

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

«До захисту в ЕК»

Директор інституту

_____ Сергій Блаженко
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ____ » _____ 2024 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Валентин Петренко
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ____ » _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності 142 Енергетичне машинобудування

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми _____

Холодильні техніка та технологія

на тему: Аналіз техніко-економічних показників роботи холодильної системи
овоче-фруктосховища на базі різних схемних рішень

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ХМ-2-8М

_____ Яртим Олександр Олександрович _____

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник _____ Грищенко Роман Володимирович _____

(прізвище, ім'я)

(підпис)

Консультант _____

(прізвище, ім'я)

(підпис)

Рецензент _____

(прізвище, ім'я)

(підпис)

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

_____ (підпис та прізвище здобувача)

Київ – 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Холодильні техніка та технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри **ТЕХТ**

Валентин ПЕТРЕНКО

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Яртіма Олександра Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Аналіз техніко-економічних показників роботи холодильної системи овоче-фруктосховища на базі різних схемних рішень.

керівник роботи к.т.н. Грищенко Р.В.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від 07.11.2023 року №794-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 06.02.2024 року

3. Вихідні дані до роботи Порівняння застосування холодоагентів R717,R507,R744 при низькотемпературному холоді, обрання каскадної системи R717/R744 для реалізації холодозабезпечення підприємства.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
Вступ, Розділ 1. Технологічна частина, Розділ 2. Електрична частина, Розділ 3. Автоматизація, Розділ 4. Економічна частина, Список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу

План та розріз холодильного підприємства

Гідравлічні схеми холодильних систем

6. Консультанти розділів роботи

АНОТАЦІЯ

Актуальність даної роботи полягає у тому, що в сучасних умовах неочевидні переваги та недоліки застосування різних схемних рішень для холодильних систем, тому енергетично-економічний розрахунок систем і їх порівняння дає змогу вирішити доцільність застосування обраних схем при заданих умовах, що дає змогу створювати умови для популяризації і впровадження найефективнішої системи на існуючі та майбутні холодильні підприємства.

Метою даної роботи є розробка проекту потужного підприємства з аналітичним порівнянням схематичних рішень при заданих умовах та впровадження найефективнішої системи.

Наукова новизна роботи полягає у розробці проекту на більш сучасних технологіях і обладнанні, беручи до уваги нові тенденції розробки проектів холодильних машин.

Практичне значення отриманих результатів.

Розроблено проект заготівельного фруктосховища в якому основна увага приділяється низькотемпературному холодозабезпеченню на базі R717/R744 каскадної системи, який можна використовувати як приклад для розробки сучасного підприємства зі схожими умовами.

Розроблено комплекс енергозберігаючих заходів, які суттєво підвищують енергетичну ефективність підприємства.

Ключові слова: R717, R507, R744, R717/R744, енергоефективність, енерго-економічні показники, собівартість, овоче-фруктосховище, аналіз, порівняння.

ABSTRACT

The relevance of this work lies in the non-obvious advantages and disadvantages of applying various schematic solutions for refrigeration systems in modern conditions. Therefore, the energy-economic calculation of systems and their comparison allows us to determine the feasibility of using selected schemes under specified conditions. This creates conditions for popularizing and implementing the most efficient system in existing and future refrigeration enterprises.

The purpose of this work is to develop a project for a powerful enterprise with an analytical comparison of schematic solutions under specified conditions and implementing the most efficient system.

The scientific novelty of the work lies in developing a project based on more modern technologies and equipment, taking into account new trends in refrigeration machine project development.

The practical significance of the results obtained is substantial. A project for a fruit storage facility has been developed, with a focus on low-temperature refrigeration based on the R717/R744 cascade system, which can serve as an example for developing a modern enterprise under similar conditions. Energy-saving measures have been developed that significantly increase the energy efficiency of the enterprise.

Keywords: R717, R507, R744, R717/R744, energy efficiency, energy-economic indicators, cost, fruit and vegetable storage facility, analysis, comparison.

ЗМІСТ

1. Технологічна частина	3
1.1 Вступ	3
1.2 Вихідні дані для проектування	5
1.3 Загальні відомості з технології заморожування і зберігання	7
1.4 Розрахунок площ і місткості камер, планування холодильника	9
1.5 Короткий опис будівельних конструкцій і споруд	14
1.6 Вибір та розрахунок теплоізоляції	15
1.7 Розрахунок теплоприпливів до камер	18
1.8 Вибір системи охолодження і типу холодильної установки	24
1.9 Розрахунок основного та допоміжного устаткування, камерного обладнання, трубопроводів	35
1.10 Робота схеми	60
1.11 Механізація ВРТС-робіт	62

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Яртим О.О.				Зміст	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Грищенко Р.В.					1	93	
Н. Контр.	.					НУХТ ХМ-2-8М		
Затверд.	Петренко В.П.							

1.12 Основні положення техніки безпеки	63
1.13 Заходи по захисту навколишнього середовища	64
2 Електрична частина	65
2.1 Загальні відомості про електрогосподарство холодильника	65
2.2 Розрахунок кабелю до холодильної машини	66
3 Автоматизація	68
4 Економічна частина	69
4.1 Вхідні дані	69
4.2 Кількість виробленого холоду	74
4.3 Розрахунок прямих витрат	76
4.4 Розрахунок непрямих витрат	83
4.5 Складання планової калькуляції одиниці виробленого холоду	84
4.6 Визначення основних показників економічної ефективності	87
Список використаної літератури	92
Додатки	94

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Вступ

Сучасний етап розвитку сільського господарства вимагає вдосконалення технологічних процесів для забезпечення якісного зберігання овочів та фруктів, яке забезпечує не лише їхню довготривалу консервацію, але й збереження відмінних властивостей та смакових якостей. Одним із ключових аспектів забезпечення ефективності систем зберігання є вибір оптимальної холодильної системи.

Наукова проблема, що розглядається в даній магістерській роботі, полягає в аналізі техніко-економічних показників роботи холодильної системи овоче-фруктосховища на базі різних схемних рішень. Основною задачею є визначення оптимальної конфігурації холодильної системи, яка максимально враховує енергоефективність, економічність та забезпечує високу якість зберігання сільськогосподарської продукції.

На даний момент існує обширний обсяг досліджень, присвячених холодильним системам та їх впливу на зберігання продукції. Проте, в контексті розгляду техніко-економічних аспектів різних схемних рішень для овоче-фруктосховищ, існуючі роботи залишають бажати кращого у визначенні оптимальних рішень для сучасного агропромислового комплексу.

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вступ	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Яртим О.О.						
Перевір.		Грищенко Р.В.					3	93
Н. Контр.		.				НУХТ ХМ-2-8М		
Затверд.		Петренко В.П.						

Метою даної роботи є порівняння різних схемних рішень холодильних систем овоче-фруктосховищ та визначення оптимальної системи, яку можна рекомендувати для проектування овоче-фруктосховищ.

Значущість наукової проблеми полягає у тому, що впровадження ефективних холодильних систем сприятиме підвищенню продуктивності аграрного сектору, зниженню витрат енергоресурсів та забезпечить сталість постачання якісної продукції на ринку. Також, врахування економічних аспектів у виборі технічних рішень є актуальним завданням для підприємств сільського господарства в умовах економічної конкуренції.

Отже, проведення даного дослідження буде спрямоване на вирішення актуальної проблеми в галузі агротехнологій та сприятиме покращенню якості зберігання сільськогосподарської продукції при мінімізації експлуатаційних витрат та впровадженні енергоефективних технологій.

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк
						4
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Вихідні данні для проектування

Аналіз техніко-економічних показників роботи проводиться на базі умовного заготівельного холодильника місткістю 2200 т з шоківим замороженням і подальшим зберіганням заморожених ягід/подрібнених овочів та фруктів.

