	11.7	12.5	12.6	11.3	8.2	5.2	2.7	1.8

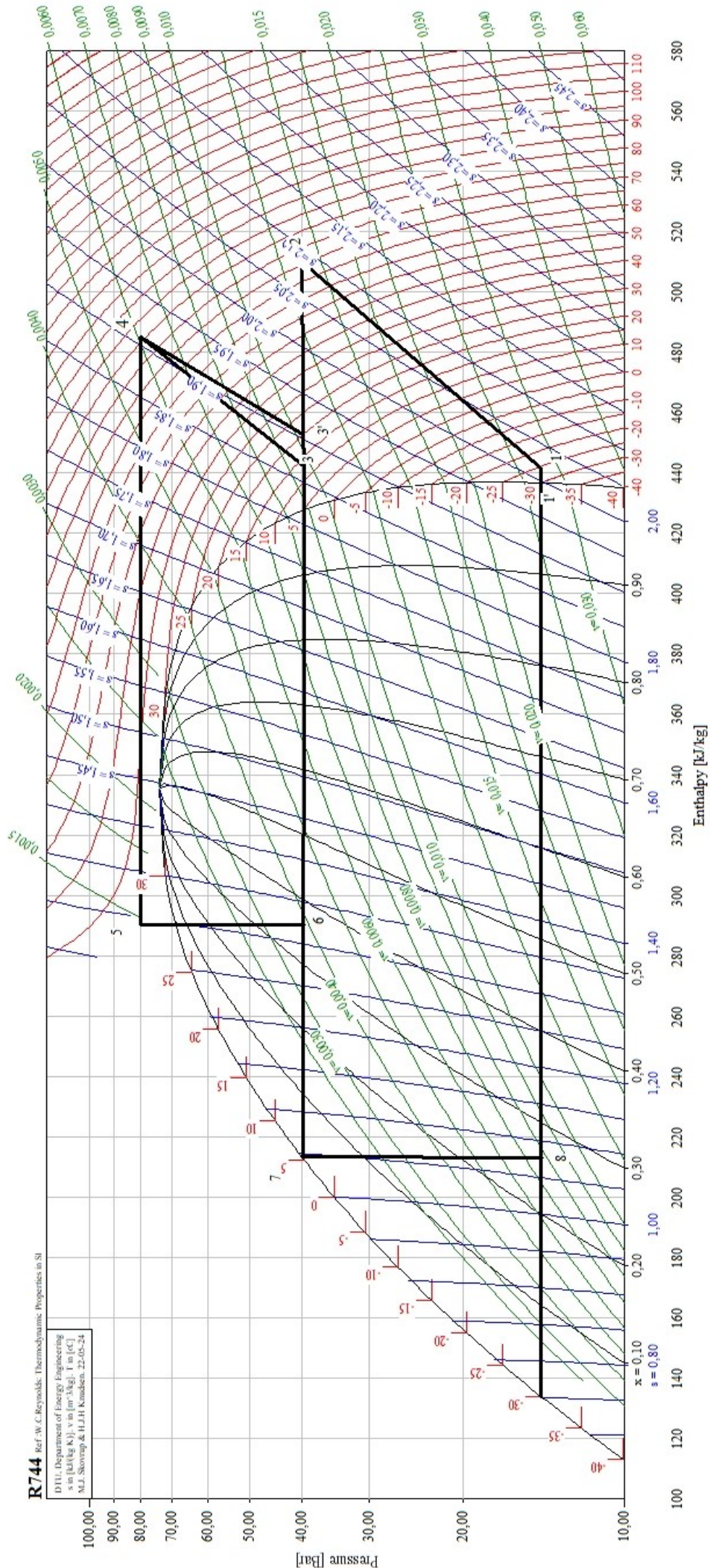
Разница между количеством осадков, между самым сухим и самым влажным месяцем - 27 мм. В течение года средняя температура колеблется от 26.6 °C. Полезные советы о чтении таблицы климата: За каждый месяц, вы найдете данные о осадках (мм), среднее, максимальное и минимальной температуры (в градусах по Цельсию и по Фаренгейту). Значение первой строки: (1) января (2) февраля (3) марта (4) апреля (5) мая, (6) июня (7) июля (8) августа (9) сентября , (10) октября (11) ноября (12) декабрь.

Самая высокая относительная влажность наблюдается в Январь (84.44 %). Самый низкий в Август (54.85 %).

# Додаток Б



# Додаток В



## Додаток Г

### Технические данные

4NSL-30K

#### Технические параметры

Объемная произв-сть (1450 об/мин 50Гц)	46,9 м <sup>3</sup> /h
Объемная произв-сть(1750 об/мин 60Гц)	56,6 м <sup>3</sup> /h
Число цилиндров x Диаметр x Ход поршня	4 x 70 mm x 35 mm
Вес	171 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	30 / 53 bar
Присоединение линии всасывания	35 mm - 1 3/8"
Присоединение линии нагнетания	28 mm - 1 1/8"
Тип масла для R744 (CO <sub>2</sub> )	BSE60K (Standard) BSE85K, BSG68K (Option)

#### Параметры мотора

Версия мотора	1
Напряжение мотора (др. по запросу)	380-420V PW-3-50Hz
Максимальный рабочий ток	55.5 A
Соотношение обмоток	50/50
Пусковой ток (ротор заблокирован)	135.0 A Y / 220.0 A YY

#### Комплект поставки

Защита мотора	SE-B3(Standard), SE-B2(Option)
Класс защиты	IP65
Антивибрационные демпферы	Standard
Заправка масла	2,60 dm <sup>3</sup>

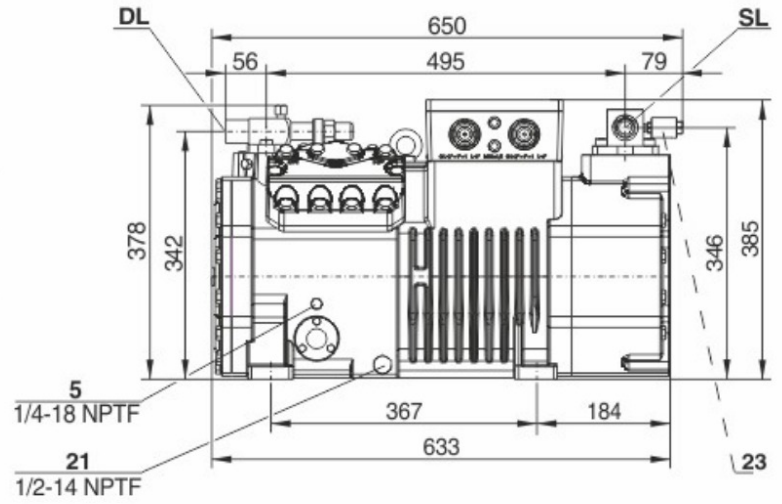
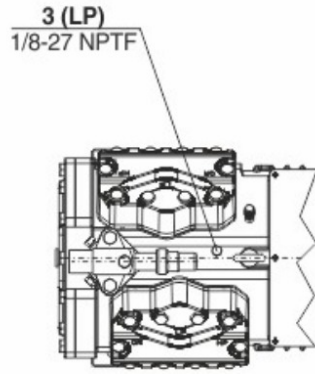
#### Доступные опции

Присоединение линии всасывания	Option
Запорный вентиль на нагнетании	Option
Сервисный масляный клапан	Option
Подогреватель масла в картере	0..140 W PTC (Option)

Размеры и соединения

4NSL-30K

Стандарт



## Технические данные

4TSL-20K

### Технические параметры

Объемная произв-сть (1450 об/мин 50Гц)	34,4 м3/ч
Объемная произв-сть(1750 об/мин 60Гц)	41,6 м3/ч
Число цилиндров x Диаметр x Ход поршня	4 x 60 mm x 35 mm
Вес	153,5 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	30 / 53 bar
Присоединение линии всасывания	35 mm - 1 3/8"
Присоединение линии нагнетания	28 mm - 1 1/8"
Тип масла для R744 (CO2)	BSE60K (Standard) BSE85K, BSG68K (Option)

### Параметры мотора

Версия мотора	1
Напряжение мотора (др. по запросу)	380-420V PW-3-50Hz
Максимальный рабочий ток	40.0 A
Соотношение обмоток	50/50
Пусковой ток (ротор заблокирован)	97.0 A Y / 158.0 A YY

### Комплект поставки

Защита мотора	SE-B3(Standard), SE-B2(Option)
Класс защиты	IP65
Антивибрационные демпферы	Standard
Заправка масла	2,60 dm <sup>3</sup>

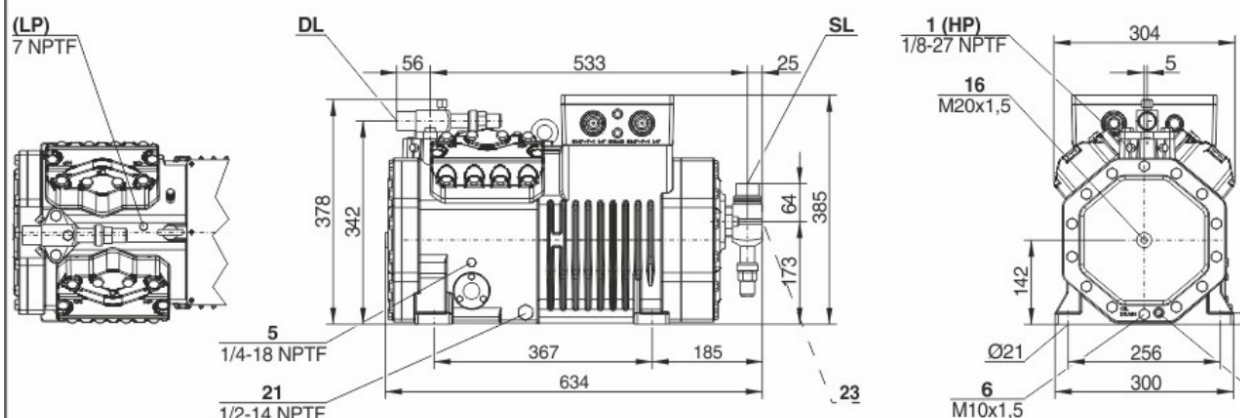
### Доступные опции

Присоединение линии всасывания	Option
Запорный вентиль на нагнетании	Option
Сервисный масляный клапан	Option
Подогреватель масла в картере	0..140 W PTC (Option)

### Размеры и соединения

4TSL-20K

Стандарт



## Технические данные

6DTE-50K

### Технические параметры

Объемная произв-сть (1450 об/мин 50Гц)	30,3 м3/ч
Объемная произв-сть(1750 об/мин 60Гц)	36,6 м3/ч
Число цилиндров x Диаметр x Ход поршня	
Вес	242 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	100/160 bar
Присоединение линии всасывания	35 mm - 1 3/8"
Присоединение линии нагнетания	28 mm - 1 1/8"
Тип масла для R744 (CO2)	BSE85K (Standard), BSG68K (Option)

### Параметры мотора

Версия мотора	1
Напряжение мотора (др. по запросу)	380-400V PW-3-50Hz
Максимальный рабочий ток	98.0 A
Соотношение обмоток	50/50
Пусковой ток (ротор заблокирован)	226.0 A Y / 404.0 A YY

### Комплект поставки

Защита мотора	SE-B3(Standard), SE-B2(Option)
Класс защиты	IP65
Антивибрационные демпферы	Standard
Заправка масла	2,80 dm <sup>3</sup>
Подогреватель масла в картере	0..140 W PTC (Standard)

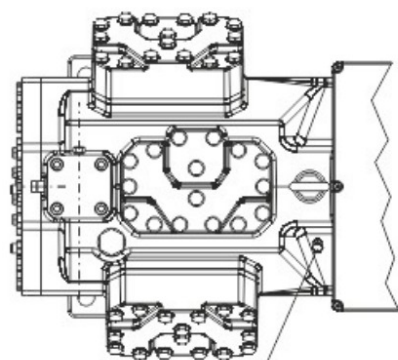
### Доступные опции

Присоединение линии всасывания	Option
Запорный вентиль на нагнетании	Option
Датчик температуры нагнетания	
Контроллер	
Контроль давления масла	Delta-PII(Option)

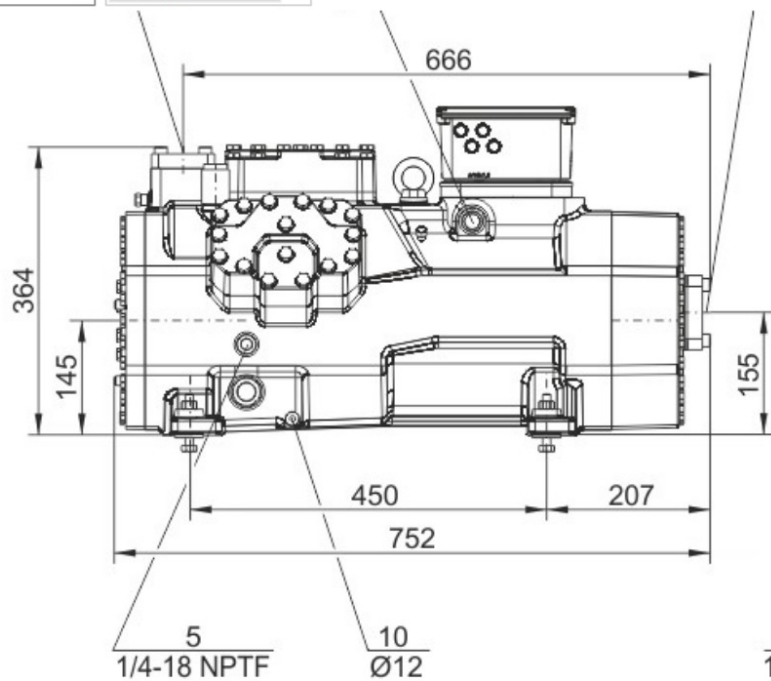
Размеры и соединения

6DTE-50K

Стандарт



3 (LP)  
1/8-27 NPTF



## Технические данные

6СТЕ-50К

### Технические параметры

Объемная произв-сть (1450 об/мин 50Гц)	38,2 m <sup>3</sup> /h
Объемная произв-сть(1750 об/мин 60Гц)	46,1 m <sup>3</sup> /h
Число цилиндров x Диаметр x Ход поршня	
Вес	241 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	100/160 bar
Присоединение линии всасывания	35 mm - 1 3/8"
Присоединение линии нагнетания	28 mm - 1 1/8"
Тип масла для R744 (CO2)	BSE85K (Standard), BSG68K (Option)

### Параметры мотора

Версия мотора	2
Напряжение мотора (др. по запросу)	380-400V PW-3-50Hz
Максимальный рабочий ток	99.0 A
Соотношение обмоток	50/50
Пусковой ток (ротор заблокирован)	226.0 A Y / 404.0 A YY

### Комплект поставки

Защита мотора	SE-B3(Standard), SE-B2(Option)
Класс защиты	IP65
Антивибрационные демпферы	Standard
Заправка масла	2,80 dm <sup>3</sup>
Подогреватель масла в картере	0..140 W PTC (Standard)

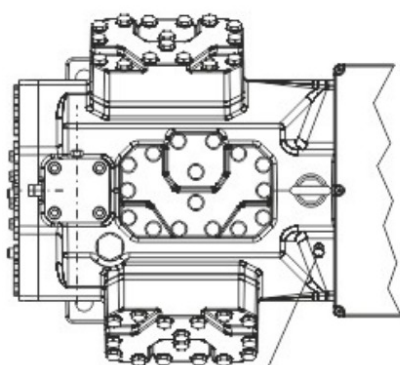
### Доступные опции

Присоединение линии всасывания	Option
Запорный вентиль на нагнетании	Option
Датчик температуры нагнетания	
Контроллер	
Контроль давления масла	Delta-PII(Option)

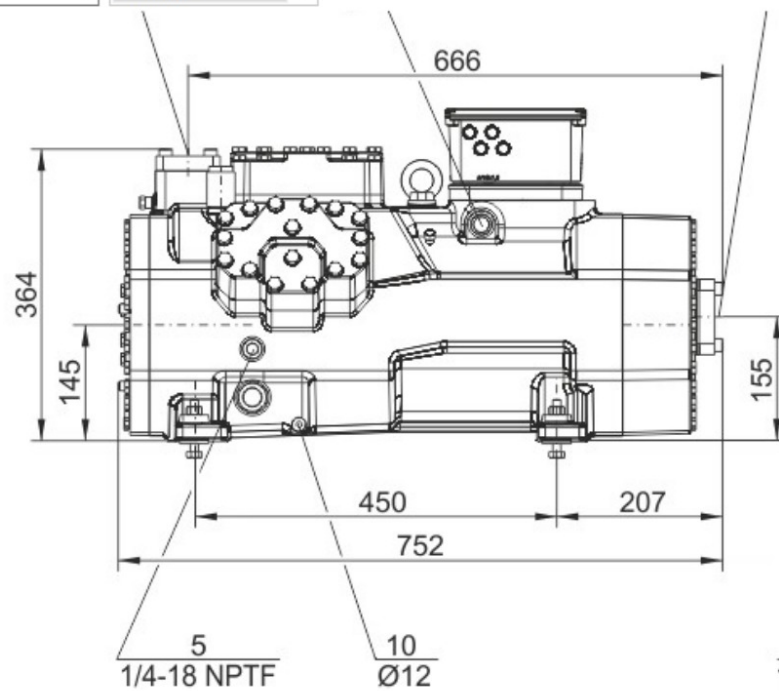
Размеры и соединения

6СТЕ-50К

Стандарт



3 (LP)  
1/8-27 NPTF



# Додаток Д



Дата: 2022-06-02  
 Запрос от:  
 Проект:  
 № предложения:  
 Позиция:  
 Контактное лицо:



## Испаритель (dx) 2 x GACV CX 045.1FE/3A-40.A Только для расчета!

<b>Мощность:</b>	20.0 kW <sup>(1)</sup>	<b>Хладагент:</b>	CO2 (R744) <sup>(2)</sup>
Резерв поверхности:	16.5 %	Т кипения:	-5.0 °C
Объемн. расход возд.:	14535 m <sup>3</sup> /h	Перегрев:	5.0 K
Воздух на входе:	2.0 °C	Т конденсации:	5.0 °C
Воздух на выходе:	-1.0 °C	Т переохлаждения:	5.0 °C
Давление воздуха:	1013 mbar		