На холодильник передбачено надходження таких продуктів:

- лохина;
- чорниця;
- малина;
- суниця;
- полуниця
- інші схожі за теплофізичними властивостями ягоди;
- броколі;
- зелений горошок;
- морква;
- яблука.

Умовне місце розташування підприємства: м. Ужгород.

Параметри навколишнього середовища в м. Ужгород:

- найбільша середньодобова температура 350С (Додаток 1);
- середня вологість повітря 73% (Додаток 2).

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк
						5
Змін	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дані умов зберігання та заморожування продуктів звожу в Таблицю

1:

Таблиця 1. Оптимальні параметри зберігання/заморожування продуктів.

Продукт	Тип камери	$t_{\text{кам}}, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$	$t_{\text{вх}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{вих}}, ^\circ\text{C}$
Ягоди/ овочі/ фрукт и	Охолодження/зберігання охолоджених	0	90	24	0
	Зберігання заморожених/доморожування	-30	95	-15	-30
	Камера забору заморожених	-10	90	-18	-15

Шокове заморожування продуктів відбуватиметься у флюїдизаційному тунельному апараті (ФТА), який підібраний за такими даними (Таблиця 2):

Таблиця 2. Оптимальні параметри роботи ФТА.

Продукт	$t_{\text{кам}}, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$	$t_{\text{вх}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{вих}}, ^\circ\text{C}$
Ягоди/овочі/фрукти	-35	95	18	-18

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

Для цеху товарної обробки прийняті наступні параметри:

- Температура в цеху $t_{ц}$ - 16°C;
- Відносна вологість в цеху ϕ - 80%.

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

- Машинне відділення 24 °С;
- Тамбур : -15 °С – температура в тамбурі регульована;
- Температура ґрунту 14 °С.

1.3. Загальні відомості з технології заморожування та зберігання

Технологія зберігання і заморожування плодоовочевої продукції поділяється на етапи: приймання продуктів, заморожування продуктів у ФТА, фасування їх у камері забору по контейнерам, зберігання заморожених продуктів. Овочі та фрукти після приймання надходять у камери охолодження для подальшої їх обробки, подрібнення на частини і далі заморожують у ФТА.

Расфасовка продуктів

Расфасовка продуктів відбувається в цеху товарної обробки. Де підтримується температура 16 °С. Продукти, які надійшли на підприємство перебирають, складають у пластикові контейнери і транспортують до ФТА.

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Охолодження продуктів

Охолодження продуктів відбувається в камерах охолодження, де підтримується температура 0°C , там вони зберігаються у пластикових контейнерах на європіддонах. Після охолодження продукти транспортують до цеху товарної обробки.

Камера забору заморожених продуктів

З ФТА продукти надходять у камеру забору заморожених продуктів, де їх вкладають у контейнери і транспортують у камери зберігання заморожених продуктів:

- Температура в камері $t_{\text{кам}} = -15^{\circ}\text{C}$;
- Відносна вологість в камері $\varphi=90\%$.

Заморожування продуктів

Заморожування продуктів відбувається у ФТА, в якому підтримуються умови:

- Температура в тунелі $t_{\text{кам}} = -35^{\circ}\text{C}$.
- Відносна вологість в камері $\varphi = 90\%$.

Контейнери розміщують вантажувачами на штабелях, які мають відповідні проїзди(Зм), з дотриманням технологічних зазорів, що забезпечують нормальний повітророзподіл: від штабеля до стіни – 20- 30 см, від верху штабеля до стелі не менше - 60 см, до нижньої поверхні охолоджувальних приборів і повітряних каналів - 30 см, відстань між контейнерами і піддонами – 5-10 см.

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк
						8
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відвантаження продуктів

Продукти виграють у охолодженому або замороженому стані у пластикових контейнерах вантажувачами на автомобільний, який розташовується на рампі.

1.4 Розрахунок площ і місткості камер, планування холодильника

Розрахунок площ камер овоче-фруктосховища та їх числа.

Висоту приміщень приймаю 6м, норма завантаження продуктів в камери $q_0 = 0,35 \text{ т/м}^3$, коефіцієнт використання будівельної площі $\beta = 0,85 \text{ м}^2$, вантажна висота $h_{гр} = 5\text{м}$.

Ємкість камери попереднього охолодження приймаю відповідно до потужності ФТА.

Ємкість камери зберігання заморожених продуктів – 2000т.

Ємкість камери охолоджених продуктів – 200 т.

Обираю флюїдизаційний тунельний апарат TZF-2000М (Додаток 3), який має змогу працювати на основі різних холодоагентів і має продуктивність – 2,4 т/год.

Відповідно, приймаю місткість камери забору заморожених продуктів рівною добової продуктивності ФТА – 24 т.

Площа камер зберігання охолоджених та заморожених продуктів розраховується за формулою(1):

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк
						9
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

де:

$V_{к}$ – ємкість камери зберігання, т;

q_0 – норма завантаження на 1 м² вантажного об'єму камери, т/ м²;

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

β – коефіцієнт використання будівельної площі камери.

Загальна площа камер зберігання заморожених продуктів:

$$F_{к. зб. зам} = \frac{2000}{0,35 * 5 * 0,85} = 1344 \text{ м}^2$$

Загальна площа камер зберігання охолоджених продуктів:

$$F_{к. зб. ох} = \frac{200}{0,35 * 5 * 0,85} = 134 \text{ м}^2$$

$$F_{к. зб} = F_{к. зб. ох} + F_{к. зб. зам} = 1344 + 134 = 1478 \text{ т}$$

Площа камери забору заморожених продуктів розраховується за формулою (2):

$$F_{к. зам} = \frac{M}{q_f * \beta} \text{ м}^2 \quad (2)$$

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

де:

M – добова продуктивність ФТА, т/добу;

qf – норма завантаження на 1 м^2 вантажного об'єму камери, т/ м^2 .

$$F_{\text{к. зам}} = \frac{24}{qf * \beta} = 84 \text{ м}^2$$

Розраховую загальну площу допоміжних приміщень за формулою(3):

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

$$F_{\text{доп}} = 0,35 * 1478 = 517 \text{ м}^2$$

Розраховую загальну площу холодильного складу:

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

$$F_{\text{хол}} = 1478 + 517 + 84 = 2079 \text{ м}^2$$

Розраховую кількість будівельних прямокутників:

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

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змін	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

де:

$f_{\text{буд}}$ – будівельна площа одного прямокутника (приймаю змінний крок 6x12 і 6x6 м) відповідно його площа становить 72 м².

$$n = \frac{2079}{72} = 29 \text{ прямокутників}$$

Розраховую площу машинного відділення за формулою(4):

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

$$F_{\text{маш}} = 0,1 * 1478 = 148 \text{ м}^2$$

Складаю планування овоче- фруктосховища.

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

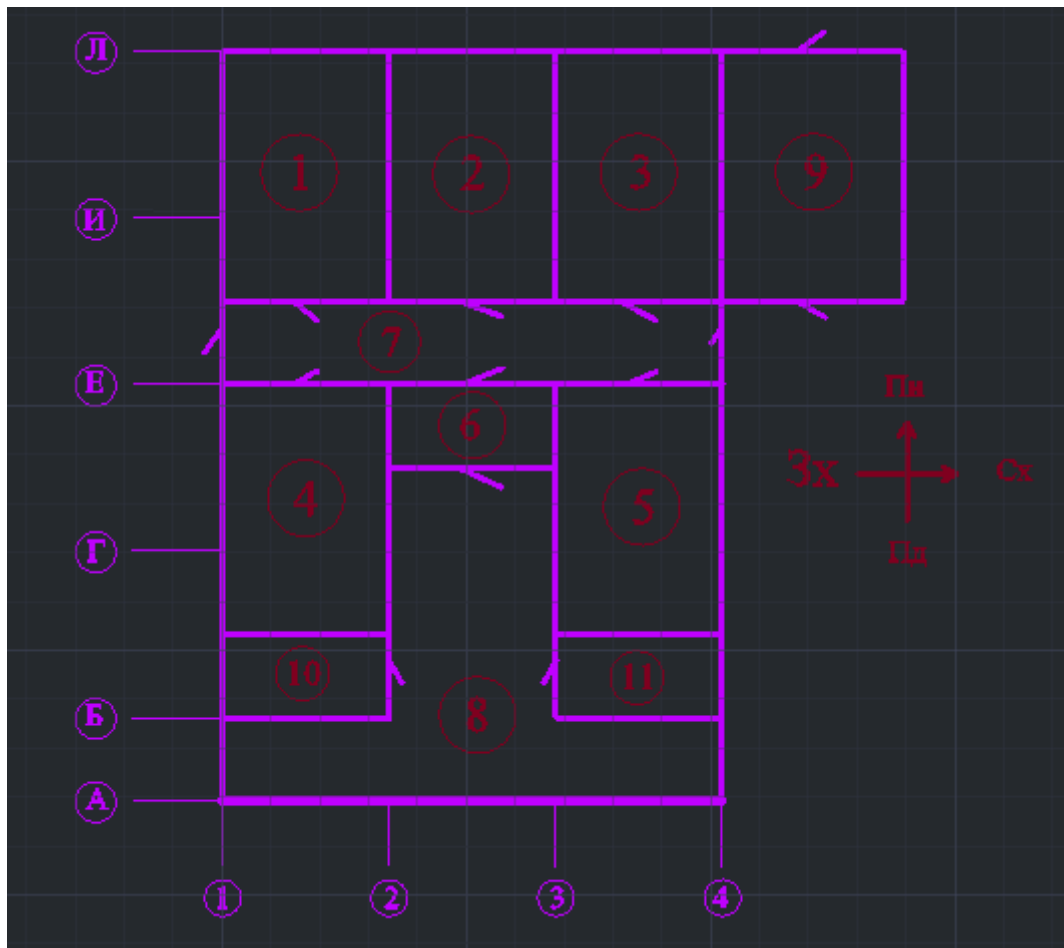


Рис.1. План розподільчого холодильника

1 – Камера №1, 2 – Камера №2, 3 – Камера №3, 4 – Камера №4, 5 – Камера №5, 6 – Камера №6, 7 - Тамбур, 8 – Цех обробки/прийому товарів, 9 – Машинне відділення, 10 – Камера №7, 11 – Камера №8.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР000.142.003.0007.2024РПЗ

Арк.

13

1.5 Короткий опис будівельних конструкцій холодильника

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.

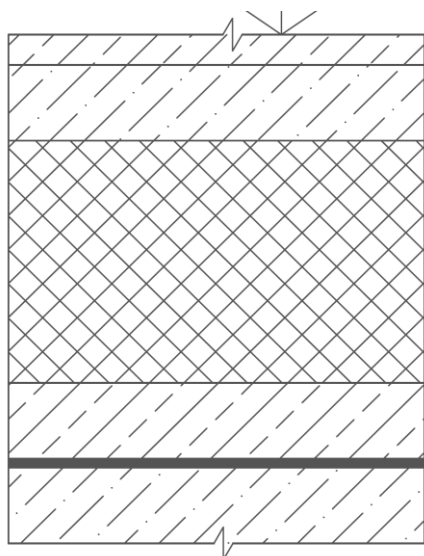
Фундамент

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

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

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

Гідроізоляція

Для герметизації камер застосовано епоксидну смолу, якою оброблено усі стики камер. Епоксидна смола обрана за її простоту, для проведення герметизації необхідно замазати усі стики сандвіч панелей смолою.

1.6 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:

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

КР000.142.003.0007.2024РПЗ

Арк.

15

1. Пожежна безпека. Сандвіч 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 $\lambda = 0,025 \text{ Вт / м} \cdot \text{К}$ (в залежності від методики випробувань)

- теплопровідність мінеральної вати в середньому $\lambda = 0,052 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$

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 / м², вага панелей з мінеральною ватою: від 17 до 36 кг / м².

6. За рахунок низького коефіцієнту теплопровідності, панелі більш тонкі і менше теплоти поглинається із навколишнього середовища, що дає змогу зменшити навантаження на теплообмінне обладнання.

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

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

Для всіх стін і покрівелі холодильних камер приймаю товщину теплоізоляційного шару 120 мм.

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Для підлоги, в якості теплоізоляції застосовую керамзитовий гравій.

Розрахунок товщини теплоізоляції проводиться за формулою(5):

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

де:

k_0 – коефіцієнт теплопередачі огорожувачої конструкції.
Вт/(м²*К);

$\alpha_{зов}, \alpha_{вн}$ – коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої та внутрішньої поверхні стіни відповідно, Вт/(м²*К);

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

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

$$\delta_{із} = 0,13 \times \left[\frac{1}{0,21} - \left(\frac{1}{9} + \frac{0,352}{1,2} + 0 \right) \right] = 0,57 \text{ м}$$

1.7 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.

Теплонадходження через огороження

Розраховується з урахуванням товщини теплоізоляційного шару стін, покрівлі та підлоги, її коефіцієнту теплопровідності, розташування камери відносно інших та відносно сторін світу, температурними режимами сусідніх камер та місцем розташування холодильного підприємства.

Теплонадходження від вантажу

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

Приймаю тривалість холодильної обробки в камерах – 24 год, добове надходження до камер рівній добовій продуктивності ФТА, тобто – $2,4 * 8 = 19,2$ т/добу. Відповідно на кожну камеру буде припадати $19,2/5 = 3,84$ т/добу.

де: 8 – 1 робоча зміна, год.

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Теплонадходження від вентиляції камери

Теплонадходження від вентиляції камери розраховується для камер зберігання охолоджених фруктів та овочів.

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.

Приймаю в розмірі 40% від Q_1 – теплонадходжень через огороджуючі констукції. Розмір експлуатаційних надходжень звожу у Таблицю 3.

Таблиця 3. Експлуатаційні теплонадходження

Назва приміщення	Q_1 , кВт	%	Q_4 , кВт
Камера №1	13,16	40	5,26
Камера №2	13,16	40	5,26
Камера №3	13,16	40	5,26
Камера №4	13,16	40	5,26
Камера №5	13,16	40	5,26
Камера №6	2,39	40	0,95
Тамбур	3,91	40	1,56
Камера №7	4,61	40	1,84
Камера №8	4,61	40	1,84

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР000.142.003.0007.2024РПЗ

Арк.

20

Теплонадходження від “дихання” продуктів.

Теплоприплив від “дихання” продуктів розраховується тільки в холодильниках зберігання або холодильної обробки овочів, або фруктів, але при низьких температурах в камерах зберігання дихання не буде відбуватись через наявність прошарку льоду, розраховується тільки для камер охолодження продуктів.

Розраховую для Камер №7 та №8 теплонадходження від “дихання” продуктів за формулою:

$$Q_5 = E_n (0,1q_n + 0,9q_{xp}), \text{ кВт}$$

де:

E_n – ємкість камери, т;

q_n, q_{xp} – тепловиділення плодів при температурах надходження і зберігання, складає 135 і 28, Вт/т.

$$Q_5 = 100 * (0,1 * 135 + 0,9 * 28) = 3,87 \text{ кВт}$$

Сумарне навантаження на холодильне обладнання

Тепловий розрахунок крім експлуатаційного теплонадходження проводжу в програмному забезпеченні TVal.

Суму теплонадходжень звозу у Таблицю 4.

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Таблиця 4. Сумарне теплонадходження на кожну камеру.