Вентиляторы (AC): 3 Шт. 1~230V 50Hz

Технические характеристики вент. узла:

Скор. вращ.:	1360 min-1
Мощность (мех./эл.):	0.30 kW/0.47 kW
Потребл. ток:	2.20 A <sup>(5)</sup>
ErP:	Compliant <sup>(6)</sup>

Уровень звукового давления: 58 dB(A) в 3.0 м<sup>(3)</sup>

Уровень звуковой мощности:	80 dB(A)
Струя воздуха:	около 16 м <sup>(4)</sup>
Иней:	1.0 mm

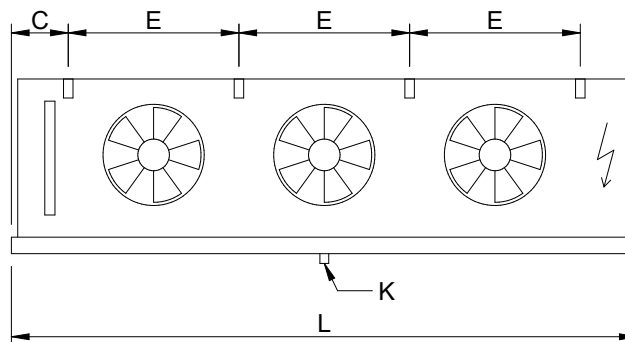
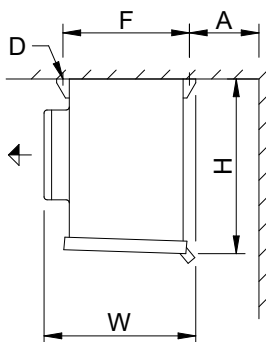
Общее потребл. эл. энергии: 1.34 kW

класс энергетич. эффективности: --

<b>Корпус:</b>	AlMg, RAL 9003	<b>Трубы:</b>	Медь <sup>(7)</sup>
Площадь пов-ти:	126.0 m <sup>2</sup>	Оребрение:	Алюминий <sup>(7)</sup>
Объем труб:	12.9 l	Потери давл. в "пауке":	1.3 bar
Шаг оребрения:	4.00 mm	Выход:	22.0 * 1.35 mm
Вес (пустой):	138 kg <sup>(8)</sup>	Вход:	16.0 * 1.00 mm
Макс. рабочее давление:	54.0 bar	PED classification:	Art. 4, par. 3 <sup>(9)</sup>
Распределители:	4	Нходов:	18
К-во контуров:	1N	Подкл. отн. движ. воздуха:	справа

### Размеры:

L =	3290 mm
W =	711 mm
H =	664 mm
E =	890 mm
F =	573 mm
C =	324 mm
A =	450 mm
D =	14 mm
K =	G1¼"



Сливной патрубок по DIN ISO 228-1 с G-резьбой (плоское уплотнение).  
 Внимание: схема и размеры распространяются не на все комплектующие!

UI: 158R.0CJ

Product code: 253-158R.0CJ.0KE \*\*\*\*-1C225.00.01.0010.0000.0000.0000.016P.3041N.4101A.5171.6168

### Прайс-лист (на условиях EXW):

	Шт.	Стоимость:	Всего:
Стоимость аппарата:	2	4380.00 EUR	8760.00 EUR
<b>Комплектующие:</b>			
Монтаж и подключение на заводе-изготовителе (Шкаф управления, Вентилятор)	2		
Terminal box <sup>(10)</sup>	2		
Fans wired seriell			
1 x (5209498) Terminal Block for Fan TB Fan 1ph+N 2.5 mini x1			
1 x (5209342) Terminal Box (Plastic) 130x94x81mm			
Кольцевой тэн вентилятора - Тэн оттайки без <sup>(11)</sup>	6	106.00 EUR	636.00 EUR
HeatShield			
230V 1~N+PE - 0,18kW			

**Всего (прайс-лист без НДС, включ. упаковку)**

**Расчет производится в отделе калькуляции**

Условия поставки:

Условия оплаты:

Срок изготовления: **46 недель<sup>(12)</sup>** (Состояние: 2022-06-02)

Срок действия предл.:

Действуют наши стандартные условия оплаты и поставки!

#### **Important remarks / explanatory notes:**

- (1) Capacity including Humidity Factor
- (2) Fluid group 2 according to pressure equipment directive 2014/68/EU
- (3) При использовании метода охватывающей поверхности согласно норм EN 13487/EN 9614-1
- (4) Расстояние, при котором скорость воздушного потока в идеальной камере составляет 0.5 m/s. Фактическая длина струи воздушного потока в холодильной камере зависит от размеров камеры и других факторов.
- (5) Потребляемый ток может изменяться в зависимости от температуры воздуха и подаваемого напряжения (согласно норм VDE).
- (6) This unit is equipped with fans that meet the efficiency requirements of Directive 2009/125/EC (ErP Directive).
- (7) Необходимо проверить, годится ли Выбранный Вами материал для необходимого места установки.
- (8) Размеры и вес действительны не для всех возможных вариантов! Они могут отличаться для аппаратов специальных (S-) и с опциями.
- (9) Piping (DN = 25.0 mm, TSmax = 150 °C, газообразный). Final classification according to pressure equipment directive 2014/68/EU during order processing.
- (10)(GNSM03-####-ID####-MSNW-001) Ширина x Высота x Глубина: 130 mm x 94 mm x 81 mm, Тип защиты IP 54, Operating temperature range: -35.0 °C - 60.0 °C
- (11)Защита предохранителем в соответствии с общей потребляемой мощностью на схеме электрических соединений, max. 25 A
- (12)Срок поставки для серийных аппаратов с завода поставщика, без срока транспортировки. Сроки поставки для аппаратов с прилагаемыми к заказу чертежами, для аппаратов и комплектующих особого исполнения, а также в большом количестве по запросу.

**Пожалуйста, обратите внимание ...**

**Этот аппарат только для расчета!**

Цены не действительны.

Дата: 2022-06-02

Запрос от:

Проект:

№ предложения:

Позиция:

Контактное лицо:



**Испаритель (dx) 3 x GACV CX 090.1DE/2A-40.E Только для расчета!**

<b>Мощность:</b>	191.0 kW <sup>(1)</sup>	<b>Хладагент:</b>	CO2 (R744) <sup>(2)</sup>
Резерв поверхности:	16.5 %	Т кипения:	-30.0 °C
Объемн. расход возд.:	61755 m <sup>3</sup> /h	Перегрев:	5.0 K
Воздух на входе:	-8.0 °C	Т конденсации:	5.0 °C
Воздух на выходе:	-15.0 °C	Т переохлаждения:	5.0 °C
Давление воздуха:	1013 mbar		

Вентиляторы (AC): 2 Шт. 3~400V 50HzΔ(Y)

Технические характеристики вент. узла:

Скор. вращ.: 890 min<sup>-1</sup> / (700 min<sup>-1</sup>)

Мощность (мех./эл.): 2.79 kW/3.60 kW

Потребл. ток: 7.20 A<sup>(5)</sup>

ErP: Compliant<sup>(6)</sup>

Уровень звукового давления: 71 dB(A) в 3.0 м<sup>(3)</sup>

Уровень звуковой мощности: 95 dB(A)

Струя воздуха: около 46 м<sup>(4)</sup>

Иней: 0.0 mm

Общее потребл. эл. энергии: 7.49 kW

класс энергетич. эффективности: --

Корпус: Оцинк. сталь, RAL 9003

Площадь пов-ти: 268.6 m<sup>2</sup>

Объем труб: 31.6 l

Шаг оребрения: 4.00 mm

Вес (пустой): 553 kg<sup>(8)</sup>

Макс. рабочее давление: 54.0 bar

Распределители: 32

К-во контуров: 1N

Трубы: Медь<sup>(7)</sup>

Оребрение: Алюминий<sup>(7)</sup>

Потери давл. в "пауке": 1.9 bar

Выход: 54.0 \* 3.55 mm

Вход: 35.0 \* 2.00 mm

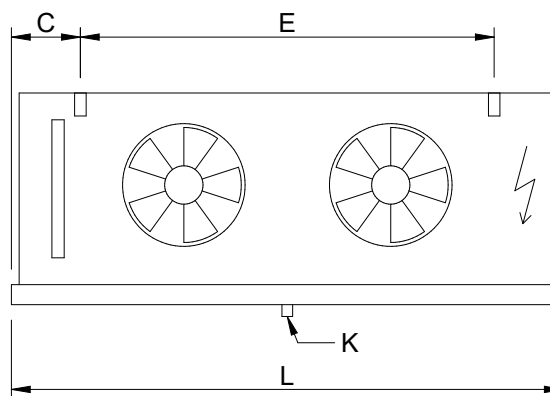
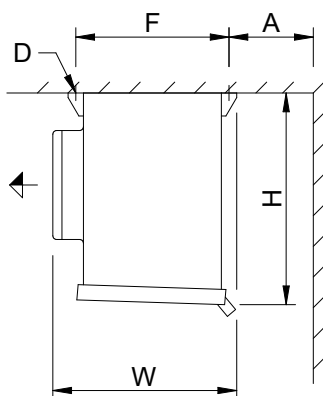
PED classification: Категория I, module A<sup>(9)</sup>

Нходов: 4

Подкл. отн. движ. воздуха: справа

**Размеры:**

L = 4078 mm  
W = 1038 mm  
H = 1680 mm  
E = 3200 mm  
F = 788 mm  
C = 458 mm  
A = 1200 mm  
D = 18 mm  
K = G2"



Сливной патрубок по DIN ISO 228-1 с G-резьбой (плоское уплотнение).

Внимание: схема и размеры распространяются не на все комплектующие!

UI: 18A2.1NB

Product code: 253-18A2.1NB.OYD.S1T5-1C235.00.01.1110.0000.0000.0000

**Прайс-лист (на условиях EXW):**

	Шт.	Стоимость:	Всего:
Стоимость аппарата:	3	10726.00 EUR	32178.00 EUR
Комплектующие:			
Монтаж и подключение на заводе-изготовителе (Шкаф управления, Вентилятор)	3		
Terminal box <sup>(10)</sup>	3		
Fans grouped			
1 x (5209324) Terminal Block for Fan TB Fan 3ph 2.5 mini x3			
1 x (5209835) Terminal Block for Fan 02xTK			
1 x (5209443) Terminal Box (Plastic) 130x130x99mm			
Эл.оттайка блока для t0≥-40°C (2x)400V 3~+PE - 15kW <sup>(11)</sup>	3	449.00 EUR	1347.00 EUR

Дата: 2022-06-02

Запрос от:

Проект:

№ предложения:

Позиция:

Контактное лицо:



**Испаритель (dx) GACV CX 045.1FE/2A-40.E Только для расчета!**

<b>Мощность:</b>	120.0 kW <sup>(1)</sup>	<b>Хладагент:</b>	CO2 (R744) <sup>(2)</sup>
Резерв поверхности:	17.2 %	Т кипения:	-35.0 °C
Объемн. расход возд.:	9690 m <sup>3</sup> /h	Перегрев:	5.0 K
Воздух на входе:	4.0 °C	Т конденсации:	5.0 °C
Воздух на выходе:	-19.3 °C	Т переохлаждения:	5.0 °C
Давление воздуха:	1013 mbar		

Вентиляторы (AC): 2 Шт. 1~230V 50Hz

Технические характеристики вент. узла:

Скор. вращ.:	1360 min-1
Мощность (мех./эл.):	0.30 kW/0.47 kW
Потребл. ток:	2.20 A <sup>(5)</sup>

ErP: Compliant<sup>(6)</sup>

Уровень звукового давления: 56 dB(A) в 3.0 м<sup>(3)</sup>

Уровень звуковой мощности: 78 dB(A)

Струя воздуха: около 16 м<sup>(4)</sup>

Иней: 0.0 mm

Общее потребл. эл. энергии: 0.90 kW

класс энергетич. эффективности: --

Корпус: AlMg, RAL 9003

Площадь пов-ти: 84.0 m<sup>2</sup>

Объем труб: 9.3 l

Шаг оребрения: 4.00 mm

Вес (пустой): 108 kg<sup>(8)</sup>

Макс. рабочее давление: 80.0 bar

Распределители: 18

К-во контуров: 1N

Трубы: Медь<sup>(7)</sup>

Оребрение: Алюминий<sup>(7)</sup>

Потери давл. в "пауке": 3.3 bar

Выход: 41.3 \* 2.70 mm

Вход: 22.2 \* 1.50 mm

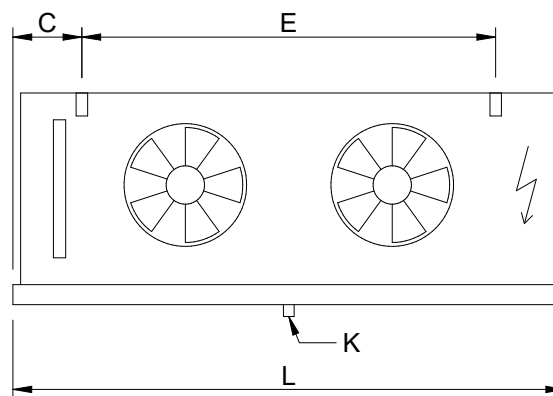
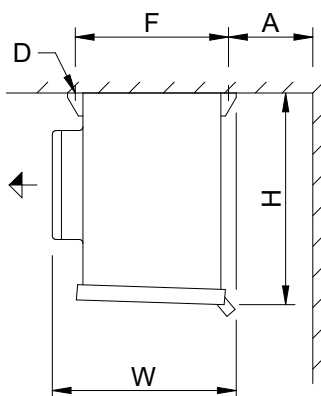
PED classification: Категория I, module A<sup>(9)</sup>

Нходов: 4

Подкл. отн. движ. воздуха: справа

**Размеры:**

L =	2320 mm
W =	711 mm
H =	664 mm
E =	1780 mm
F =	573 mm
C =	284 mm
A =	450 mm
D =	14 mm
K =	G1¼"



Сливной патрубок по DIN ISO 228-1 с G-резьбой (плоское уплотнение).  
Внимание: схема и размеры распространяются не на все комплектующие!

UI: 154V.0CJ

Product code: 253-154V.0CJ.0KV.\*\*\*\*-1C236.00.01.1100.0000.0000.0000.015P.30I2T.41006.515S.612J

**Прайс-лист (на условиях EXW):**

	Шт.	Стоимость:	Всего:
Стоимость аппарата:	1	4258.00 EUR	4258.00 EUR
Комплектующие:			
Монтаж и подключение на заводе-изготовителе (Шкаф управления, Вентилятор)	1		
Terminal box <sup>(10)</sup>	1		
Fans wired seriell			
1 x (5209498) Terminal Block for Fan TB Fan 1ph+N 2.5 mini x1			
1 x (5209342) Terminal Box (Plastic) 130x94x81mm			
Эл.оттайка блока для t0≥-40°C 230/400V+N+PE - 4,5kW <sup>(11)</sup>	1	214.00 EUR	214.00 EUR
Эл.оттайка поддона для t0≥-40°C 230V 1~N+PE - 2,4kW <sup>(11)</sup>	1	224.00 EUR	224.00 EUR



**CO<sub>2</sub> gas cooler / GGHC CD 045.1/24-53-0016548M**

**Supercritical Operation**

<b>Capacity:</b>	250,00 kW	<b>Medium:</b>	CO <sub>2</sub> (R744) 80.0 bar <sup>(2)</sup>
<b>Surface reserve:</b>	23,80 %	<b>Inlet:</b>	114,00 °C
<b>Air flow:</b>	39 650,00 m <sup>3</sup> /h	<b>Outlet:</b>	31,00 °C
<b>Air velocity:</b>	1,90 m/s	<b>Pressure drop:</b>	4.63 bar
<b>Air inlet:</b>	27,00 °C	<b>Volume flow:</b>	27.21 m <sup>3</sup> /h m <sup>3</sup> /h
<b>Altitude:</b>	0,00 m	<b>Mass flow:</b>	3612 kg/h

**Fans (AC): (VT0326U)** 8 Piece(s) 1~230V 50Hz

**Data per motor (nominal data):**

<b>Speed:</b>	1360 min-1
<b>Capacity(mech./el.):</b>	0.30 kW/0.47 kW
<b>Current:</b>	2,20 A <sup>(3)</sup>

<b>Noise pressure level:</b>	53,00 dB(A) in 10,00 m <sup>(4)</sup>
<b>Noise power level:</b>	85,00 dB(A)
<b>ErP:</b>	Compliant <sup>(5)</sup>

**Total el. power consumption:** 3,53 kW

<b>Casing:</b>	Galv. Steel, RAL 7035	<b>Tubes:</b>	high-strength copper <sup>(6)</sup>
<b>Surface:</b>	843,50 m <sup>2</sup>	<b>Fins:</b>	Aluminum <sup>(6)</sup>
<b>Tube volume:</b>	45.8 l	<b>Connections per unit:</b>	high-strength copper <sup>(6)</sup>
<b>Fin spacing:</b>	2.1 mm	<b>Inlet:</b>	2 x 28.6 * 1.90 mm
<b>Dry weight:</b>	565 kg <sup>(8)</sup>	<b>Outlet:</b>	2 x 22.2 * 1.50 mm
<b>Max. operating pressure:</b>	120,00 bar	<b>PED classification:</b>	Art. 4, par. 3 <sup>(7)</sup>
		<b>Passes:</b>	16

**Dimensions: <sup>(8)</sup>**

<b>Length:</b>	3684 mm	<b>Outlet header:</b>	2 x 26.9 * 2.60 mm
<b>Width:</b>	1696 mm	<b>Inlet header:</b>	2 x 33.7 * 3.20 mm
<b>Height:</b>	1071 mm <sup>(8)</sup>	<b>Circuits:</b>	2N
<b>No. legs:</b>	4	<b>Distributions:</b>	2 * 6

UI: 0016548

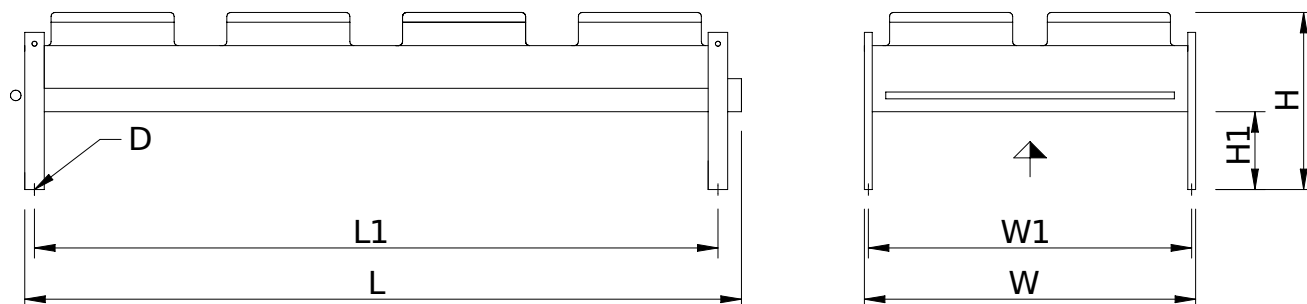
QR Code: ?gc?322G-4lu-1-8C1w-0A202P-26h2-26h1-2b5

List price excl. VAT	Piece(s)	Price per unit	Total Price
Unit price	1	14 038,00 EUR	14 038,00 EUR
List price (whithout material surcharge)			14 038,00 EUR
Material surcharge	1	1 966,00 EUR	1 966,00 EUR
<b>Total (List price without VAT, incl. packaging)</b>			<b>16 004,00 EUR</b>

Delivery time: 5 weeks (Status: 2022-06-02)<sup>(9)</sup>

Our General Terms of Sale and Delivery apply!