Назва приміщення	$Q_{1+2+3+5}$, кВт	Q_4 , кВт	ΣQ , кВт
Камера №1	18,61	5,26	23,87
Камера №2	18,61	5,26	23,87
Камера №3	18,61	5,26	23,87
Камера №4	18,61	5,26	23,87
Камера №5	18,61	5,26	23,87
Камера №6	2,72	0,95	3,67
Тамбур	6,55	1,56	8,11
Камера №7	14,65	1,84	16,49
Камера №8	14,65	1,84	16,49

Визначення навантаження для підбору компресора

Навантаження на компресор визначається сумою всіх теплоприпливів (Q), але деякі з них можна ураховувати не повністю, а частково: теплонадходження через огороження приймаю повністю, експлуатаційні теплонадходження 75%, теплонадходження від продуктів і тари приймають повністю. При визначенні навантаження на компресор враховуються втрати в трубопроводах, при безпосередньому охолодженні вони складають 7%, також використовую коефіцієнт запасу, який складає 30%.

Дані розрахунку холодопродуктивності компресорів звожу в Таблицю 5.

Таблиця 5. Навантаження на компресори.

Назва приміщення	$Q_{1+2+3+5}$, кВт	$Q_{4(75\%)}$, кВт	Втрати в трубопроводах	Коефіцієнт запасу	Q_0 , кВт
Камера №1	18,61	3,94	7%	30%	31,36
Камера №2	18,61	3,94	7%	30%	31,36
Камера №3	18,61	3,94	7%	30%	31,36
Камера №4	18,61	3,94	7%	30%	31,36
Камера №5	18,61	3,94	7%	30%	31,36
Камера №6	2,72	0,71	7%	30%	4,77
Тамбур	6,55	1,17	7%	30%	10,74
Камера №7	14,65	1,38	7%	30%	22,29
Камера №8	14,65	1,38	7%	30%	22,29

Холодопродуктивність ФТА беру відповідно до його технічних характеристик, вона становить 255 кВт, з урахуванням коефіцієнту запасу(30%) 331,5 кВт.

Групую об'єкти охолодження по однаковим температурним режимам для створення централізованої системи охолодження у Таблиці 6.

Таблиця 6. Сумарне тепловантаження за температурними умовами.

Назва приміщення	$Q_{t(-30)}$, кВт	$Q_{t(-15)}$, кВт	$Q_{t(-35)}$, кВт	$Q_{t(0)}$, кВт
Камера №1	31,36	-	-	-
Камера №2	31,36	-	-	-
Камера №3	31,36	-	-	-
Камера №4	31,36	-	-	-
Камера №5	31,36	-	-	-
Камера №6	-	4,77	-	-
Тамбур	-	10,74	-	-
ФТА	-	-	331,5	-
Камера №7	-	-	-	22,29
Камера №8	-	-	-	22,29
Всього	156,8	15,51	331,5	44,59

1.8 Вибір системи охолодження і типу холодильної установки

У своєму дипломному проєкті я порівняю енергетично-економічні показники 4х систем охолодження, вони всі централізовані, безпосереднього способу охолодження з використанням холодильних агентів: R507, R717, R744, та каскадна система, де R744 – нижній каскад, R717 – верхній каскад. Вони можуть застосовуватись при схожих

температурних умовах тому слід дослідити, яка система має найдоцільне використання з точки зору енергетичної ефективності.

R717(аміак) у даній системі застосовується безнасосна схема з безпосереднім охолодженням. До переваг таких систем можна віднести: найкращі теплофізичні показники серед інших холодоагентів у середньому на 20...30% більша енергоефективність і у 7,6 разів більше теплота пароутворення у порівнянні з R507, не несе негативного впливу на навколишнє середовище, має різкий запах, який дає змогу швидко з'ясувати наявність негерметичності у системі і знайти її джерело, сам по собі холодоагент має низьку вартість, нижче ніж у R744 і доступніше, зазвичай такі системи надійніші і довговічніше у порівнянні з фреоновими. Недоліки таких систем: високі капітальні витрати, які можуть бути більшими за капітальні витрати на R744, це обумовлено тим, що аміак реагує на мідь – це зумовлює застосування компресорів відкритого типу, які значно дорожче, обмежує застосування багатьох елементів системи; через токсичність аміаку дуже велика увага приділяється дотриманням техніки безпеки, крім цього персонал такого підприємства повинен мати спеціальні допуски і атестації, всі ці показники обумовлюють великі витрати на капітальні вкладення і витрати на заробітню плату кваліфікованих працівників.

Короткі відомості: Аміак являється лідером при застосуванні в системах з великою потужністю (1МВт і більше) на протязі довгого часу, незважаючи на те, що більшість таких систем морально застаріли, тим не менш виробництво і розвиток нового обладнання, яке працює на аміаку постійно розвивалось, нові технології дозволяють більше автоматизувати систему і не намагають наявності великої кількості персоналу як раніше, при виконанні вимог техніки безпеки такі системи можна безперебійно

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

експлуатувати. В аміачних системах дуже не доречно застосовувати повітряні конденсатори, бо для аміачних систем вони мають досить високу вартість і неефективність оскільки теплообмінне обладнання таких систем робиться з нержавіючої сталі, яка має значно менший коефіцієнт теплопровідності за мідь, тому при проектуванні я буду застосовувати саме водяний конденсатор з градирнею; крім міді відповідно не можна застосовувати мідні сплави (латунь, бронза)

R744(вуглекислий газ) у даній системі застосовується транскритична бустер система з безпосереднім охолодженням , також буде проведений аналіз в даній системі в якому будуть порівнюватись енерго-економічні показники різних схемних рішень і доцільність застосування різного допоміжного обладнання. До його головних переваг можна віднести: перспективність застосування таких систем з законодавчої точки зору у порівнянні з холодоагентами, які містять фтор або хлор, низька вартість безпосередньо холодоанту, системи на R744 застосовують більш сучасні технології, компактність систем через велику густину, велике значення має можливість застосування контуру високого тиску для підігріву води, при витоках у холодильних камерах не буде завдано шкоди продуктам. До недоліків таких систем відноситься: великі капітальні вкладення, сумнівна енергоефективність при застосуванні без рекуперації тепла на стороні високого тиску, високі тиски системи через яких треба проектувати, будувати і експлуатувати системи з ретельним дотриманням вимог техніки безпеки, несе удушливу дію на людину при завеликих концентрацію у повітрі, при тому, що він не має запаху, може в результаті теплофізичних процесів минати агрегатні стани і кристалізуватись, що має свої негативні наслідки, елементи системи і сам очищений холодоагент важко знайти на українському ринку.

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Короткі відомості: на сьогоднішній момент системи на R744 мають низку іноваційних і перспективних рішень, які дозволяють наближатись по енергоефективності і капіталовкладенням системам до R717, при переході з використання фреонів на екологічно чисті холодоагенти більше уваги буде приділятися саме системам на R744 оскільки вони мають значно більше спільного, ніж з R717, наприклад вони також можуть застосовувати мідні і латунні матеріали, які дуже розповсюджені в холодильній техніці, вони не так вимагають встановлення водяного конденсатора, що значно зменшує габарити системи, не має необхідності встановлювати машинне відділення окремо від основної будівлі за специфічними вимогами, кріпити обладнання до фундаменту.

R507 застосовується в якості звичайної DX схеми з безпосереднім охолодженням. Кількість холодильних систем на R507 постійно зростає, і на теперішній час може мати найбільшу кількість серед холодильних агентів. До його головних переваг можна віднести: системи на R507 мають задовільні показники енергоефективності, ці системи не такі небезпечні для монтажу і експлуатації як на R744 та R717, у порівнянні з R717 може використовуватись в мідному трубопроводі, що збільшує показники теплопередачі системи. Недоліки таких систем: у складі має фтор – відповідно до Кіотського протоколу, гідрофторвуглецеві холодильні агенти будуть виведені з обігу, це говорить о неперспективності застосування його у наступні десятиліття, у порівнянні з R717 має гірші теплофізичні показники.

Короткі відомості: у порівнянні з R717 і R744 значно зручніший і безпечний до експлуатації, має набагато менші капітальні вкладення, але обладнання на R507 крім вартості має значно більшу доступність, ефективність таких систем у порівнянні з R744 досить спірна, в той час як

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

ціна на R507 постійно зростає і буде зростати все більше, такі системи більш прості і не мають необхідності застосовувати наворочені технології без яких вона не зможе ефективно працювати.

R744/R717 каскадна система не дуже популярна, але має місце для порівняльно-аналітичного розрахунку, оскільки така система може усувати багато енерго-економічних недоліків використання R744 у транскритичному режимі, зменшення об'єму заправки R717 в установці і зосередження аміачного контуру у границях машинного відділення.

Отже, кожна вищенаведена система має свої переваги застосування, відомо, що найефективніша серед них це аміачна система, але технології протягом часу розвивались і відповідно треба перевірити актуальність цієї інформації, порівнявши кількість отриманого холоду на 1кВт електроенергії враховуючи при цьому всі витрати електроенергії обладнання, яке забезпечує роботу системи.

Порівняння буде проводитись на базі низькотемпературних споживачів, тому камери з температурними умовами 0 °C для всіх систем будуть забезпечуватись транскритичними R744 машинами.

В якості камерного обладнання застосовую повітроохолоджувачі, оскільки вони ефективно і рівномірно дозволяють розподіляти температурау всередині камери.

На стороні високого тиску встановлюю водяний конденсатор (газоохолоджувач) з градирнею.

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

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:

$$t_0 = t_{\text{кам}} - (5...10) \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (6)$$

Отже, для робочого режиму на -35°C вона складає:

$$t_0 = t_{\text{кам}} - 5 = -35 - 5 = -40 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Для робочого режиму на -30°C вона складає:

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

Для робочого режиму на -15°C вона складає:

$$t_0 = t_{\text{кам}} - 5 = -15 - 5 = -20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Для робочого режиму на 0°C вона складає:

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

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

Температура всмоктування (перегрів)

Температуру всмоктування приймаю на 10°C більше, ніж температура кипіння. Ця температура буде включати в себе перегрів пари у трубопроводах.

$$t_{\text{всм}} = t_0 + 10 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (7)$$

Для робочого режиму на -40°C кипіння вона складає:

$$t_{\text{всм}} = t_0 + 10 = -40 + 10 = -30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Для робочого режиму на -35°C кипіння вона складає:

$$t_{\text{всм}} = t_0 + 10 = -35 + 10 = -25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Для робочого режиму на -20°C кипіння вона складає:

$$t_{\text{всм}} = t_0 + 10 = -20 + 10 = -10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Для робочого режиму на -5°C кипіння вона складає:

$$t_{\text{всм}} = t_0 + 10 = -5 + 10 = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Для двохкаскадної системи ці температури кипіння та всмоктування (крім режиму на -20°C) відповідають параметрам нижнього каскаду.

Температура конденсації

Температура конденсації t_k приймаю на 3°C більше за температуру води на виході з конденсатора $t_{вд2}$. Температура води, яка надходить на конденсатор $t_{вд1}$ приймаю на 8°C менше за температуру зовнішнього повітря (27°C), а нагрів води Δt на конденсаторі 4°C . Відповідно температура конденсації складає:

$$\begin{aligned}\Delta t &= t_{вд2} - t_{вд1} \text{ }^{\circ}\text{C} \\ t_{вд2} &= 27 + 4 = 31 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ t_k &= t_{вд2} + 3 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ t_k &= 31 + 3 = 34 \text{ }^{\circ}\text{C}\end{aligned}\tag{8}$$

Для двохкаскадної системи, відповідає температурі конденсації верхнього каскаду.

Робочий режим для каскадної системи R744/R717:

Температура кипіння верхнього каскаду t_{02} приймаю на 5°C нижче за температуру конденсації нижнього каскаду $t_{к1}$, температура всмоктування верхнього каскаду $t_{всм2}$ приймаю на 10°C вище за t_{02} . Приймаю температуру конденсації нижнього каскаду -20°C , тоді:

$$\begin{aligned}t_{02} &= -20 - 5 = -25^{\circ}\text{C} \\ t_{всм2} &= -25 + 10 = -15^{\circ}\text{C}\end{aligned}$$

За цими даними побудовані холодильні цикли на різні схемні рішення (Додаток 5) у програмі “Coolpack”, параметри точок циклів зведені до Таблиці 7.

Таблиця 7. Параметри точок циклу.

Робочий режим на -40°C кипіння (R717)						
№ точки	t, °C	P, бар	v, кг/м ³	s, кДж/(кгК)	h, кДж/кг	x
1'	-40	0,72	1,55	6,24	1410	-
1	-30	0,72	1,62	6,33	1428	-
2	80	14	0,114	5,59	1616	-
2'	36	14	0,093	5,19	1487	-
3	36	14	0,0018	1,57	367	-
4	-40	0,72	0,388	1,78	367	0,25
Робочий режим на -35°C та -20°C кипіння (R717)						
№ точки	t, °C	P, бар	v, кг/м ³	s, кДж/(кгК)	h, кДж/кг	x
1'	-35	0,93	1,21	6,15	1416	-
1	-25	0,93	1,27	6,24	1436	-
2	80	14	0,114	5,59	1616	-
2'	36	14	0,093	5,19	1487	-
3	36	14	0,0018	1,57	367	-
4	-35	0,93	0,288	1,75	367	0,237
5	-20	1,9	0,122	1,67	367	0,194
6	-20	1,9	0,62	5,9	1437	-
Робочий режим на -40°C та -20°C кипіння (R744)						
№ точки	t, °C	P, бар	v, кг/м ³	s, кДж/(кгК)	h, кДж/кг	x
1'	-40	10	0,038	2,05	435	-
1	-30	10	0,041	2,09	445	-
2	42,5	19,6	0,028	2,19	504	-
3	2,9	19,6	0,023	2,05	463	-
4	149	84	0,008	2,42	579	-
5	34	84	0,0016	1,34	304	-
6	-8	3,1	0,054	1,53	339	-
7	-8	3,1	0,00016	0,868	164	-
8	5,3	39,9	0,004	1,37	304	0,427
9	5,3	39,9	0,001	1,045	213	-
10	-20	19,6	0,0048	1,066	213	0,209
11	-20	19,6	0,019	1,91	427	0,965
12	5,3	39,9	0,0086	427	427	-
Робочий режим на -35°C кипіння (R744)						
№ точки	t, °C	P, бар	v, кг/м ³	s, кДж/(кгК)	h, кДж/кг	x
1'	-35	12	0,032	2,024	436	-
1	-15	12	0,036	2,1	456	-

Змін	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КР000.142.003.0007.2024РПЗ

Арк.

32

Продовження Таблиці 7.