Subject to technical modifications



Attention: Drawing and dimensions not valid for all accessory options!

**L = 3684 mm W = 1696 mm H = 1071 mm H1 = 600 mm L1 = 3500 mm W1 = 1656 mm D = 13 mm**

Important remarks / explanatory notes:

- (1) Calculations and capacity tests are based on the following standards: condensers/gas coolers EN 327, evaporators/air coolers EN 328, dry coolers EN 1048.
- (2) Fluid group 2 according to pressure equipment directive 2014/68/EU
- (3) The current consumption can differ in dependence of the air temperature and of the variations of system voltage according to the VDE guidance.
- (4) According to the enveloping surface method defined in EN 13487/EN 9614-1; tolerance = +2 dB(A). Applies only for AC fans, AC fans with sine control and EC fans. Noise caused by other control methods, water spraying systems or sound reflexions occurring at the installation site are not taken into account and may result in an increased sound pressure level.
- (5) This unit is equipped with fans that meet the efficiency requirements of Directive 2009/125/EC (ErP Directive).
- (6) The unit may not be suitable for very corrosive atmospheres (close to shores, in smoke rooms, etc.). For further information see program menu "?", "Material recommendations brochure", or ask your sales partner.
- (7) Piping (DN = 27.3 mm, T<sub>max</sub> = 150 °C, gaseous). Final classification according to pressure equipment directive 2014/68/EU during order processing.
- (8) Dimensions and weights are not valid for all possible options! They may differ for units with accessories or special units (S-...).
- (9) Delivery time for standard units ex works, i.e. without transport time. Times for units with customised drawing, special units, special accessories or larger quantities on request.

**2022-05-18, PL 5/2022, MS 4/2022,  
GPC.EU Customer 2022.9-254b-  
64Bit**



Дата: 2.6.2022

**CO<sub>2</sub> gas cooler / [GGHV CD 090.2QF/16A-67-0B5R.293M](#)**

## Supercritical Operation

<b>Мощность:</b>	600,00 kW	<b>Среда:</b>	CO <sub>2</sub> (R744) 80.0 bar <sup>(2)</sup>
<b>Резерв поверхности:</b>	17,50 %	<b>Вход:</b>	76,00 °C
<b>Объемн. расход возд.:</b>	181 879,00 m <sup>3</sup> /h	<b>Выход:</b>	31,00 °C
<b>Скорость воздуха:</b>	2,70 m/s	<b>Потери давления:</b>	2.32 bar
<b>Воздух на входе:</b>	27,00 °C	<b>Объемный расход:</b>	66.29 m <sup>3</sup> /h m <sup>3</sup> /h
<b>Геогр. высота:</b>	0,00 m	<b>Массовый расход:</b>	10992 kg/h

Fans (AC): (VT01396) 6 Шт. 3~400V 50HzΔ/(Y)

## Технические характеристики вент. узла:

<b>Скор. вращ.:</b>	890 min-1 / (700 min-1)
<b>Мощность (мех./эл.):</b>	2.79 kW/3.60 kW
<b>Поток:</b>	7,20 A <sup>(3)</sup>

<b>Уровень звукового давления:</b>	67,00 dB(A) in 10,00 m <sup>(4)</sup>
<b>Уровень звуковой мощности:</b>	100,00 dB(A)
<b>ErP:</b>	Compliant <sup>(5)</sup>

## Общее потребл. эл. энергии:

23,00 kW

<b>Корпус:</b>	Оцинк. сталь, RAL 7035
<b>Площадь пов-ти:</b>	2 376,80 m <sup>2</sup>
<b>Объем труб:</b>	145.2 l
<b>Шаг оребрения:</b>	2.4 mm
<b>Вес (пустой):</b>	2038 kg <sup>(8)</sup>
<b>Макс. рабочее давление:</b>	120,00 bar

<b>Трубы:</b>	high-strength copper <sup>(6)</sup>
<b>Оребрение:</b>	Алюминий <sup>(6)</sup>
<b>Подключения (на один аппарат):</b>	high-strength copper <sup>(6)</sup>
<b>Вход:</b>	2 x 41.3 * 2.70 mm
<b>Выход:</b>	2 x 28.6 * 1.90 mm
<b>Классификация согласно PED:</b>	Категория I, module A <sup>(7)</sup>
<b>Нходов:</b>	6

Размеры: <sup>(8)</sup>

<b>Длина:</b>	8640 mm
<b>Ширина:</b>	2241 mm
<b>Высота:</b>	1459 mm <sup>(8)</sup>
<b>Кол-во ножек:</b>	6

<b>Коллектор на вых.:</b>	2 x 33.7 * 3.20 mm
<b>Коллектор на вх.:</b>	2 x 48.3 * 4.50 mm
<b>К-во контуров:</b>	2N
<b>Распределители:</b>	2 * 22

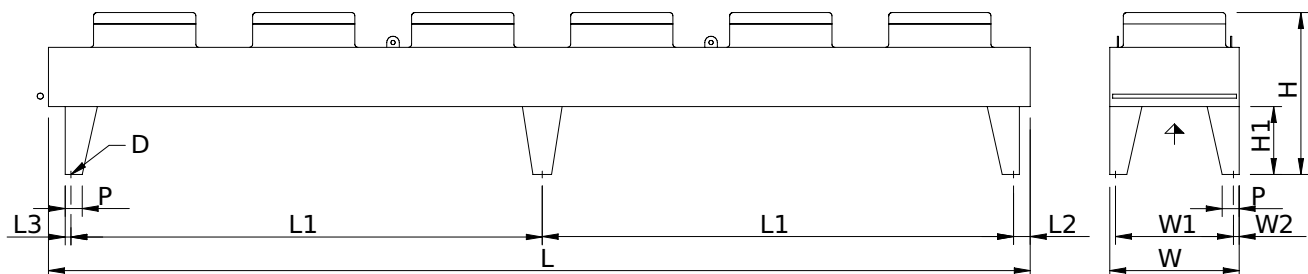
UI: 0B5R.293

QR Code: ?gc?32S-CuCl-1-8C1w-0A202J-26h4-26h2-2d9

## Прайс-лист (на условиях EXW)

	Шт.	Стоимость	Общая стоимость
Цена за единицу	1	45 460,00 EUR	45 460,00 EUR
Прайс-лист (без доплаты за материалы)			45 460,00 EUR
Доплата за материалы	1	6 365,00 EUR	6 365,00 EUR
<b>Всего (прайс-лист без НДС, включ. упаковку)</b>			<b>51 825,00 EUR</b>

Срок изготовления: 10 weeks (Состояние: 2022-06-01)<sup>(9)</sup>**В соответствии с нашими Общими условиями продажи и поставки****Возможны технические изменения**



Внимание: схема и размеры распространяются не на все комплектующие!

**L = 8640 mm W = 2241 mm H = 1459 mm H1 = 600 mm L1 = 4150 mm L2 = 197 mm L3 = 52 mm P = 150 mm W1 = 2137 mm W2 = 52 mm D = 17 mm**

**Важные комментарии / пояснительные примечания:**

- (1) Расчеты и тесты производительности основаны на стандартах: Конденсаторы/газоохладители EN 327, испарители/воздухоохладители EN 328, сухие охладители EN 1048.
- (2) Fluid group 2 according to pressure equipment directive 2014/68/EU
- (3) Потребляемый ток может изменяться в зависимости от температуры воздуха и подаваемого напряжения (согласно норм VDE).
- (4) According to the enveloping surface method defined in EN 13487/EN 9614-1; tolerance = +2 dB(A). Applies only for AC fans, AC fans with sine control and EC fans. Noise caused by other control methods, water spraying systems or sound reflexions occurring at the installation site are not taken into account and may result in an increased sound pressure level.
- (5) This unit is equipped with fans that meet the efficiency requirements of Directive 2009/125/EC (ErP Directive).
- (6) Необходимо проверить, годится ли Выбранный Вами материал для необходимого места установки.
- (7) Piping (DN = 39.3 mm, T<sub>Sm</sub>ax = 150 °C, газообразный). Final classification according to pressure equipment directive 2014/68/EU during order processing.
- (8) Размеры и вес действительны не для всех возможных вариантов! Они могут отличаться для аппаратов специальных (S-) и с опциями.
- (9) Срок поставки для серийных аппаратов с завода поставщика, без срока транспортировки. Сроки поставки для аппаратов с прилагаемыми к заказу чертежами, для аппаратов и комплектующих особого исполнения, а также в большом количестве по запросу.

2022-05-18, PL 5/2022, MS 4/2022,  
GPC.EU Customer 2022.9-254b-  
64Bit

**Ölabscheider BOS3-CDH → P<sub>smax</sub>: 130 bar**

Diese ESK-Ölabscheiderreihe wurde speziell für transkritische CO<sub>2</sub>-Anwendungen konzipiert. Die Ölabscheider sind mit Koaleszenzelementen zur effizienten Ölabscheidung ausgerüstet. Die Filterelemente können bei allen Geräten ausgetauscht werden.

Anstelle eines Schwimmerventils besitzen die Ölabscheider einen Anschluss für eine Füllstandsregelung.

Als Standard ist der Ölabscheider mit einem kombinierten Anschluss für Löt- und Schweißverbindungen ausgeführt. Weitere Anschlussmöglichkeiten können im Serien- bzw. OEM-Geschäft auf Anfrage umgesetzt werden.

**Oil separators BOS3-CDH → P<sub>smax</sub>: 130 bar**

This ESK oil separator series has been especially designed for transcritical CO<sub>2</sub>-applications. The oil separators are equipped with coalescence filter elements for the efficient removal of oil. The filter elements can be exchanged.

Instead of an internal float valve the separators are equipped with a connection for an oil level control.

As standard the oil separators are executed with combined welding/soldering connectors. Other connections are available on request for serial and OEM business.



Baureihe / Series **BOS3-CDH + OSC1**

**Füllstandsregelung: Typ OSC-1 / Typ ENC**

Die Füllstandsregelung OSC-1 wurde für die neue BOS3-Ölabscheider-Serie entwickelt und ermöglicht ein direktes Ansteuern des Magnetventiles MV-11W-1-CDH-P. In der Variante BOS3-..O besteht die Möglichkeit, die OSC-1 zur Füllstandsregelung zu montieren. In der Ausführung BOS3-..E steht ein 1/2"-NPTF-Gewindeanschluss zur Verfügung, hier kann die ENC-1/2"-NPT (siehe Seite 70/71) angeschlossen werden.

**Level control devices: type OSC-1 / type ENC**

The level control OSC has been developed for the new BOS3 oil separator series and allows the direct control of the solenoid valve type MV-11W-1-CDH-P. For the version BOS3-..O the OSC-1 is to be ordered separately. The level control ENC-1/2"-NPT can be equipped on all oil separator types BOS3-..E (for details see pages 70/71).

**Technische Spezifikation BOS3-CDH**

Max. zulässiger Betriebsüberdruck (P<sub>smax</sub>) im Temperaturbereich

- [1] Zul. Betriebstemperatur: 140 ... -10°C → P<sub>s1</sub> = 130 bar  
bzw.: 160 ... -10°C → P<sub>s1</sub> = 120 bar
- [2] Zul. Betriebstemperatur: -10 ... -40°C → P<sub>s2</sub> = 97,5 bar

**Technical specification BOS3-CDH**

Max. allowable operating pressure (P<sub>s</sub> max) according to the temp. range

- [1] Allow. operating temperature: 140 ... -10°C → P<sub>s1</sub> = 130 bar  
resp.: 160 ... -10°C → P<sub>s1</sub> = 120 bar
- [2] Allow. operating temperature: -10 ... -40°C → P<sub>s2</sub> = 97,5 bar

Technische Daten							Technical data									
Typ / Type	Ø DN* mm	Ø DL* mm	Ø DL* inch	V <sub>BOS</sub> l	bar	°C	Verdampfungstemperatur / Evaporating temperature [°C]									
							15	10	5	0	-5	-10	-15	-20		
<b>BOS3-CDH-1ZFE</b> (Ø17,2)	DN10	10	3/8	1,2	75	30	741	679	621	568	518	470	425	381		
							90	35	740	673	611	553	499	448	398	350
							100	40	730	660	596	536	479	425	373	323
							120	50	693	618	549	485	424	366	310	256
<b>BOS3-CDH-1AFO</b> (Ø33,7)	DN25	28	1,1/8	4,3	75	30	5126	4693	4296	3927	3581	3253	2939	2635		
							90	35	5120	4654	4226	3827	3452	3095	2753	2422
							100	40	5051	4566	4120	3704	3312	2939	2581	2234
							120	50	4791	4275	3799	3354	2933	2532	2146	1770
<b>BOS3-CDH-1BFO</b> (Ø42,4)	DN32	35	1,3/8	10,2	75	30	13146	12014	10976	10011	9105	8245	7421	6625		
							90	35	13049	11832	10712	9670	8689	7756	6860	5993
							100	40	12811	11546	10381	9295	8271	7295	6358	5449
							120	50	12023	10679	9436	8274	7176	6127	5116	4133
<b>BOS3-CDH-1CFO</b> (Ø60,3)	DN50	54	2,1/8	26,3	75	30	26341	24074	21993	20060	18244	16521	14870	13275		
							90	35	26146	23708	21465	19377	17411	15541	13746	12008
							100	40	25670	23136	20802	18625	16573	14619	12739	10918
							120	50	24091	21398	18908	16580	14379	12277	10251	8282

\* Siehe auch Maßzeichnung auf der folgenden Seite / See dimensional drawing on the next page

20.BOS18

## Oils for refrigerant R744 (CO<sub>2</sub>)

### Characterising the oils

Oil	Oil type	Applications	Designation on compressor
<b>BSE60K</b>	polyolester oil (POE)	standard oil charge for subcritical (e.g. cascade) applications	"K" (e.g. 4DSL-10K)
<b>BSE85K</b>	polyolester oil (POE)	standard oil charge for transcritical applications, alternative oil charge for subcritical (e.g. booster) applications	"K" (e.g. 4FTE-30K)
<b>BSG68K</b>	polyalkylene glycol oil (PAG)	standard oil charge and precondition fo applications with low pressure > 40 bar / high pressure > 120 bar, alternative oil charge for sub- and transcritical compressors in booster applications e.g. with ejectors	"Z" (e.g. 4MTEU-10LZ)

*BITZER oils for R744*

### Material safety data sheets

Apart from this document, please observe the material safety data sheet (MSDS) for the respective oil. It contains information on toxicity, handling, personal protective equipment and disposal of the oil. Material safety data sheets for all BITZER oils are available [on request](#).