Робочий режим на -35°C кипіння (R744)						
№ точки	№ точки	№ точки	№ точки	№ точки	№ точки	№ точки
2	31,3	19,6	0,026	2,15	493	-
3	2,6	19,6	0,023	2,05	463	-
4	149	84	0,008	2,42	579	-
5	34	84	0,0016	1,34	304	-
6	5,3	39,9	0,004	1,37	304	0,427
7	1,5	39,9	0,001	1,01	203	-
8	-35	12	0,009	1,04	203	0,255
9	5,3	39,9	0,008	1,81	426	-
10	-20	19,6	0,0186	1,91	426	0,964
Робочий режим на -40°C кипіння (R507)						
№ точки	t, °C	P, бар	v, кг/м³	s, кДж/(кгК)	h, кДж/кг	x
1'	-40	1,4	0,133	1,644	346	-
1	-30	1,4	0,14	1,67	353	-
2	80	16,2	0,015	1,72	421	-
2'	34	16,2	0,011	1,57	374	-
3	34	16,2	0,0013	1,14	243	-
4	-40	1,4	0,064	1,2	243	0,476
Робочий режим на -35°C кипіння (R507)						
№ точки	t, °C	P, бар	v, кг/м³	s, кДж/(кгК)	h, кДж/кг	x
1'	-35	1,74	0,107	1,636	348	-
1	-25	1,74	0,11	1,66	355	-
2	80	16,2	0,015	1,72	421	-
2'	34	16,2	0,011	1,57	374	-
3	34	16,2	0,0013	1,14	243	-
4	-35	1,74	0,049	1,2	232	0,452
Робочий режим на -20°C кипіння (R507)						
№ точки	t, °C	P, бар	v, кг/м³	s, кДж/(кгК)	h, кДж/кг	x
1'	-20	3,167	0,06	1,62	355	-
1	-10	3,167	0,064	1,64	363	-
2	62,2	16,2	0,014	1,665	404	-
2'	34	16,2	0,011	1,57	374	-
3	34	16,2	0,0013	1,14	243	-
4	-35	3,167	0,049	1,2	232	0,452

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

КР000.142.003.0007.2024РПЗ

Арк.

33

Продовження Таблиці 7.

Робочий режим на -40/-35°C кипіння (R717 каскад)						
№ точки	t, °C	P, бар	v, кг/м ³	s, кДж/(кгК)	h, кДж/кг	x
1'	-25	1,5	0,77	5,98	1430	-
1	-15	1,5	0,81	6,07	1454	-
2	80	13,1	0,121	5,62	1621	-
2'	34	13,1	0,098	5,22	1488	-
3	34	13,1	-	1,54	358	-
4	-25	1,5	0,157	1,266	358	0,202
Робочий режим на -40°C кипіння (R744 каскад)						
№ точки	t, °C	P, бар	v, кг/м ³	s, кДж/(кгК)	h, кДж/кг	x
5'	-40	10	0,038	2,05	435	-
5	-30	10	0,04	2,09	445	-
6	42	19,7	0,027	2,186	504	-
6'	-20	19,7	0,019	1,95	437	-
7	-20	19,7	0,001	0,835	155	-
8	-40	10	0,006	0,846	155	0,131
Робочий режим на -35°C кипіння (R744 каскад)						
№ точки	t, °C	P, бар	v, кг/м ³	s, кДж/(кгК)	h, кДж/кг	x
5'	-35	12	0,032	2,02	436	-
5	-25	12	0,034	2,06	446	-
6	31	19,7	0,026	2,15	492	-
6'	-20	19,7	0,019	1,95	437	-
7	-20	19,7	0,001	0,835	155	-
8	-35	12	0,004	0,842	155	0,101
Робочий режим на -20°C кипіння (R744)						
№ точки	t, °C	P, бар	v, кг/м ³	s, кДж/(кгК)	h, кДж/кг	x
1'	-20	19,6	0,019	1,95	437	-
1	-18	19,6	0,02	1,96	440	-
2	123	84	0,007	2,06	546	-
3	34	84	0,0016	1,34	304	-
4	5,3	40	0,004	1,37	304	0,425
5	5,3	40	0,001	1,04	213	-
6	-20	19,6	0,0048	1,06	213	0,207
7	-20	19,6	0,0188	1,91	427	0,965
8	5,3	40	0,008	1,81	427	-

Змін	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КР000.142.003.0007.2024РПЗ

Арк.

34

Продовження Таблиці 7.

Робочий режим на -5°C кипіння (R744)						
№ точки	t, °C	P, бар	v, кг/м ³	s, кДж/(кгК)	h, кДж/кг	x
1	-1	30,26	0,012	1,88	440	-
2	89	84	0,006	1,95	502	-
3	34	84	0,0016	1,34	304	-
4	5,3	40	0,004	1,37	304	0,425
5	5,3	40	0,001	1,04	213	-
6	-5	30,26	0,002	1,05	213	0,104
7	-5	30,26	0,012	1,85	427	0,972
8	5,3	40	0,008	1,81	427	-

1.9 Розрахунок основного та допоміжного устаткування, камерного обладнання, , трубопроводів

Розрахунок компресорів

Розрахунок компресорів проводиться згідно розрахунковому навантаженню на компресори, режимом роботи установки та параметрами точок на logP-h діаграмі.

В даному проекті розрахунки проводяться на базі компресорів Bitzer, оскільки ця компанія добре зарекомендувала себе як виробник різних компресорів. Bitzer займаються виробництвом компресорів, які працюють на CO₂(R744), NH₃(R717), R507. За тривалий час вони встигли випробувати і застосувати своє обладнання на великій кількості холодильних підприємств, тому рівень довіри до їх техніки досить високий. Велика увага приділяється їх зручному програмному забезпеченні, яке дозволяє зручно розрахувати і обрати необхідні компресори та деяке допоміжне обладнання до них.

У системі на R717 обираю централізовану систему на базі гвинтових компресорів відкритого виконання на температури кипіння -40 та -35 °С, і поршневих на температуру кипіння -20 °С, відповідно Централь №1, і Централь №2, яка працює на 2 температури кипіння -20 °С та -35 °С.

Для Централі №1: обираю 3 компресори моделі OSKA9583-K (Додаток 6).

COP -1,23.

Для Централі №2: обираю 4 компресори моделі OSNA7462-K (Додаток 7).

COP – 1,41.

У системі на R744 обираю централізовану систему, двоступеневу, на базі поршневих полугерметичних компресорів, Централь №1 працює на температури кипіння -40 °С та -20 °С, Централь №2 працює на температуру кипіння -35°С.

Для Централі №1: обираю 5 компресорів нижнього ступеня 4NSL-30K (один має частотне регулювання) та 7 компресорів середнього ступеня 6STE-50K (один має частотне регулюванням продуктивності). Характеристики компресорів наведені в Додатку 8.

COP – 0,95.

Для Централі №2: обираю 2 компресори нижнього ступеня 4 NSL-30K (з частотним регулюванням) та 4TSL-20K, середнього ступеня – 3 компресори 6STE-50K (один з частотним регулюванням). Характеристики компресорів наведені в Додатку 9.

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

COP – 1,02.

У системі на R507 обираю централізовану систему на базі гвинтових та поршневих полугерметичних компресорів, на кожну температуру кипіння окрема централь, Централь №1 – (-40 °C), Централь №2 – (-35 °C), Централь №3 – (-20 °C).

Для Централі №1: 3 компресори моделі HSN8591-160-40P. Додаток 10.

COP – 0,95.

Для Централі №2: 2 компресори моделі HSN8561-110-40P. Додаток 11.

COP – 1,21

Для Централі №3: 2 компресори моделі 22EES-4Y-40S. Додаток 12.

COP – 2,22.

У каскадній системі R744/R717 обираю централізовану систему на базі гвинтових аміачних компресорів на верхньому каскаді, та поршневих полу герметичних компресорів на нижньому каскаді, які працюють на R744. Централь №1 працює на температуру кипіння -40 °C , Централь №2 працює на температуру кипіння -35°C, Централь №3 працює на температуру кипіння -20 °C виключно на R744 у транскритичному режимі.

Для Централі №1: обираю 5 компресорів нижнього каскаду 4NSL-30K (один має частотне регулювання) відповідно до розрахунку системи на R744.

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Для Централі №2: обираю 2 компресори нижнього каскаду 4 NSL-30K (з частотним регулюванням) та 4TSL-20K.

Тепловий розрахунок холодильних циклів на $t_0 = -40^\circ\text{C}$ та $t_0 = -35^\circ\text{C}$

Теоретична потужність стискування визначається за формулою(9):

$$N_T = M_{KM1} \cdot (h_2 - h_1) \text{ кВт} \quad (9)$$

де:

M_{KM1} – масова витрата компресорів нижнього каскаду, кг/с.

Дійсна потужність компресорів визначається за формулою(10):

$$N_i = N_T / \eta_i \text{ кВт} \quad (10)$$

де:

η_i – індикаторний коефіцієнт компресора, приймаю 0,8.

Теплове навантаження на конденсатор нижнього каскаду визначається за формулою(11):

$$Q_{K1} = Q_{01} + N_i \text{ кВт} \quad (11)$$

де:

Q_{01} – холодопродуктивність нижнього каскаду, кВт;

N_i – дійсна потужність компресорів, кВт.

Масова витрата складає: для Централі №1 – 1,47 кг/с, для Централі №2 – 0,65 кг/с. Дані розрахунку зважу в Таблицю 8.

Таблиця 8. Розрахунок COP для каскадної R744/R717 системи.

Величина, що визначається, розмірність	Централь №1		Централь №2	
	Нижній каскад	Верхній каскад	Нижній каскад	Верхній каскад
Теоретична потужність стискування, кВт	68,5	-	21,7	
Дійсна (індикаторна потужність), кВт	54,83	-	17,4	
Теплове навантаження на конденсатор, кВт	402,83	-	172,4	
Холодопродуктивність верхнього каскаду, кВт; $Q_{02} = Q_{к1}$	-	402,83	-	172,4
Холодопродуктивність системи, кВт	348		155,1	
Обрані моделі компресорів; кількість, шт..	4 NSL-30K, 5	OSNA8571 – K, 3	4 NSL-30K, 1; 4TSL-20K, 1	OSNA7472-K, 2
Загальне електроспоживання двигунів, кВт	72,4	188,1	23,7	74,2
COP	1,33		1,58	

Для Централі №3: обираю 2 компресори 2КТЕ-5К.

COP - 1,24

Для всіх систем розраховую транскритичну Централь №4, яка працює на температуру кипіння -5 °С. Обираю 2 компресори 4КТЕ-12К (Додаток 12.1)

COP (coefficient of performance) – це коефіцієнт, який відображає отриману холодопродуктивність системи у порівнянні з затраченою

електроенергією, в даних розрахунках враховує лише електроспоживання компресорів і холодопродуктивність системи без застосування допоміжного обладнання (крім системи на CO₂, вона не буде оптимально працювати без додаткового охолодження на стороні всмоктування середньої ступені). Таким чином при застосуванні насосно-циркуляційної подачі системи, холодопродуктивність зросте приблизно на 20%, також з'являться додаткові витрати електроенергії на споживання насосів.

Для порівняння енерго-економічних показників застосовую R717 в якості еталонного холодильного агенту.

R744 чи R717

Одна з основних проблем порівняння полягає у застосуванні R744 виключно на базі поршневих компресорів, оскільки гвинтові ще не надійшли в масовий обіг, в той час як R717 у даній роботі використовується на базі саме гвинтових компресорів. Відомо, що в системах (120+ кВт) бажано використовувати саме гвинтові компресори, це обумовлено більш високим КПД і більшою зносостійкістю системи.

Досконалість системи на CO₂ можна підвищити за рахунок застосування мульти-ежекторів і рекуперації тепла, але відомо, що ежектори ефективні тільки у холодні пори року при цьому збільшуючи ефективність системи на 10-15% при великих капітальних вкладеннях.

Холодозабезпечення ФТА, Камери №6 та тамбуру: навантаження на конденсатор (газоохолоджувач для CO₂) у системі на CO₂ становить 702 кВт, в той час як у системі на R717 – 405 кВт, що майже у 2 рази більше, ніж у системі на R744, доцільність застосування системи з такою

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

різницею теплообмінної площі може бути обумовлена тільки при застосуванні рекуперації на стороні високого тиску.

Відомо, що зі сторони високого тиску можна отримати понад 200 кВт теплової енергії на власні потреби (горяче водопостачання, теплий пол, обігрів рампи для зменшення вологості у приміщенні і відповідно інфільтрації волого повітря в камери та інше), тим не менш в моєму проекті на передбачено застосування обігріву за рахунок роботи холодильної системи.

COP R744 на 22,76% менше за R717, не враховуючи застосування насосної подачі до камерного обладнання. Такі показники пояснюються значно кращими термодинамічними показниками у порівнянні з R744.

Отже, застосування системи на CO₂ в суто низькотемпературному холоді при заданих потужностях, не є ефективним у порівнянні з R717, про це свідчить менша енергоефективність системи при більшій кількості допоміжного обладнання, дуже велике навантаження на газоохолоджувач, що у подальших розрахунках вплинуло б на встановлення більш потужних водяних насосів та привело до збільшення теплообмінної площі водяного газоохолоджувача і градирні. Такі показники обумовлені технічною недосконалістю, а саме використання великої кількості поршневих компресорів замість декілька гвинтових, та значно гіршими термодинамічними показниками у порівнянні з R717.

R507 чи R717

Одна з головних проблем застосування R507 є неперспективне застосування у вигляді поступового зростання ціни на холодоагент, такий зріст обумовлений політикою ООН стосовно застосування фторовмістних

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

холодоагентів. Інша проблема полягає у застосуванні системи на R717 більш ефективною, якщо порівняти їх COP, різниця становитиме ~20% у користь R717. Використання системи на R507 може бути обумовлене при використанні значно менших капітальних вкладень і можливого меншому строку окупності підприємства.

R744/R717 чи R717

Головною проблемою застосування R717 є високі капітальні вкладення, та норми, які регламентуються державою. Це призводить до необхідності створення штатного персоналу, який буде доглядати за такою системою, створення заходів безпеки, запобіжних заходів, можливих втрат продукції при витокі в холодильних камерах. Відсутність можливості застосування мідних/латунних матеріалів створює умови для застосування більших по своїй теплообмінній площі теплообмінників, складність монтажу і експлуатації.

Каскадна система R744/R717 здатна в більшості вирішити ці проблеми у вигляді зосередження аміачного контуру у машинному відділенні, таке рішення дасть змогу зменшити рівень небезпеки аміачної системи і супутні проблеми, які викликаються при застосуванні суто аміачного контуру.

Крім цього, використання R744 у субкритичному режимі не має тих недоліків, які з'являються при застосуванні R744 у транскритичному режимі, а саме низької енергоефективності, застосування спеціальних схематичних рішень, наявності великих тисків у системі (від 80 бар)

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Також, головна з переваг такої системи є більший COP навіть у порівнянні з аміачною системою (на 7,5% більше при -40 кипіння та на 11% більше при -35 кипіння)

Висновки

У зв'язку з вищеприведеними перевагами та недоліками застосування різних схематичних рішень, через більший COP та іншими приведеними перевагами, у своєму проекті я вважаю за доцільним використання каскадної системи на R744 у нижньому каскаді та R717 у верхньому каскаді. Відповідні проектні розрахунки проводяться саме для цієї системи.

Розрахунок повітроохолоджувачів

Повітроохолоджувач один з основних елементів обладнання холодильної машини, який необхідний для підтримання необхідної температури на всіх ділянках камери. Повітроохолоджувачі були обрані за програмою myGPC, фірми Guntner.

Користуючись температурними режимами, холодопродуктивністю, довжини камери, та беручи від 15% резерву поверхні були обрані наступні повітроохолоджувачі (технічні характеристики розміщено у Додатку 13):

Камери №1-№5 – GACV CX 045.2FN/2A-70.H-1GXZ.0CJM, по 2 одиниці обладнання на кожну камеру.

Камера №6 – GADC CX 035.2/1WN/FDA7E.TNNN.

Тамбур - GADC CX 035.2/2WN/HEA7E.TNNN.

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Камера №7 і №8 – GACV CX 031.1FE/4A-70.A-18VU.0CHM

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

Розрахунок водяного конденсатора

Для забезпечення роботи холодильної машини необхідно встановити конденсатори.