### Application range

Oil	Air conditioning	Medium temperature application	Low temperature application
<b>BSE60K</b>	--	--	✓
<b>BSE85K</b>	(✓)	✓	✓
<b>BSG68K</b>	✓*	✓	✓

*Application range of oils for R744 in BITZER reciprocating compressors. For application limits see also BITZER SOFTWARE.*

*(✓): after consultation with BITZER Application Engineering*

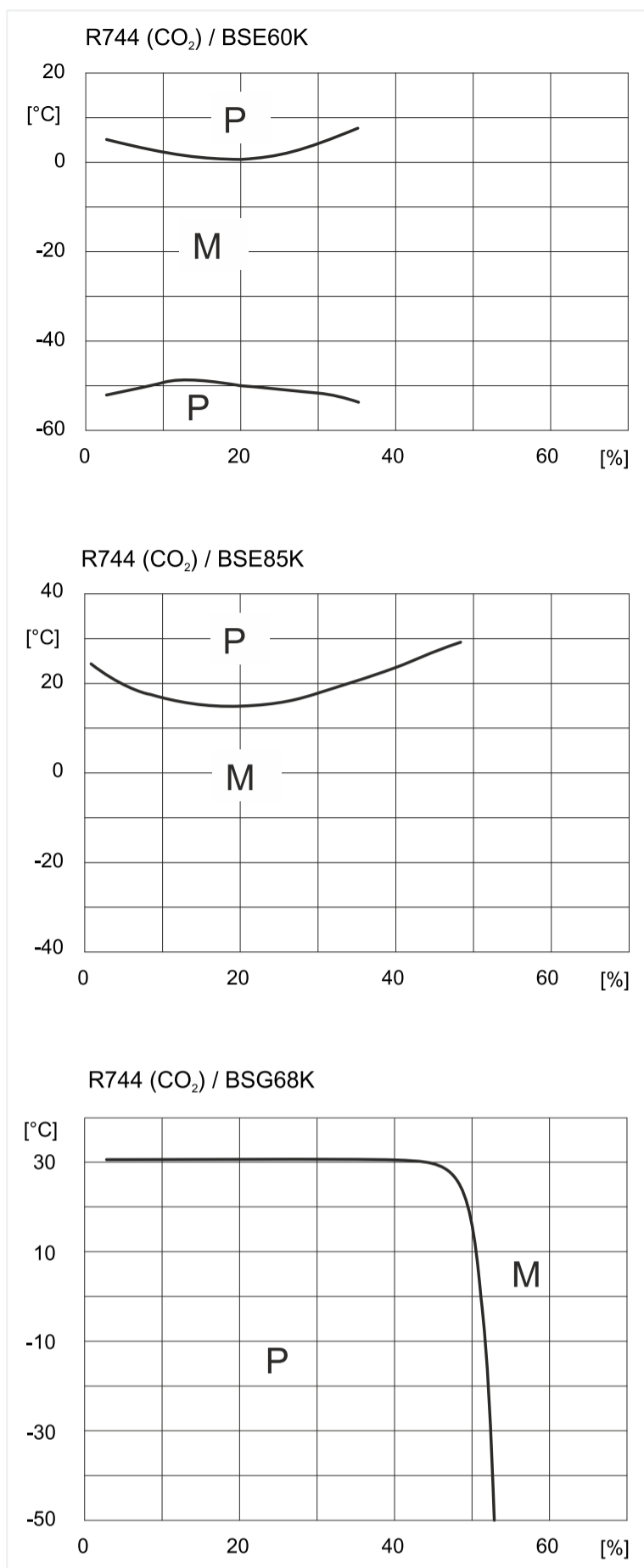
*✓\*: BSG68K is precondition for applications with low pressure > 40 bar / high pressure > 120 bar*

### Technical data

	<b>BSE60K</b>	<b>BSE85K</b>	<b>BSG68K</b>	<b>Unit</b>
Density at 15°C	1.009	0.993	1.003	g/ml
Flashpoint	286	246	> 200	°C
Pour point	-48	-42	-46	°C
Kinematic viscosity				
at 40°C	55	80	68	cSt
at 100°C	9	11	16	cSt

*Technical data of oils for R744 in BITZER reciprocating compressors*

### Miscibility gaps



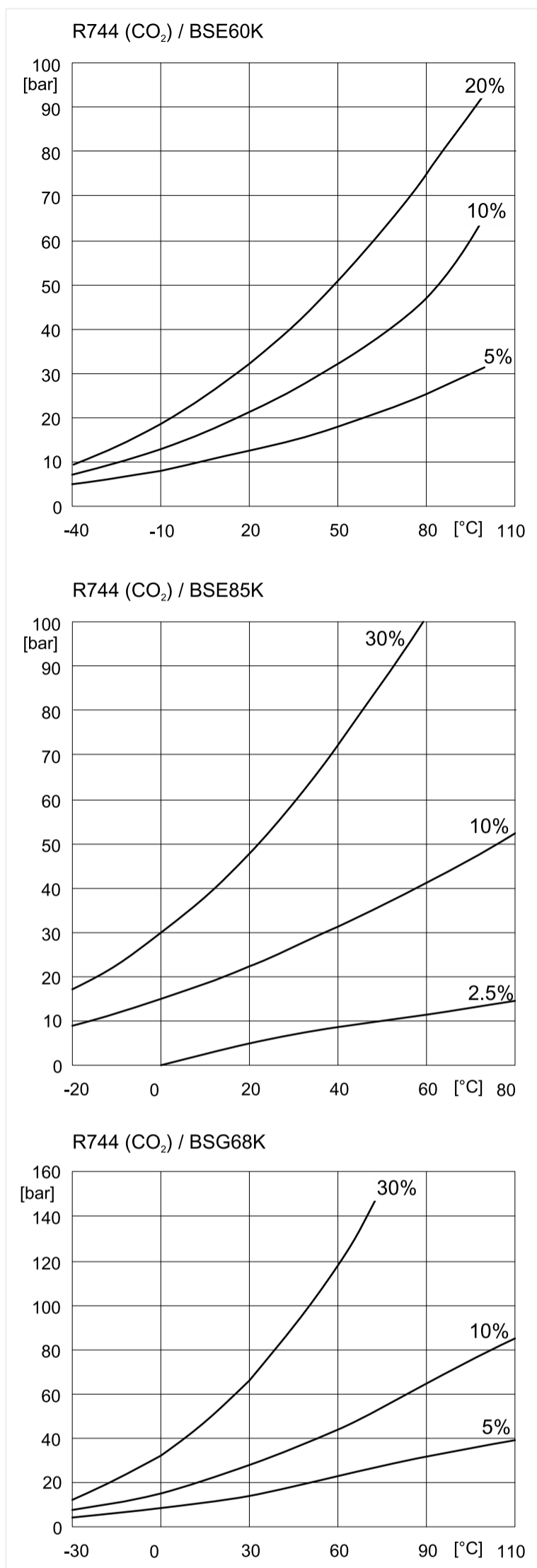
Miscibility gaps for R744: Limit temperature depending on oil content (mass % of oil in oil refrigerant blend).

M: Range of complete miscibility.

P: Phase separation range (miscibility gap).

## Refrigerant solubility in oil

The following diagrams can be used to read off the refrigerant content in the lubricant depending on refrigerant pressure and oil temperature.



Oils for R744: Refrigerant pressure depending on the oil temperature and the refrigerant content (mass % of refrigerant in oil-refrigerant blend).

## Warning values for used oils

The listed polyolester oils and the polyalkylene glycol oil are categorized as group KB according to DIN51503, Part 1. To determine the used condition of the oil, e.g. with respect to water content or total acid number (TAN), the reference values of DIN 51503, Part 2, apply.

Oil	Kinematic viscosity at 40°C (DIN EN ISO3104)	Max. water content (DIN51777-2)	Total acid number (DIN51558-1)
<b>BSE60K</b>	outside of 47 .. 63 cSt (*)	150 mg H <sub>2</sub> O/kg oil	0.2 mg KOH/g
<b>BSE85K</b>	outside of 68 .. 92 cSt (*)	150 mg H <sub>2</sub> O/kg oil	0.2 mg KOH/g
<b>BSG68K</b>	outside of 58 .. 78 cSt (*)	800 mg H <sub>2</sub> O/kg oil	0.2 mg KOH/g

Warning values for used BITZER oils for R744.

(\*): that is ± 15% of the value for new oil

Ölsammler OSA-CDH → **P<sub>smax</sub>: 130 bar**

Oil reservoirs OSA-CDH → **P<sub>smax</sub>: 130 bar**

**Technische Spezifikation**

Max. zulässiger Betriebsüberdruck (P<sub>smax</sub>)  
im Temperaturbereich

- [1] Zul. Betriebstemperatur: 100 ... -10°C → P<sub>s1</sub> = 130 bar
- [2] Zul. Betriebstemperatur: -10 ... -40°C → P<sub>s2</sub> = 97,5 bar

**Technical specification**

Max. allowable operating pressure (P<sub>s max</sub>)  
according to the temp. range

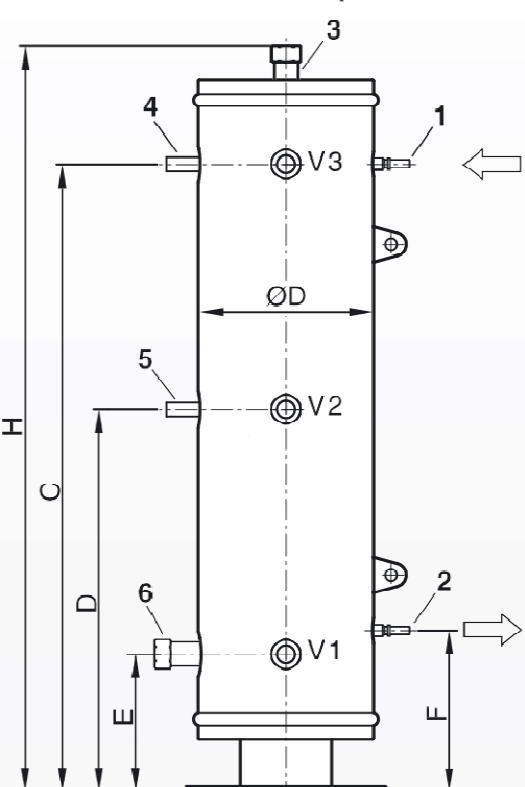
- [1] Allow. operating temperature: 100 ... -10°C → P<sub>s1</sub> = 130 bar
- [2] Allow. operating temperature: -10 ... -40°C → P<sub>s2</sub> = 97.5 bar

Auslegung Ölsammler						Selection of oil reservoirs						
Typ / type	Stk./pcs		Stk./pcs		Stk./pcs		Stk./pcs		Stk./pcs		Stk./pcs	
OSA-5-CDH	3	2	4	1,5								
OSA-12-CDH	3	4	4	3,0	5	2,5	6	1,6	7	1,4	8	1,2
OSA-23-CDH	3	6,8	4	5,1	5	4,1	6	3,4	7	2,9	8	2,5

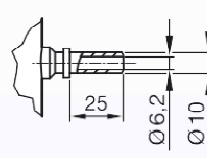
  

Technische Daten						Technical data					
Typ / Type	Vt	V1	V2	V3	ØD	H	E	D	C	F	<g
OSA-5-CDH	5,0	0,8	2,5	4,5	114	782	166	391	636	166	16,4
OSA-12-CDH	12,0	1,5	6,0	10,9	159	949	182	482	802	182	38,6
OSA-23-CDH	23,0	2,5	11,5	20,5	219	928	168	476	783	198	68

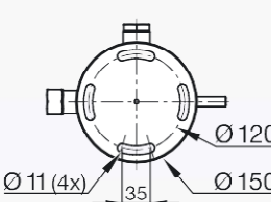
Vt = Volumen gesamt / Total volume



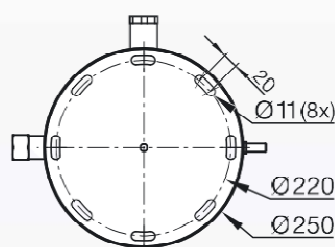
**Anschluss Ein- / Austritt**  
Connection IN / OUT



**Fußbilder / Foot views**  
Typ/type OSA-5-CDH



Typ/type OSA-12-CDH / OSA-23-CDH



**Anschlüsse:**

- 1, 2 Komb. Anschluss: löt- und schweißbar, (siehe Detailzeichnung)
- 3 1/2"-14 NPTF Sicherheitsventil
- 4 1/4"-18 NPTF Druckdifferenzventil
- 5 1/4"-18 NPTF Füllstutzen
- 6 1/2"-14 NPTF Füllstandskontrolle ENC

**Connections:**

- 1, 2 Combined connection: weldable and solderable (see detailed drawing)
- 3 1/2"-14 NPTF Safety valve
- 4 1/4"-18 NPTF Differential pressure valve
- 5 1/4"-18 NPTF Charging
- 6 1/2"-14 NPTF Level control ENC

## LC Füllstandskontrollen

Minimal-Füllstandskontrolle LC-L und LC-L/M  
Maximal-Füllstandskontrolle LC-H und LC-H/M

Die Füllstandskontrolle LC ist in unterschiedlichen Ausführungen lieferbar und wird an die entsprechenden Behälter und Geräte montiert.

### Anwendung

ESK-Füllstandskontrollen Typ LC sind für die Kältemittel HFKW / HFCKW, R744 (CO<sub>2</sub>) sowie für R290, R600a und R717 im Standard freigegeben. (Für weitere Kältemittel auf Anfrage erhältlich)



## LC Level Control

Low Level Control LC-L and LC-L/M  
High Level Control LC-H and LC-H/M

The level control devices LC are available in different executions to be mounted on the correspondent vessels and equipment.

### Application

ESK level control devices type LC are approved for HFKW / HFCKW, R744 (CO<sub>2</sub>) and for R290, R600a and R717 as standard. (For further refrigerants available on request)

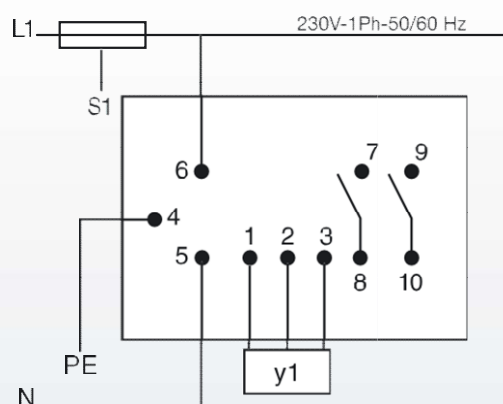
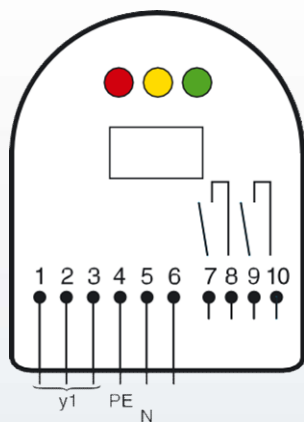
### Technische Daten / Technical data

Maximal zulässiger Betriebsdruck Max. allowable working pressure	60 bar Typ/type LC-...-CDH: 130 bar
Maximal zulässige Mediumtemperatur Max. allowable medium temperature	85°C
Maximal zulässige Umgebungtemperatur Max. allowable ambient temperature	45°C
Spannungsversorgung Power supply	230V - 50/60Hz ±10%
Schaltrelaisbelastung Load. relay	Max. 250V / 5 A
Schutzart Protection class	IP 54
Gewicht Weight	0,5 kg Typ/type LC-...-CDH: 0,8kg

20160615

### Klemmen- und elektr. Anschlussplan

### Connection scheme and wiring diagram



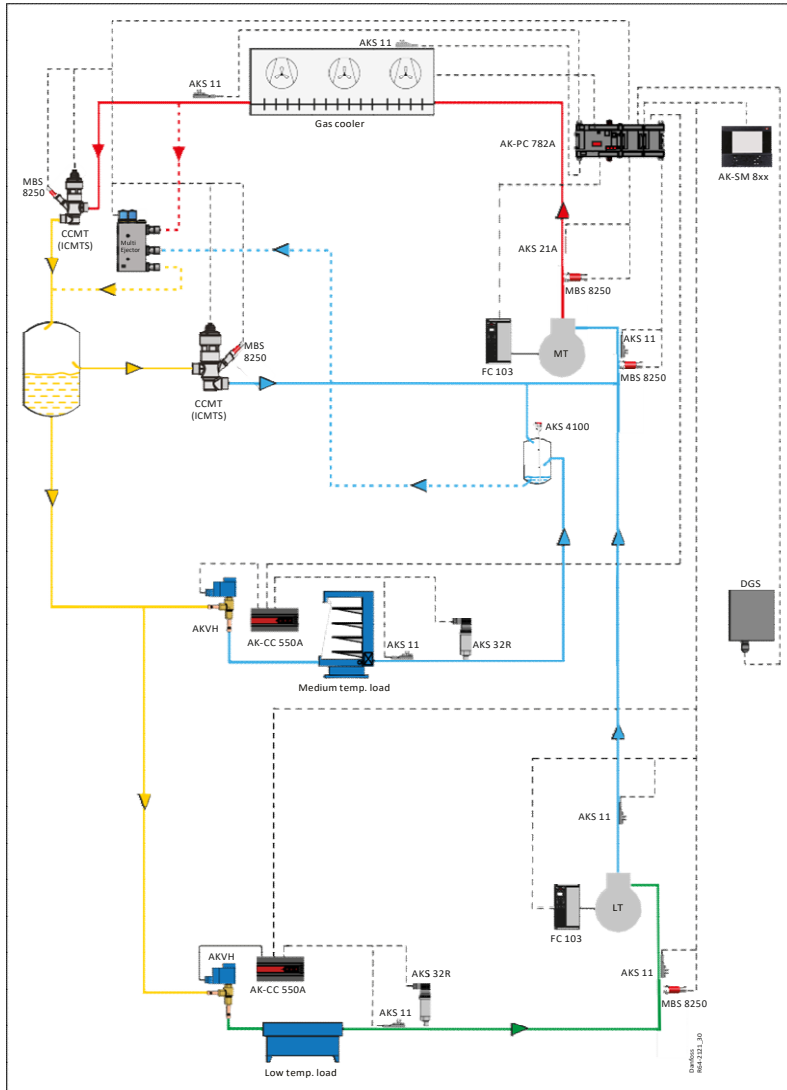
Symbol	Bedeutung / Meaning	Klemme / Terminal	Kontakt / Contact	Bedeutung / Meaning
L1 N PE	Phase Nulleiter / Neutral Erde / Ground	1 } 2 } Magnetventil y1 / Solenoid valve y1 3 } (50 Hz-18 VA, 230V permanent)	<u>7..8</u> <u>9..10</u>	Schaltrelais (Alarm / Warnung etc.) Relay (Alarm / warning ...)
PE N L1	Erde / Ground Nulleiter / Neutral Phase	4 } 5 } Spannungsversorgung 6 } Voltage supply	S1	Sicherung für den Steuerstromkreis Fuse for the control circuit

**Applications**

**Application**

The Multi Ejector is designed to lift a part of the liquid from MT suction and mix it with the gas coming from the gas cooler at medium pressure level.

Figure 1: Application



<span style="color: red;">—</span>	HP High Pressure (120-140 bar Max working pressure)
<span style="color: yellow;">—</span>	HP Receiver Pressure (60-90 bar Max working pressure)
<span style="color: blue;">—</span>	LP Suction Pressure MT (35-55 bar Max working pressure)
<span style="color: green;">—</span>	LP Suction Pressure LT (25-30 bar Max working pressure)

**Media**

**Technical data**

Table 1: Technical data

Refrigerant	R744 with oil
Maximum working pressure	140 bar / 2031 psi
Max. test pressure	1.43 x 140 bar / 1.43 x 2031 psi
Max. OPD	90 bar / 1305 psi (for single-voltage coil, 50 Hz)
Min. OPD	< 0.1 bar / 1.45 psi
Max. pres. dif. E and C connections	20 bar / 290 psi
Media temp. range	-10 °C - +50 °C / +14 °F - 122 °F
Ambient temp. range	-10 °C - +50 °C / +14 °F - 122 °F
Humidity	0 - 100% R.H. (0-97% R.H. non-condensation condition if IP level is below IPX5)

**Product specification**

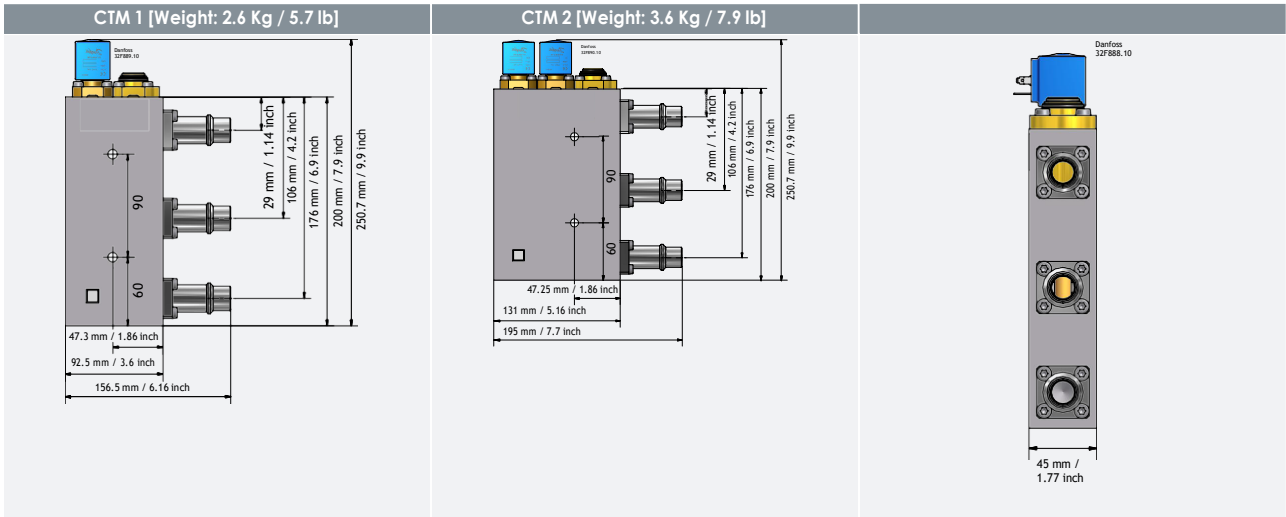
**Material specification**

Table 2: Material specification

Housing	Aluminium AW-6082 T6
Connections	Stainless steel AISI 304
Ejectors	Brass
Screws	Stainless steel A2-70

**Dimensions and weights**

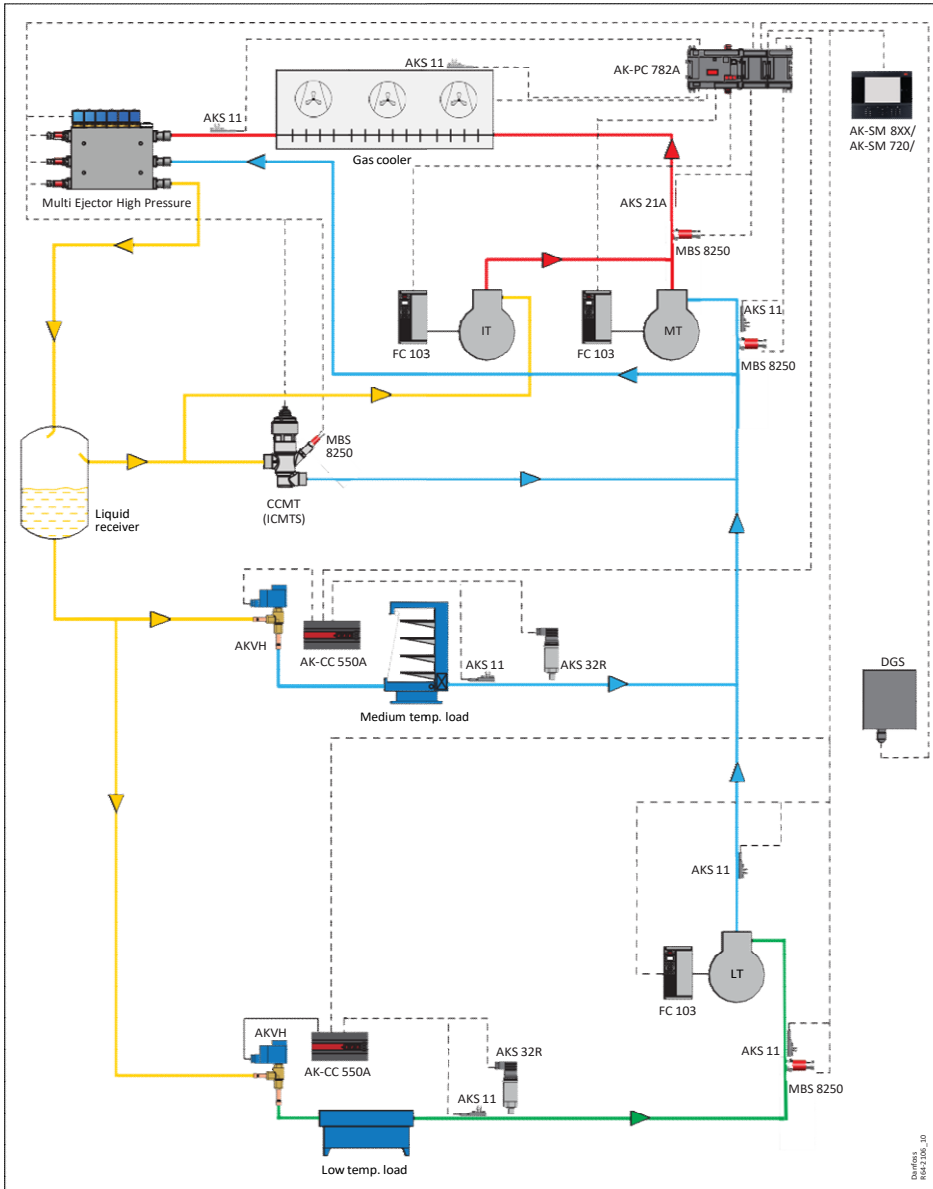
Table 3: Dimensions and weights



**Applications**

The Multi Ejector is designed to lift a part of the gas from MT suction and mix it with the gas coming from the gas cooler at medium pressure level. Pre-compressed gas is taken from the receiver to parallel compressor which works more efficiently due to lower pressure lift required.

Figure 2: Application



<span style="color: red;">—</span>	HP High Pressure (120-140 bar Max working pressure)
<span style="color: yellow;">—</span>	HP Receiver Pressure (60-90 bar Max working pressure)
<span style="color: blue;">—</span>	LP Suction Pressure MT (35-55 bar Max working pressure)
<span style="color: green;">—</span>	LP Suction Pressure LT (25-30 bar Max working pressure)

**Product specification**

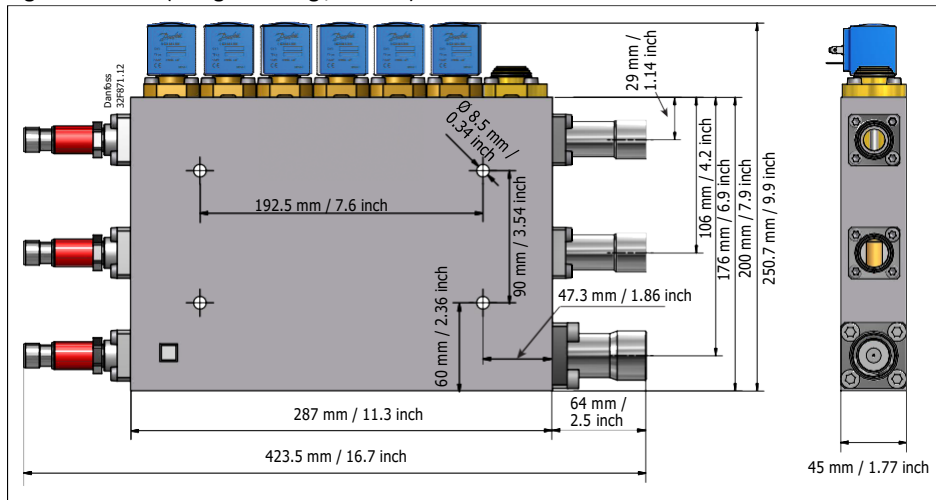
**Material specification**

Table 2: Material specification

Housing	Aluminium AW-6082 T6
Connections	Stainless steel AISI 304
Ejectors	Brass
Screws	Stainless steel A2-70

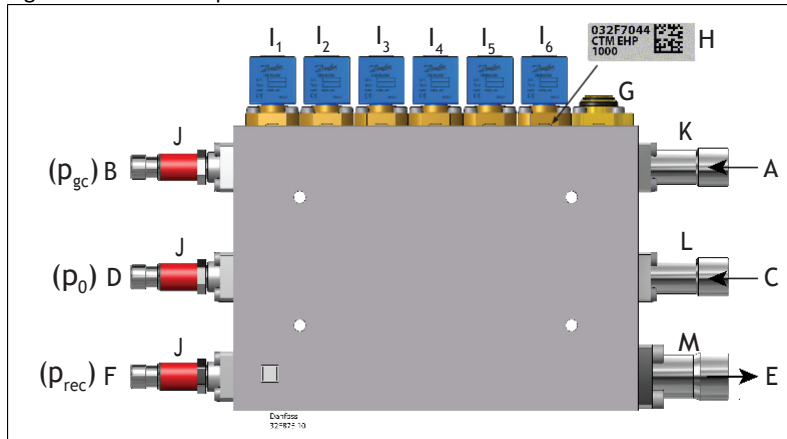
**Dimensions and weights**

Figure 4: CTM 6 (Weight: 9.1 Kg / 20.1 lb)



**Connector positions**

Figure 5: Connector positions



## Multi Ejector

Table 4: Multi Ejector

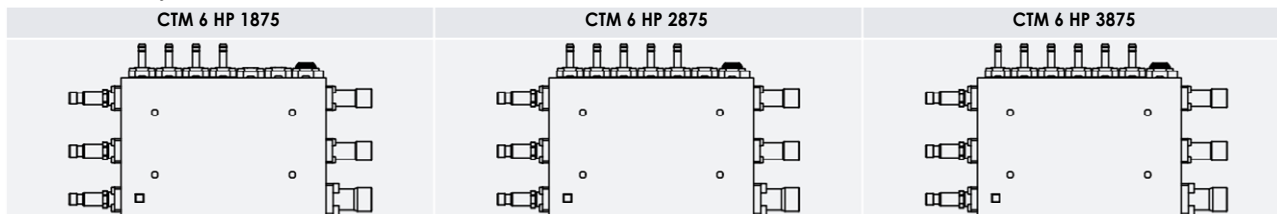


Table 5: Multi Ejector CTM 6

Type	Capacity - Mass flow <sup>(1)</sup>	Capacity - Mass flow <sup>(2)</sup>	Code no. Single pack
	[kg/h]	[lb/h]	
CTM 6 HP 1875	1875	4134	032F5673
CTM 6 HP 2875	2875	6340	032F5698
CTM 6 HP 3875	3875	8543	032F5674

<sup>(1)</sup> R744 at 90 bar / 35 °C

<sup>(2)</sup> R744 at 1305 psi / 95 °F

(HP = High Pressure lift)

(The above code numbers are without coils which should be ordered separately - see coil ordering below).

## Accessories

### Spare parts

Table 6: Ejectors

Image	Part	Type	Capacity - HP Mass flow 1		Description	Code no. Single pack
			[kg/h]	[lb/h]		
	Ejectors	CTM EHP 125	125	275.5	1. Completely assembled ejector with O-rings already mounted	032F9102
		CTM EHP 250	250	551	1. Completely assembled ejector with O-rings already mounted	032F9103
		CTM EHP 500	500	1102	1. Completely assembled ejector with O-rings already mounted	032F9104
		CTM EHP 1000	1000	2204	1. Completely assembled ejector with O-rings already mounted	032F9105
		CTM Blank ejector	-	-	1. Completely assembled blank ejector with O-rings already mounted	032F9112

Table 7: Strainer, O-rings and connectors

Image	Part	Type	Description	Code no. Single pack
x 1  x 2	Strainer	CTM strainer	1. Mesh only 2. 2 sets of 2 O-rings	032F9113
x 6  x 2	O-rings	CTM O-rings	1. 2 sets of 2 O-rings for strainer 2. 6 sets of 3 O-rings for ejectors	032F9114
	Connectors	DN 20	Connector + O-ring	032F9116
		DN 25	Connector + O-ring	032F9117

Baureihe SGS-PS90 (90 bar)

Die neue Baureihe von Kältemittelsammlern ist für einen maximalen Betriebsdruck von 90 bar ausgelegt und erfüllt die hohen technischen und qualitativen Anforderungen an Komponenten für den Einsatz in transkritischen CO<sub>2</sub>-Anlagen. Neu ist auch, dass wir jetzt Behältergrößen mit einem Volumen bis zu 250 Liter realisieren können.

Zum Schutz vor Korrosion sind die Sammler standardmäßig mit einer 500-Stunden-Salzsprühtest beständigen Lackierung versehen. Kundenspezifische Sondervarianten unter anderem mit internem Wärmetauscher sind auf Anfrage erhältlich.

Series SGS-PS90 (90 bar)

The new series of liquid receivers is designed for working pressures of up to 90 bar. It fulfills all the demanding technical and quality requirements for components made for transcritical CO<sub>2</sub> applications. ESK is able to offer vessels with volumes of up to 250 litres now.

As a standard the receivers are protected against corrosion by a 500 hour salt spray test resisting coating.

Customised receivers including special equipment like internal heat exchangers are available on request.



Typen / Types  
SGS-106-PS90-V1  
SGS-165-PS90-V1

Technische Spezifikation

Max. zulässiger Betriebsüberdruck (Ps max) im Temperaturbereich:

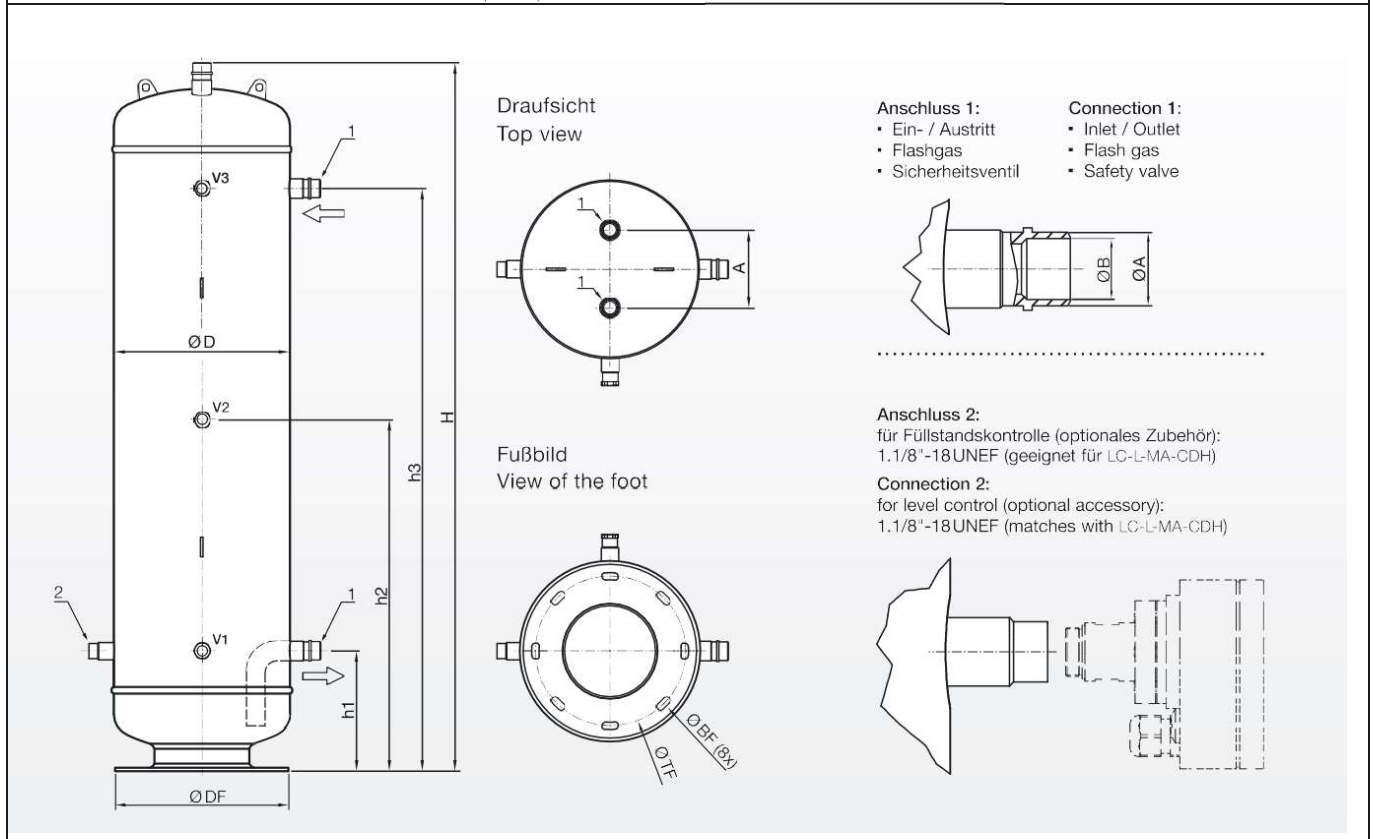
- [1] Zul. Betriebstemperatur: 50 ... -10°C → Ps1 = 90 bar
- [2] Zul. Betriebstemperatur: -10 ... -40°C → Ps2 = 67,5 bar

Technical specification

Max. allowable operating pressure (Ps max) according to the temp. range

- [1] Allow. operating temperature: 50 ... -10°C → Ps1 = 90 bar
- [2] Allow. operating temperature: -10 ... -40°C → Ps2 = 67.5 bar

Technische Daten										Technical data							
Typ Type	Vt	V1	V2	V3	ØA	ØB mm	ØB inch	ØD	ØDF	ØTF	ØBF	H	A	h1	h2	h3	kg
SGS-80-PS90-V1	80	13	40	67	DN25 (Ø33,7)	28	1,1/8	323,9	320	280	13	1265	160	257	632	1007	104
SGS-106-PS90-V1	106	13	53	93	DN25 (Ø33,7)	28	1,1/8	323,9	320	280	13	1625	160	257	812	1367	133
SGS-165-PS90-V1	165	23	82	144	DN32 (Ø42,4)	35	1,3/8	406,4	400	345	17	1636	180	276	811	1346	206
SGS-250-PS90-V1	250	41	125	209	DN32 (Ø42,4)	35	1,3/8	508	500	440	17	1600	200	330	795	1260	283



**Выбор фильтра**

Размер ячеек в сетке сетчатого фильтра должен удовлетворять требованиям, предъявляемым поставщиками оборудования, которое необходимо защищать от грязи.

Ниже приведены рекомендации по выбору фильтров, применяемых в холодильных установках:

*Все линии*

Первый пуск: ..... **50 мкм**

(Для сетчатых фильтров FIA DN15-40 используйте сменные сетки, а для фильтров FIA DN 50-200 — отдельный фильтрующий мешок.

Как правило, элемент с сеткой 50 мкм следует снимать через первые 24 часа работы.)

*Линии жидкого хладагента*

Перед насосами: ..... **500 мкм** [38 меш]

После насосов: ..... **150 мкм** [100 меш] / **250 мкм** [72 меш]

Перед клапанами АКВА ..... **100 мкм** [150 меш]

*Защита автоматических регуляторов*

Общие требования: ..... **150 мкм** [100 меш] / **250 мкм** [72 меш]

Чувствительное оборудование, например,

на линии всасывания с низкой температурой: ..... **250 мкм** [72 меш]

*Линии всасывания*

Перед винтовым компрессором ..... **250 мкм** [72 меш]

Перед поршневым компрессором ..... **150 мкм** [100 меш]

*Определение*

Меш – количество нитей на один дюйм.

мкм (микрон) – расстояние между двумя нитями (1мкм = 1 /1000 мм).

*Параметры фильтров*

Размер фильтра FIA	мкм	меш	проволока		проницаемость %	площадь сетки			
			мм	дюйм		плоская поверхность		гофрированная поверхность	
						см <sup>2</sup>	дюйм <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>	дюйм <sup>2</sup>
15 - 20	100		0,068	0,003	35	25	3,9	45	7,0
	150	100	0,10	0,004	36	25	3,9	45	7,0
	250	72	0,10	0,004	51	25	3,9	45	7,0
	500	38	0,16	0,006	57,6	25	3,9	45	7,0
25 - 40	100		0,068	0,003	35	71	11	160	25,0
	150	100	0,10	0,004	36	71	11	160	25,0
	250	72	0,10	0,004	51	71	11	160	25,0
	500	38	0,16	0,006	57,6	71	11	160	25,0
50	100		0,068	0,003	35	71	11	200	31,2
	150	100	0,10	0,004	36	87	13,5	200	31,2
	250	72	0,10	0,004	51	87	13,5	200	31,2
	500	38	0,16	0,006	57,6	87	13,5	200	31,2
65	150	100	0,10	0,004	36	127	19,7	305	47,6
	250	72	0,10	0,004	51	127	19,7	305	47,6
	500	38	0,16	0,006	57,6	127	19,7	305	47,6
80	150	100	0,10	0,004	36	205	31,8	450	70,2
	250	72	0,10	0,004	51	205	31,8	450	70,2
	500	38	0,16	0,006	57,6	205	31,8	450	70,2
100	150	100	0,10	0,004	36	370	57,4	790	123,2
	250	72	0,10	0,004	51	370	57,4	790	123,2
	500	38	0,16	0,006	57,6	370	57,4	790	123,2
125	150	100	0,10	0,004	36	510	79,1	1105	172,4
	250	72	0,10	0,004	51	510	79,1	1105	172,4
	500	38	0,16	0,006	57,6	510	79,1	1105	172,4
150	150	100	0,10	0,004	36	726	112,5	1600	249,6
	250	72	0,10	0,004	51	726	112,5	1600	249,6
	500	38	0,16	0,006	57,6	726	112,5	1600	249,6
200	150	100	0,10	0,004	36	1315	203,8	2900	453,1
	250	72	0,10	0,004	51	1315	203,8	2900	453,1
	500	38	0,16	0,006	57,6	1315	203,8	2900	453,1

Выбор сетчатого фильтра  
(продолжение)

Пропускная способность фильтра Kv

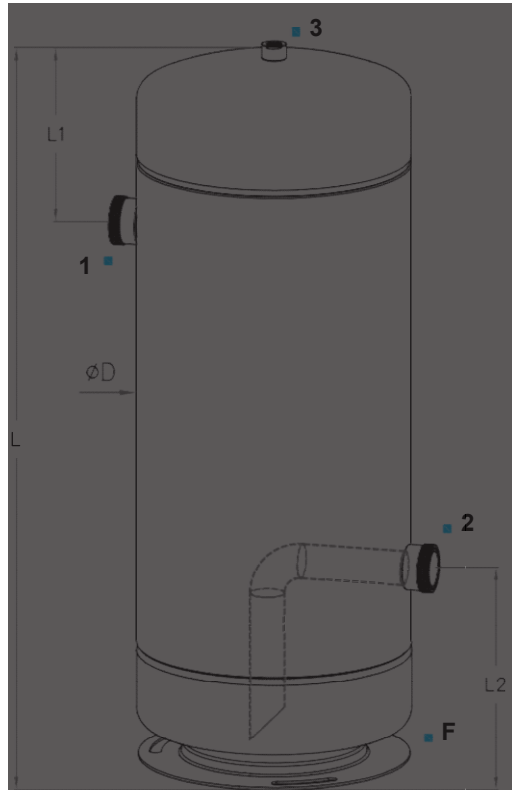
DN	Угловые фильтры FIA с сеткой, имеющей плоскую поверхность				Угловые фильтры FIA с гофрированной сеткой		
	100 мкм	150 мкм	250 мкм	500 мкм	150 мкм	250 мкм	500 мкм
15	3,3	3,4	3,5	3,7	4,2		
20	6,9	7,1	7,3	7,7	8,8		
25	13,8	14,0	14,5	15,2	17,2	17,9	
32	23,0	23,8	24,7	25,5	29,2	30,5	
40	25,1	25,5	26,4	28,1	31,4	32,6	
50	45,1	45,9	47,6	50,2	56,7	58,8	62,0
65		56,1	57,8	60,4	69,3	71,4	74,6
80		104,6	108,0	113,1	129,2	133,4	139,7
100		162,4	167,5	176,0	200,6	206,9	217,4
125		275,4	283,9	298,4	340,2	350,7	368,6
150		362,1	373,2	391,9	447,3	462,9	
200		572,9	590,8	620,5	704,9	730,0	

DN	Прямые фильтры FIA с сеткой, имеющей плоскую поверхность				Прямые фильтры FIA с гофрированной сеткой		
	100 мкм	150 мкм	250 мкм	500 мкм	150 мкм	250 мкм	500 мкм
15	2,5	2,6	2,7	2,8	3,3		
20	5,3	5,4	5,6	5,9	6,9		
25	10,5	10,7	11,1	11,6	13,8	14,5	
32	17,6	18,2	18,9	19,5	23,9	24,7	
40	19,2	19,5	20,2	21,5	25,5	26,4	
50	34,5	35,1	36,4	38,4	45,9	47,6	50,2
65		42,9	44,2	46,2	56,1	57,8	60,4
80		80,0	82,6	86,5	104,6	108,0	113,1
100		124,2	128,1	134,6	162,4	167,5	176,0
125		210,6	217,1	228,2	275,4	283,9	298,4
150		276,9	285,4	299,7	362,1	374,0	
200		438,1	451,8	474,5	570,8	587,3	

## Додаток О



Technical Specification	Teknik Özellikler	
Working pressure	Çalışma basıncı	[PS] 33 Bar
Min./max. allowable temperature	Min./max. izin verilen sıcaklık	[TS] -10° / 100°C
General tolerance	Genel tolerans	± 5
Epoxy coating	Epoksi boya	RAL 5009
Available fluids	Kullanılabilir akışkanlar	HCFC, HFC, R600A, R290, NH3
Pressure equipment directive	Basıncılı kaplar direktifi	2014/68/EU [PED]



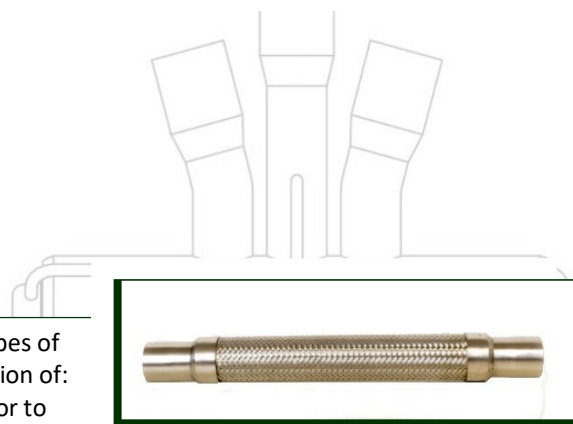
### 45 bar

It will be enough to change the product code as V.45b instead of V.33b for 45 bar operating pressure.

### 45 bar

İşletim basıncı 45 bar için ürün kodunu V.33b yerine V.45b olarak değiştirmeniz yeterli olacaktır.

Volume [ Lt ]	Model	Ø D [ mm ]	L [ mm ]	L1 [ mm ]	L2 [ mm ]	Support [ F ]	Inlet [ 1 ]	Outlet [ 2 ]	NPT [ 3 ]	Kg Of Capacity				
										R22	R134a	R407C	R404A	R410A
4	V5A.33b.04.A2.A2.F4	Ø 140	325	90	120	V135-03	1"	1"		4,4	4,4	4,2	3,8	3,9
5	V5A.33b.05.A2.A2.F4		395							5,4	5,5	5,2	4,8	4,9
6	V5A.33b.06.A2.A2.F4		475							6,5	6,6	6,3	5,8	5,8
7	V6A.33b.07.A2.A2.F4	Ø 165	390	90	120	V162-03	1"	1"		7,6	7,7	7,3	6,7	6,8
8	V6A.33b.08.A2.A2.F4		460							8,7	8,8	8,3	7,7	7,8
9	V6A.33b.09.A2.A2.F4		510							9,8	9,9	9,4	8,6	8,8
10	V6A.33b.10.A2.A2.F4		550							10,9	11,0	10,4	9,6	9,7
12	V6A.33b.12.A2.A2.F4		660							13,1	13,2	12,5	11,5	12,7
14	V6A.33b.14.A2.A2.F4		770							15,2	15,4	14,6	13,4	13,6
16	V6A.33b.16.A2.A2.F4	870	17,4	17,6	16,7	15,4	15,6							
18	V7A.33b.18.A2.A2.F4	Ø 219	560	130	150	V205-03	1 1/4"	1 1/4"		19,6	19,8	18,8	17,3	17,5
20	V7A.33b.20.A3.A3.F4		630							21,8	22,1	20,9	19,2	19,5
25	V7A.33b.25.A3.A3.F4		755							27,2	27,6	26,1	24,0	24,4
30	V7A.33b.30.A3.A3.F4	Ø 219	905	130	150	V205-03	1 1/4"	1 1/4"		32,7	33,1	31,3	28,8	29,2
	V8A.33b.30.A3.A3.F4	Ø 273	585	180	180	V247-04								
35	V7A.33b.35.A3.A3.F4	Ø 219	1060	130	150	V205-03	1 1/4"	1 1/4"		38,1	38,6	36,5	33,6	34,1
	V8A.33b.35.A3.A3.F4	Ø 273	685	180	180	V247-04								
40	V7A.33b.40.A4.A4.F4	Ø 219	1210	130	150	V205-03	1 3/4"	1 3/4"	1/2"	43,6	44,1	41,7	38,4	39,0
	V8A.33b.40.A4.A4.F4	Ø 273	785	180	180	V247-04								
	V9A.33b.40.A4.A4.F4	Ø 324	555	210	240	V320-04								
45	V8A.33b.45.A4.A4.F4	Ø 273	875	180	180	V247-04								
	V9A.33b.45.A4.A4.F4	Ø 324	640	210	240	V320-04								
50	V8A.33b.50.A4.A4.F4	Ø 273	975	180	180	V247-04								
	V9A.33b.50.A4.A4.F4	Ø 324	710	210	240	V320-04								
60	V8A.33b.60.A4.A4.F4	Ø 273	1165	180	180	V247-04	1 3/4"	1 3/4"	1/2"	65,3	66,2	62,6	57,6	58,5
	V9A.33b.60.A4.A4.F4	Ø 324	850	210	240	V320-04								
70	V8A.33b.70.A4.A4.F4	Ø 273	1355	180	180	V247-04	1 3/4"	1 3/4"	1/2"	76,2	77,2	73,0	67,2	68,2
	V9A.33b.70.A4.A4.F4	Ø 324	970	210	240	V320-04								
80	V8A.33b.80.A4.A4.F4	Ø 273	1545	180	180	V247-04	1 3/4"	1 3/4"	1/2"	87,1	88,2	83,4	76,8	78,0
	V9A.33b.80.A4.A4.F4	Ø 324	1110	210	240	V320-04								
90	V8A.33b.90.A4.A4.F4	Ø 273	1755	180	180	V247-04	1 3/4"	1 3/4"	1/2"	98,0	99,2	93,9	86,4	87,7
	V9A.33b.90.A4.A4.F4	Ø 324	1255	210	240	V320-04								
100	V9A.33b.100.A5.A5.F4	Ø 324	1410	210	240	V320-04	2 1/4"	2 1/4"		108,9	110,3	104,3	96,0	97,5
	V10A.33b.100.A5.A5.F4	Ø 406	910	250	250	V415-06								
125	V9A.33b.125.A5.A5.F4	Ø 324	1710	210	240	V320-04	2 1/4"	2 1/4"		136,1	137,8	130,4	120,0	121,8
	V10A.33b.125.A5.A5.F4	Ø 406	1120	250	250	V415-06								
150	V9A.33b.150.A5.A5.F4	Ø 324	2110	210	240	V320-04	2 1/4"	2 1/4"		163,3	165,4	156,4	144,0	146,2
	V10A.33b.150.A5.A5.F4	Ø 406	1340	250	250	V415-06								
175	V10A.33b.175.A5.A5.F4	Ø 406	1560	250	250	V415-06	2 1/4"	2 1/4"		190,6	193,0	182,5	168,1	170,6
	V11A.33b.175.A5.A5.F4	Ø 450	1280	250	280	V480-06								
200	V10A.33b.200.A5.A5.F4	Ø 406	1750	250	250	V415-06	2 1/4"	2 1/4"		217,8	220,6	208,6	192,1	194,9
	V11A.33b.200.A5.A5.F4	Ø 450	1450	250	280	V480-06								
225	V11A.33b.225.A5.A5.F4	Ø 450	1630	250	280	V480-06	2 1/4"	2 1/4"		245,0	248,1	234,6	216,1	219,3
	V11A.33b.225.A5.A5.F4	Ø 450	1780	250	280	V480-06								
250	V11A.33b.250.A5.A5.F4	Ø 450	1780	250	280	V480-06	2 1/4"	2 1/4"		272,2	275,6	260,7	240,1	243,7
	V12A.33b.250.A5.A5.F4	Ø 508	1470	300	350	V550-08								
300	V11A.33b.300.B12.B12.F4	Ø 450	2150	250	280	V480-06	ODS 66	ODS 66		326,7	330,8	312,8	288,1	292,4
	V12A.33b.300.B12.B12.F4	Ø 508	1770	300	350	V550-08								
350	V12A.33b.350.B14.B14.F4	Ø 508	2020	300	350	V550-08	ODS 80	ODS 80		381,1	386,0	365,0	336,1	341,1
	V13A.33b.350.B14.B14.F4	Ø 600	1420	340	370	V650-08								
400	V12A.33b.400.B14.B14.F4	Ø 508	2320	300	350	V550-08	ODS 80	ODS 80		435,6	441,1	417,1	384,1	389,9
	V13A.33b.400.B14.B14.F4	Ø 600	1630	340	370	V650-08								
450	V12A.33b.450.B14.B14.F4	Ø 508	2580	300	350	V550-08	ODS 80	ODS 80		490,0	496,2	469,3	432,1	436,6
	V13A.33b.450.B14.B14.F4	Ø 600	1820	340	370	V650-08								
500	V12A.33b.500.B15.B15.F4	Ø 508	2720	300	350	V550-08	ODS 92	ODS 92		544,5	551,3	521,6	480,2	487,4
	V13A.33b.500.B15.B15.F4	Ø 600	2020	340	370	V650-08								
550	V13A.33b.550.B15.B15.F4	Ø 600	2220	340	370	V650-08	ODS 92	ODS 92		599,0	606,4	573,7	528,2	536,1



SHOCK ABSORBERS - 50 bar

The anti-vibration flexible joints are installed in the delivery and suction pipes of refrigeration compressors and air conditioning systems, and have the function of:

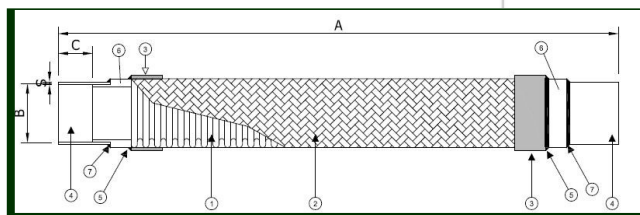
1. Eliminate the transmission of vibrations generated by the compressor to the circuit pipe
2. Compensate thermal expansion (from -100 to + 250 degrees)

The peculiarity of the anti-vibration flexible joint is the welding (with TIG welding process) of the copper hollows with the stainless steel body. This allows the installer a quick connection of the anti-vibrator to the pipe, without resorting to the abrupt cooling operation during welding.

The technical specifications for the Lisitea Engineering refrigeration products are:

- AISI 321 Stainless Steel Flexible Hose
- Stainless Steel Braid AISI 304

Copper end tube



CODE	DN	PN	A (+/-5)	B mm	B Inch	C	S
AN0105230AC60	12	50	230	10,5	3/8" - 9,52	20	1,5
AN0125230AC60	12	50	230	12,5	1/2" - 12,70	20	1,5
AN0165255AC60	16	50	255	16,5	5/8" - 15,87	25	1,5
AN0185255AC60	16	50	255	18,5	3/4" - 19,00	25	1,5
AN0225290AC60	20	50	290	22,5	7/8" - 22,22	25	1,5
AN0285330AC60	25	50	330	28,5	1.1/8" - 28,57	25	1,5
AN0355375AC60	32	50	375	35,5	1.3/8" - 34,92	30	1,5
AN0425430AC60	40	45	430	42,5	1.5/8" - 41,27	30	1,5
AN0545510AC60	50	45	510	54,5	2.1/8" - 53,96	40	1,5

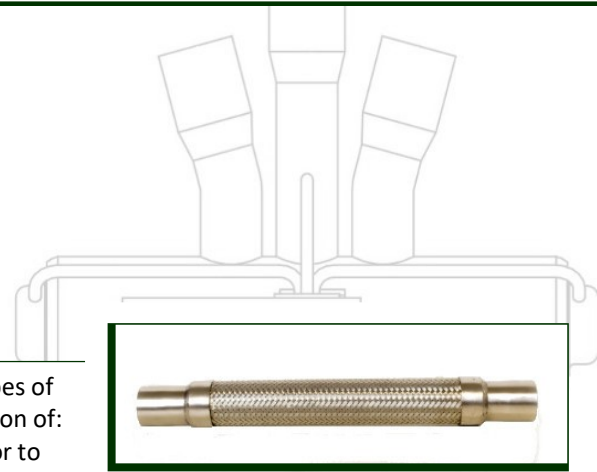
POS.	QUANTITY	DESCRIPTION	MATERIAL	NOTE
1	1	Curried tube	AISI 321	-
2	1	Braid	AISI 304	-
3	2	Ring	AISI 304	-
4	2	Connection	Copper DHP 99.9	-
5	2	Welding	TIG in AISI 316L	-
6	2	Bushing	AISI - 303	-
7	2	Welding	TIG Nickel thread	-

Mr. Piero Ragusini ☎ +39 335 202263 🇮🇹 🇺🇰 🇩🇪  
 Mr. Antonio Ragusini ☎ +39 345 4605931 🇮🇹 🇺🇰 🇩🇪  
 Ms. Nina Boychuk ☎ +39 373 5035099 🇮🇹 🇷🇺



*Industrial refrigeration technology*

Operative address: Via Luciano Savio, 1 - 33080 Roveredo in Piano - Pordenone - IT  
 Legal address: Piazzale Ellero dei Mille 2-33170 Pordenone - IT



The anti-vibration flexible joints are installed in the delivery and suction pipes of refrigeration compressors and air conditioning systems, and have the function of:

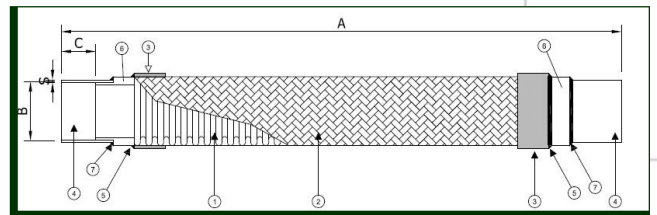
1. Eliminate the transmission of vibrations generated by the compressor to the circuit pipe
2. Compensate thermal expansion (from -100 to + 250 degrees)

The peculiarity of the anti-vibration flexible joint is the welding (with TIG welding process) of the copper hollows with the stainless steel body. This allows the installer a quick connection of the anti-vibrator to the pipe, without resorting to the abrupt cooling operation during welding.

The technical specifications for the Lisitea Engineering refrigeration products are:

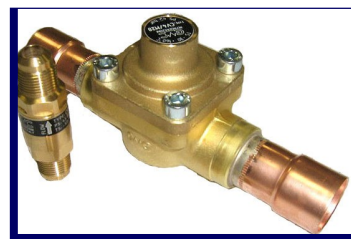
- AISI 321 Stainless Steel Flexible Hose
- Stainless Steel Braid AISI 304

Copper end tube



CODE	DN	PN	A (+/-5)	B mm	B Inch	C	S
AN0105230AC120	12	120	230	10,5	3/8" - 9,52	20	1,5
AN0125230AC120	12	120	230	12,5	1/2" - 12,70	20	1,5
AN0165255AC120	16	120	255	16,5	5/8" - 15,87	25	1,5
AN0185255AC120	16	120	255	18,5	3/4" - 19,00	25	1,5
AN0225290AC120	20	120	290	22,5	7/8" - 22,22	25	1,5
AN0285330AC120	25	120	330	28,5	1.1/8" - 28,57	25	1,5
AN0355375AC120	32	120	375	35,5	1.3/8" - 34,92	30	1,5
AN0425430AC120	40	120	430	42,5	1.5/8" - 41,27	30	1,5
AN0545510AC120	50	120	510	54,5	2.1/8" - 53,96	40	1,5

POS.	QUANTITY	DESCRIPTION	MATERIAL	NOTE
1	1	Curried tube	AISI 321	-
2	1	Braid	AISI 304	-
3	2	Ring	AISI 304	-
4	2	Connection	Copper DHP 99.9	-
5	2	Welding	TIG in AISI 316L	-
6	2	Bushing	AISI - 303	-
7	2	Welding	TIG Nickel thread	-



LINE VERSION CHECK VALVES - reinforced spring - 45 bar

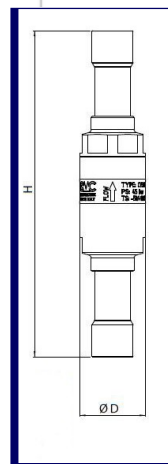
They are designed for installation on commercial refrigerating systems and on civil and industrial conditioning plants, which use fluids of Group II, as defined in Article 9, Section 2.2 of Directive 97/23/EC, which are not toxic, not flammable and not explosive ; also the refrigerant fluids listed and classified L1 in Annex E of standard EN 378-1:2011 belong Group II.

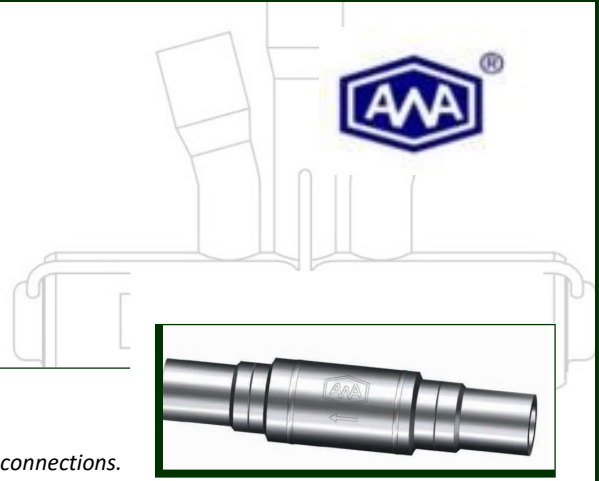
The special construction of these valves allow them to be applied in difficult conditions regarding temperature, for example on the discharge line of the compressor.

The body and flange are manufactured by hot-forged brass EN12420-CW617N; the welding connections are made of copper tube EN12735-1-Cu-DHP; and austenitic stainless steel AISI 302 is used for the spring. The seat gasket, in special modified PTFE, ensures an excellent impermeability during retention and it prevents any leaks. Aramide fibers are used for gasket between body and flange; this material is resistant to the high temperature and it has the approval of DIN-DVGW acc. to DIN 3535, part 6 FA.

Code	Connections	KV	Max Press	PDM*	TS	TS	Dimensions	PED CAT.
		M <sup>3</sup> /h						
		°C			°C			
CV3/2	1/4"	0,55	45	0,3	-50	110	Ø 21 x L 128	Art. 3.3.
CV3/M10	10mm	1,40					Ø 21 x L 128	
CV3/3	3/8"	1,40					Ø 21 x L 128	
CV3/M12	12mm	2,00					Ø 25 x L 131	
CV3/4	1/2"	2,00					Ø 25 x L 131	
CV3/5	16mm 5/8"	3,60					Ø 29 x L 145	
CV3/M18	18mm	3,60					Ø 34 x L 145	
CV3/6	3/4"	3,60					Ø 34 x L 152	
CV3/7	22mm 7/8"	5,50					Ø 34 x L 166	

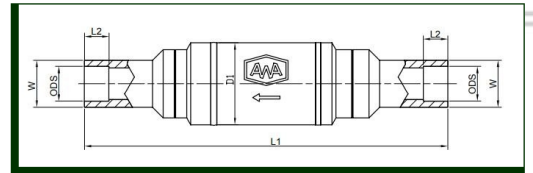
PDM = Minimal differential pressure





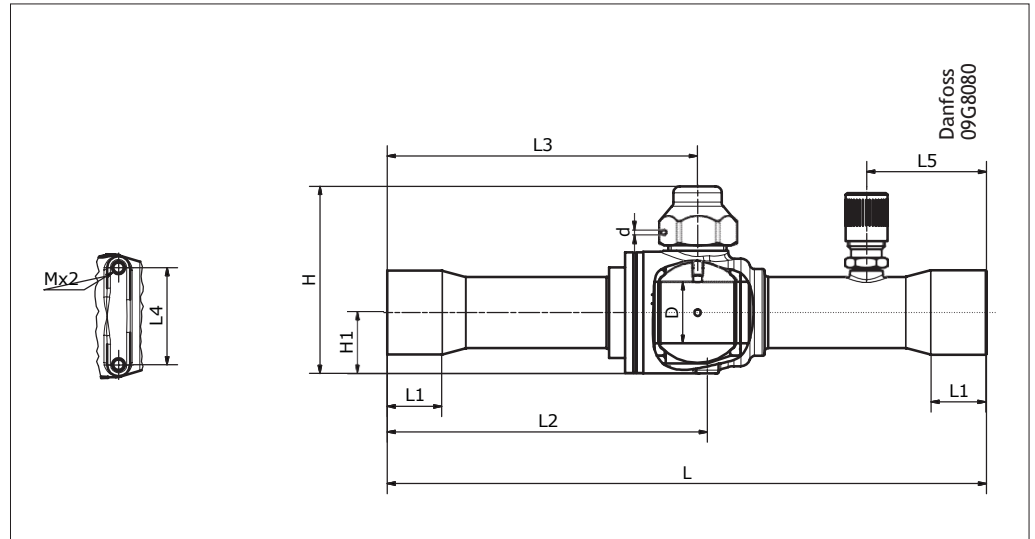
The check valves for high pressure are manufactured with stainless steel body and connections.  
The maximum working pressure is 140 bar in the temperature range -60/+140°C

CODE	MAT.	W	ODS	D1	L1	L2	KV	PS
		mm	mm [in]	mm	mm	mm	m <sup>3</sup> /h	Bar
882 201 000	St. Steel	13,5	[3/8]	30	133	9	2,3	140
882 202 000	St. Steel	17,2	[1/2]	30	133	9	3,8	140
882 203 000	St. Steel	22	16 [5/8]	30	133	11	4,5	140
Opening pressure differential 0,03 bar								



Техническое описание | Запорный шаровой клапан тип GBC Версия 2

Размеры и вес



Ед. изм. СИ

Тип	Штуцер		H [мм]	H <sub>1</sub> [мм]	L [мм]	L <sub>1</sub> [мм]	L <sub>2</sub> [мм]	L <sub>3</sub> [мм]	L <sub>4</sub> [мм]	L <sub>5</sub> [мм]	M [мм]	D [мм]	d [мм]	Масса [кг] <sup>1)</sup>
	[дюймы]	[мм]												
GBC 6s	1/4	6	43	12	139	7	73	73	16,8	31	M3 × 0,5	11,1	1,5	0,1
GBC 10s	3/8	10	43	12	139	9	73	73	16,8	31	M3 × 0,5	11,1	1,5	0,1
GBC 12s	1/2	12	43	12	161	10	84	84	16,8	31	M3 × 0,5	11,1	1,5	0,1
GBC 16s	5/8	16	50	15	161	12	86	84	22	31	M4 × 0,7	14	1,5	0,2
GBC 18s	3/4	18	58	19	185	14	99	96	30	37	M4 × 0,7	19	1,5	0,4
GBC 22s	7/8	22	58	19	185	17	99	96	30	37	M4 × 0,7	19	1,5	0,4
GBC 28s	1 1/8	28	80	25	208	20	112	108	38	44	M4 × 0,7	25,5	1,5	0,9
GBC 35s	1 3/8	35	89	30	251	25	136	130	48	44	M6 × 1,0	32	1,5	1,4
GBC 42s	1 5/8	42	110	35	281	29	151	145	55	56	M6 × 1,0	38	1,5	2,2
GBC 54s	2 1/8	54	131	46	305	34	167	157	74	56	M6 × 1,0	50	1,5	4,2
GBC 67s	2 5/8	–	149	55	343	38	188	172	84	72	M6 × 1,0	60,5	1,5	5,8
GBC 67s RP	2 5/8	–	131	46	305	37	167	157	74	56	M6 × 1,0	50	1,5	4,4
GBC 79s ODF/ODF	3 1/8	–	169	65	416	38	230	214	86	80	M6 × 1,0	73,5	1,5	9,1
GBC 79s ODF/ODM	3 1/8	–	169	65	406	38	220	204	86	80	M6 × 1,0	73,5	1,5	9,1
GBC 79s RP	3 1/8	–	131	46	305	42	167	157	74	56	M6 × 1,0	50	1,5	4,5

<sup>1)</sup> Расчетное значение  
RP: с уменьшенным проходным сечением.

Shut-off ball valve, type GBC, GBCH and GBCT

Table 8: GBCH butt weld, stainless steel connections

Type	Size	Con- nec- tion	Con- nec- tion tolerance	H	H1	L	L1	L2	L3	L4	M	D	d	Weight	Code no.
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg]
GBCH 28s	28 mm	28	-0.1/+0.1	80	25	208	65	115	116	38	M4 × 0.7	25.5	1.5	0.9	009L7406
GBCH 35s	35 mm	35		89	30	251	79	146	141	48	M6 × 1.0	32	1.5	1.5	009L7410
GBCH 42s	42 mm	42		110	35	281	88	162	156	55	M6 × 1.0	38	1.5	2.5	009L7411

GBCT solder ODF/ODF, copper connections

Figure 9: GBCT solder ODF/ODF, copper connections

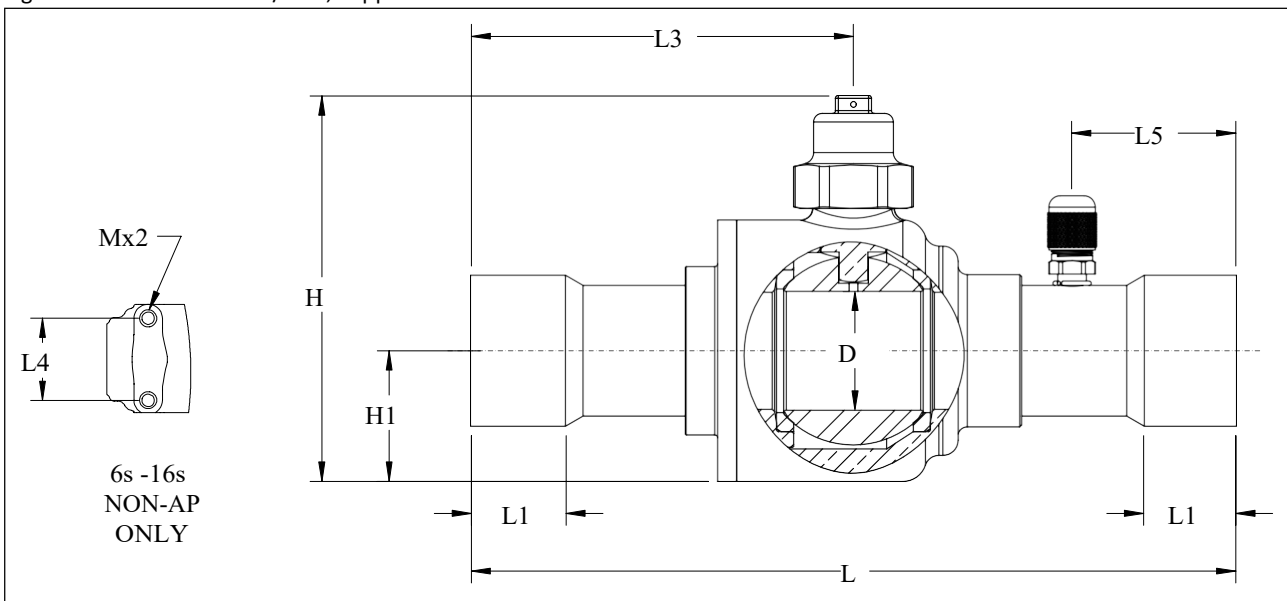
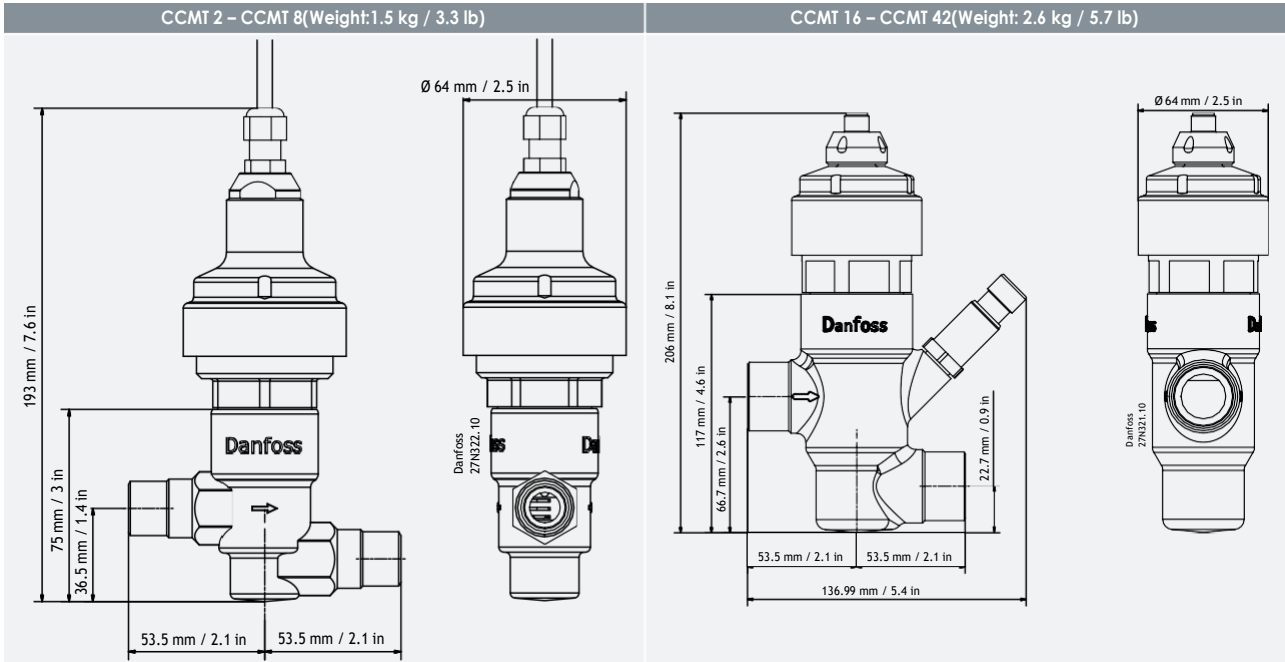


Table 9: GBCT solder ODF/ODF, copper connections

Type	Size	Con- nec- tion	Con- nec- tion tolerance	H	H1	L	L1	L3	L4	L5	M	D	Weight	Code no.	
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg]	without access port	with access port
GBCT 6s	1/4 in.	6.35	+0.051/+0.155	57	14	127	7	69	22	N/A	M4 × 0.7	13	0.2	009L6415	-
				57	14	127	7	55	N/A	44	N/A	13	0.3	-	009L6581
GBCT 10s	3/8 in.	9.52		57	14	132	9	72	22	N/A	M4 × 0.7	13	0.2	009L6416	-
				57	14	132	9	58	N/A	46	N/A	13	0.3	-	009L6582
GBCT 12s	1/2 in.	12.70		57	14	139	10	75	22	N/A	M4 × 0.7	13	0.2	009L6417	-
				57	14	139	10	61	N/A	50	N/A	13	0.3	-	009L6585
GBCT 16s	5/8 in.	15.88		57	14	148	13	80	22	N/A	M4 × 0.7	13	0.2	009L6418	-
				57	14	148	13	66	N/A	54	N/A	13	0.3	-	009L6586
GBCT 18s	3/4 in.	19.05		87	32	148	17	78	N/A	30	N/A	19	0.7	009L6419	009L6588
GBCT 22s	7/8 in.	22.22		87	32	185	20	96	N/A	40	N/A	19	0.7	009L6420	009L6589
GBCT 28s	1 1/8 in.	28.58	+0.075/+0.185	102	37	185	24	95	N/A	40	N/A	25	1.3	009L6406	009L6451
GBCT 35s	1 3/8 in.	34.93		103	35	205	25	102	N/A	44	N/A	32	2.0	009L6410	009L6453
GBCT 42s	1 5/8 in.	41.28		113	40	240	28	120	N/A	50	N/A	38	2.9	009L6411	009L6454
GBCT 54s	2 1/8 in.	53.98	+0.075/+0.203	144	52	275	35	138	N/A	56	N/A	51	6.1	009L6412	009L6456

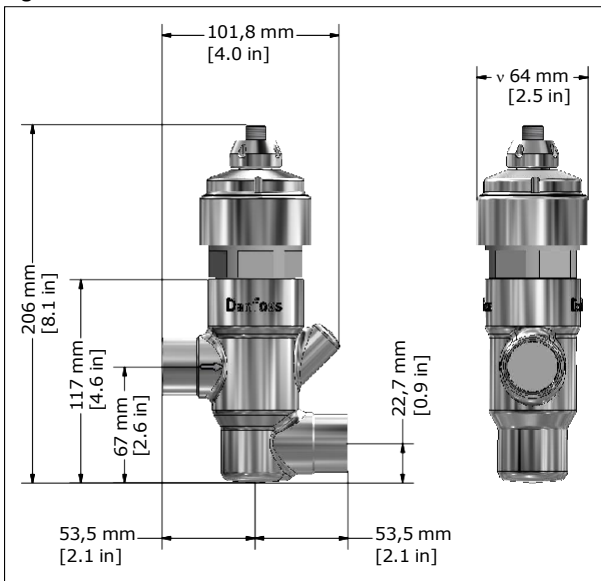
**CCMT 2 - CCMT 8**

Table 11: CCMT 2 – CCMT 8



**CCMT 16 - CCMT 42 (without integrated pressure transmitter)**

Figure 5: CCMT 16 – CCMT 42



## Ordering

### Valve including actuator

Type	Connections		Flow rate		Single pack	Code no.
	Weld <sup>(1)</sup> [in]	Solder ODF x ODF [in]	$k_v$ [m <sup>3</sup> /h]	$C_v$ [gpm]		
CCMT 2	1/2 x 1/2	5/8 x 5/8	0.17	0.19	1	027H7200
CCMT 4	1/2 x 1/2	5/8 x 5/8	0.45	0.52	1	027H7201
CCMT 8	1/2 x 1/2	5/8 x 5/8	0.8	0.92	1	027H7202
CCMT 16	1 x 1	1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> x 1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	1.6	1.85	1	027H7231
CCMT 24	1 x 1	1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> x 1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	2.4	2.77	1	027H7232
CCMT 30	1 x 1	1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> x 1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	3	3.47	1	027H7233
CCMT 42	1 x 1	1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> x 1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	4.2	4.86	1	027H7234
CCMT 16 <sup>(2)</sup>	1 x 1	1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> x 1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	1.6	1.85	1	027H8231
CCMT 24 <sup>(2)</sup>	1 x 1	1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> x 1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	2.4	2.77	1	027H8232
CCMT 30 <sup>(2)</sup>	1 x 1	1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> x 1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	3	3.47	1	027H8233
CCMT 42 <sup>(2)</sup>	1 x 1	1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> x 1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	4.2	4.86	1	027H8234

<sup>(1)</sup> OD according to EN 10220

<sup>(2)</sup> Without integrated pressure transmitter

### Accessories

#### Spareparts

Table 12: Spareparts

Type	Description	Single pack	Code no.
Gasket	O-ring spare part kit for CCM / CCMT 2 - CCMT 42	1	027H7230

#### Packard cable for MBS 8250 pressure transmitter

Table 13: Packard cable for MBS 8250 pressure transmitter

Type	Description	Industrial pack	Code no.
Packard cable	10 m / 32.8 ft cable for MBS 8250 pressure transmitter	14	064G0910
		1	064G0950

#### Ordering

Table 14: Ordering

Cable	Cable length (L)	Insulation	Packing format	Code no.
PVC - black	2 + 0.089 m / 6.6 + 0.3 ft	SR-PVC	Single pack	034G7073
	8 + 0.3 m / 26.2 + 1 ft	SR-PVC	Single pack	034G7074

Номинальные  
производительности

### Система единиц СИ

Таблица производительности  
для номинальных условий,  
 $Q_N$  [кВт],  
 $T_{liq} = 10\text{ }^\circ\text{C}$ ,  
 $\Delta P = 0.2$  бар

### Линия жидкости с / без фазового перехода

#### R 744

Тип	Размер корпуса клапана	$K_v$ ( $\text{м}^3/\text{ч}$ )	Температура кипения [ $^\circ\text{C}$ ]							
			-50	-40	-30	-20	-10	0	10	20
ICM20-A33	20	0.2	19.8	20.2	20.5	20.7	21.0	21.1	21.3	21.4
ICM20-A		0.6	14.4	14.6	14.8	14.8	14.7	14.4	13.8	12.8
ICM20-B		2.4	57.8	58.6	59.0	59.1	58.7	57.5	55.3	51.1
ICM20-C		4.6	111	112	113	113	112	110	106	97.8
ICM25-A	25	6	144	146	148	148	147	144	138	128
ICM25-B		12	289	293	295	296	293	288	277	255
ICM32-A	32	9	217	220	221	222	220	216	207	191
ICM32-B		17	409	415	418	419	416	408	392	362
ICM40-A	40	15	361	366	369	369	367	360	346	319
ICM40-B		26	626	634	640	640	636	623	599	553
ICM50-A	50	23	554	561	566	566	562	551	530	489
ICM50-B		40	963	976	984	985	978	959	922	851
ICM65-A		35	3473	3529	3580	3627	3666	3700	3728	3748
ICM65-B	70	1685	1708	1722	1724	1711	1678	1613	1489	
ICM100	100	142	14091	14318	14524	14717	14875	15013	15127	15205
ICM125	125	223	22129	22485	22810	23112	23361	23577	23756	23877
ICM150	150	370	36717	37306	37845	38347	38760	39119	39415	39617

Поправочный коэффициент  
для  $\Delta P$  ( $f_{\Delta P}$ )

$\Delta P$ (бар)	Поправочный коэффициент
0.05	2.00
0.1	1.41
<b>0.2</b>	<b>1.00</b>
0.3	0.82
0.4	0.71
0.5	0.63

Поправочный коэффициент  
для температуры жидкости  
( $T_{liq}$ )

Температура жидкости	Поправочный коэффициент
-20 $^\circ\text{C}$	0.52
-10 $^\circ\text{C}$	0.67
0 $^\circ\text{C}$	0.91
<b>10 <math>^\circ\text{C}</math></b>	<b>1.00</b>
15 $^\circ\text{C}$	1.09

### Система единиц США

Таблица производительности  
для номинальных условий,  
 $Q_N$  [тонн охлаждения],  
 $T_{liq} = 50\text{ }^\circ\text{F}$ ,  
 $\Delta P = 3$  фунт/дюйм<sup>2</sup>

#### R 744

Тип	Размер корпуса клапана	$C_v$ (галлон США/мин.)	Температура кипения [ $^\circ\text{F}$ ]						
			-60	-40	-20	0	20	40	60
ICM20-A33	20	0.23	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3
ICM20-A		0.7	4.2	4.2	4.3	4.3	4.2	4.1	3.9
ICM20-B		2.8	16.7	17.0	17.1	17.1	16.9	16.5	15.5
ICM20-C		5.3	31.7	32.2	32.5	32.5	32.1	31.1	29.3
ICM25-A	25	7	41.8	42.5	42.9	42.9	42.3	41.1	38.7
ICM25-B		14	83.7	85.0	85.7	85.7	84.7	82.3	77.3
ICM32-A	32	10	59.8	60.7	61.2	61.2	60.5	58.8	55.2
ICM32-B		20	120	121	122	122	121	118	110
ICM40-A	40	17	102	103	104	104	103	100	94
ICM40-B		30	179	182	184	184	181	176	166
ICM50-A	50	27	161	164	165	165	163	159	149
ICM50-B		46	275	279	282	282	278	270	254
ICM65-A		41	245	249	251	251	248	241	227
ICM65-B	81	484	492	496	496	490	476	448	
ICM100	100	165	987	1000	1010	1010	997	970	912
ICM125	125	259	1549	1570	1586	1586	1565	1522	1432
ICM150	150	430	2571	2607	2633	2633	2598	2527	2377

Поправочный коэффициент  
для  $\Delta P$  ( $f_{\Delta P}$ )

$\Delta P$ (фунт/дюйм <sup>2</sup> )	Поправочный коэффициент
0.75	1.97
1.5	1.39
<b>3</b>	<b>1.00</b>
3.5	0.91
4	0.85
4.5	0.81

Поправочный коэффициент  
для температуры жидкости  
( $T_{liq}$ )

Температура жидкости	Поправочный коэффициент
-10 $^\circ\text{F}$	0.48
10 $^\circ\text{F}$	0.64
30 $^\circ\text{F}$	0.88
<b>50 <math>^\circ\text{F}</math></b>	<b>1.00</b>



**(ENG) pRack pR300T user manual  
for the management of CO<sub>2</sub>  
systems in transcritical  
conditions**

**LEGGI E CONSERVA  
QUESTE ISTRUZIONI**  
← →  
**READ AND SAVE  
THESE INSTRUCTIONS**

  **NO POWER  
& SIGNAL  
CABLES  
TOGETHER**  
**READ CAREFULLY IN THE TEXT!**

## 2. HARDWARE CHARACTERISTICS AND INSTALLATION

### 2.1 pRack 300 S, M, D, L board description

pRack pR300T S

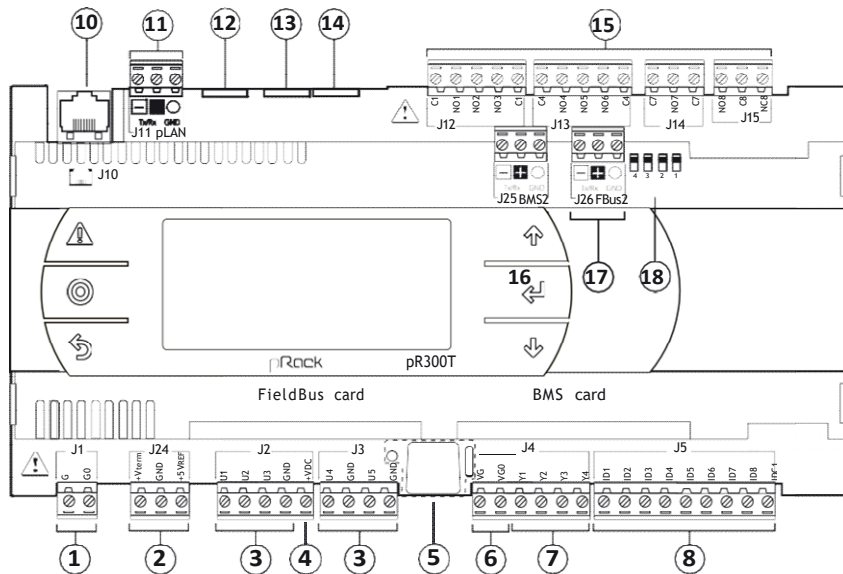


Fig. 2.a

pRack pR300T M

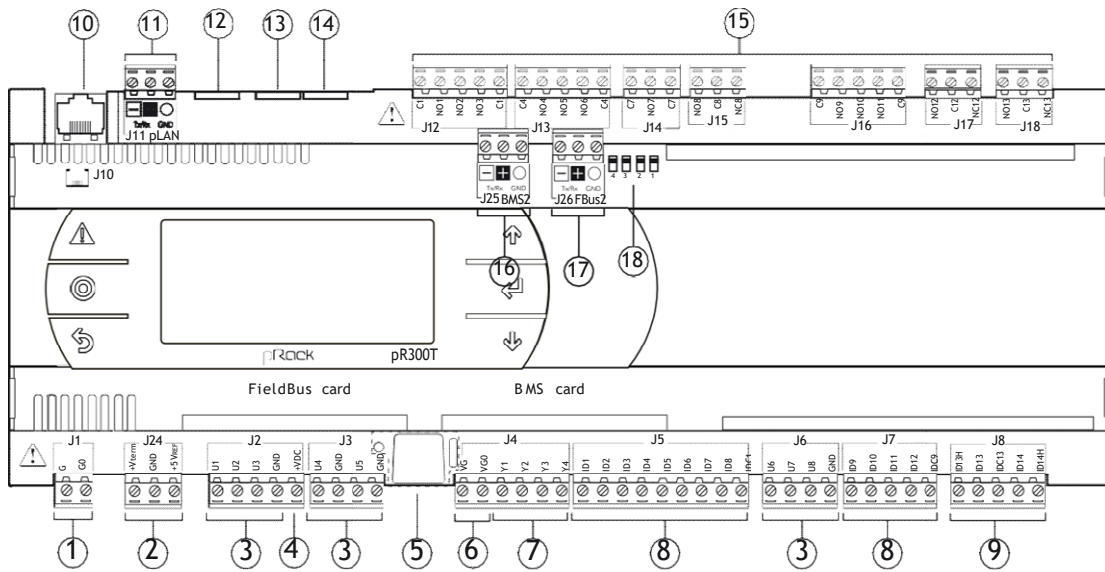


Fig. 2.b

Key:

Ref.	Description
1	Power supply connector [G(+), G0(-)]
2	+Vterm: power supply for additional terminal+5 VREF power supply for ratiometric probes
3	Universal inputs/outputs
4	+VDC: power supply for active probes
5	Button for setting pLAN address, second display, LED
6	VG: power supply at voltage A(*) for opto-isolated analogue output VG0: power to opto-isolated analogue output, 0 Vac/Vdc
7	Analogue outputs
8	ID: digital inputs for voltage A (*)
9	ID.: digital inputs for voltage A (*) IDH...: digital inputs for voltage B (**)
10	pLAN telephone connector for terminal/downloading application

(\*) Voltage A: 24 Vac or 28 to 36 Vdc; (\*\*) Voltage B: 230 Vac - 50/60 Hz.

Ref.	Description
11	pLAN plug-in connector
12	Reserved
13	Reserved
14	Reserved
15	Relay digital outputs
16	BMS2 connector
17	FieldBus2 connector
18	Jumpers for selecting FieldBus/ BMS

Tab. 2.a