Для підбору водяного конденсатора необхідно провести розрахунок необхідної теплообмінної площі, для цього розраховую середню логарифмічну різницю температур за формулою (12):

$$\theta_{\text{ср}} = (\theta_{\text{б}} - \theta_{\text{м}}) / (2,31 \lg(\theta_{\text{б}}/\theta_{\text{м}})) \text{ К} \quad (12)$$

де:

$\theta_{\text{б}}$ – різниця температур на початку теплопередаючої поверхні (більша різниця температур), складає $80 - 31 = 49$;

$\theta_{\text{м}}$ – різниця температур на кінці теплопередаючої поверхні (менша різниця температур), складає $34 - 27 = 7$.

$$\theta_{\text{ср}} = (49 - 7) / (2,31 \lg(49/7)) = 21,6 \text{ К}$$

Площу теплопередаючої поверхні розраховую за формулою (13):

$$F = (Q_{\text{к}} * 1000) / (k * \theta_{\text{ср}}) \text{ м}^2 \quad (13)$$

де:

k – коефіцієнт теплопередачі конденсатора, для аміачних горизонтальних кожухотрубних, складає $1000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 * \text{К})$.

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Для Централі №1:

$$F = (483 * 1000) / (1000 * 21,6) = 22,36 \text{ м}^2$$

Обираю найближчий за потужністю кожухотрубний конденсатор КТГ-25.

Для Централі №2:

$$F = (193 * 1000) / (1000 * 21,6) = 8,9 \text{ м}^2$$

Обираю найближчий за потужністю кожухотрубний конденсатор КТГ-10.

Для Централі №3:

Обираю пластинчатий теплообмінник В10Тх62 порашований в програмному забезпеченні SSP фірми SWEP(Додаток 15).

Для Централі №3:

Обираю пластинчатий теплообмінник В12Нх66 порашований в програмному забезпеченні SSP фірми SWEP(Додаток 15.1).

Розрахунок випарника-кондесатора

Для забезпечення функціонування двокаскадної системи, необхідно обрати теплообмінник, який буде слугувати випарником для верхнього каскаду(R717) і, водночас, конденсатором для нижнього каскаду(R744).

Обираю теплообмінники фірми Alfa Laval моделі PHE M10-BW(Додаток 16). Ці теплообмінники застосовуються у каскадних холодильних машинах R744/R717 (Рис. 2).

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Рис. 2. Показники використання пластинчатих теплообмінників M10-BW у каскадних існуючих системах.

EquipmentType	Equipment	Country	FlowRateHot	FlowRateCold	FluidHot	FluidCold	HeatLoad	DesignPressHot	DesignPressCold	TotalPlates	TempOutHot	TempInCold
PHE	MK15 BW	Germany	11590	3116	Carbon dioxide	Ammonia	950	40	16bar	422	-7	-10°C
PHE	MK15 BW	Germany	11590	3116	Carbon dioxide	Ammonia	950	40	16bar	422	-7	-10°C
PHE	MK15-BW	Germany	3,187	0,729	Carbon dioxide	Ammonia	800	40	16bar	386	-7	-10°C
PHE	MK15-BW	Germany	3,187	0,729	Carbon dioxide	Ammonia	800	40	16bar	386	-7	-10°C
PHE	M10-BW	Germany	3742	3388	Carbon dioxide	Propene	320	40	16barg	248	-7	-12°C
PHE	MK15-BW	Germany	1,551	0,456	Carbon dioxide	Ammonia	500	40	16bar	236	-7	-10°C
PHE	MK15-BW	Germany	2,366	0,883	Carbon dioxide	Ammonia	800	40	16bar	324	-7	-11°C
PHE	MK15-BW	Germany	2,366	0,883	Carbon dioxide	Ammonia	800	40	16bar	324	-7	-11°C
PHE	MK15-BW	Germany	10060	3092	Carbon dioxide	Ammonia	950	40	16bar	420	-10	-13°C
PHE	MK15-BW	Germany	5018	1904	Carbon dioxide	Ammonia	476	40	16bar	300	-5,5	-8,5°C
PHE	M10 BW	Greece	4136	1394	Carbon dioxide	Ammonia	350	40	16bar	174	-5	-10°C
PHE	TK20 BW	France	7232	2530	Carbon dioxide	Ammonia	630	40	16bar	236	-3	-7°C
PHE	MK15 BW	Belgium	1,638	0,575	Carbon dioxide	Ammonia	520	40	16bar	192	-6	-10°C
PHE	M10 BW	Netherlands	4841	1471	Carbon dioxide	Ammonia	435	52	17bar	272	-8	-12°C
PHE	M10 BW	Netherlands	4841	1471	Carbon dioxide	Ammonia	435	52	17bar	272	-8	-12°C
PHE	MK15-BW	Germany	7688	5472	Carbon dioxide	Ammonia	650	40	16bar	184	-3	-8°C
PHE	TK20 BW	France	12880	3770	Carbon dioxide	Ammonia	1067	50	12bar	550	-2	-5°C
PHE	MK15 BW	France	5194	1896	Carbon dioxide	Ammonia	480	40	16bar	292	-11	-13,3°C
PHE	M10-BW	Netherlands	1786	532,5	Carbon dioxide	Ammonia	153	40	19bar	134	-6	-10°C
PHE	M10-BW	Netherlands	1129	336,7	Carbon dioxide	Ammonia	97	40	19bar	82	-6	-10°C
PHE	M10-BW	Netherlands	1466	438,1	Carbon dioxide	Ammonia	126	40	19bar	108	-6	-10°C
PHE	M10-BW	Netherlands	4550	1057	Carbon dioxide	Ammonia	300	40	16barg	202	-2	-6°C
PHE	M10-BW	Netherlands	8724	2325	Carbon dioxide	Ammonia	578	40	16barg	402	-2	-6°C
PHE	MK15-BW	Netherlands	8268	2359	Carbon dioxide	Ammonia	600	40	20bar	204	-11	-15°C
PHE	MK15-BW	Netherlands	8268	2359	Carbon dioxide	Ammonia	600	40	20bar	204	-11	-15°C
PHE	M10-BW	Netherlands	7074	1981	Carbon dioxide	Ammonia	500	40	17barg	370	-8	-12°C
PHE	M10-BW	Netherlands	7074	1981	Carbon dioxide	Ammonia	500	40	17barg	370	-8	-12°C
PHE	M10-BW	Netherlands	5464	1500	Carbon dioxide	Ammonia	375	40	20barg	358	-5,5	-8,5°C
PHE	M10-BW	Netherlands	5464	1500	Carbon dioxide	Ammonia	375	40	20barg	358	-5,5	-8,5°C

Для замовлення теплообмінника з потрібною кількістю пластин необхідно розрахувати необхідну площу теплопередаючої поверхні за формулою (14):

$$F = (Q_k * 1000) / (k * \Delta t) \text{ м}^2 \quad (14)$$

де:

k – коефіцієнт теплопередачі пластинчатого теплообмінника, приймаю 3000 Вт/(м²*К);

Δt – середньоарифметична різниця температур(розраховується за формулою 15), К.

$$\Delta t = t_{k1} - ((t_1+t_2)/2) \text{ К} \quad (15)$$

де:

t_{k1} – температура конденсації нижнього каскаду (-20 °С);

t_1 і t_2 – температура R717 на вході та на виході з випарника-конденсатора, °C.

$$\Delta t = -20 - ((-25 - 21)/2) = 3 \text{ К}$$

Для Централі №1:

$$F = (403 * 1000) / (3000 * 3) = 45 \text{ м}^2$$

Для Централі №2:

$$F = (172 * 1000) / (3000 * 3) = 19 \text{ м}^2$$

Розрахунок масловіддільника

Щоб мастило не потрапляло в теплообмінне обладнання разом з холодоагентом необхідно забезпечити систему приладами відбору мастила з основного контуру і направлення його на контур змащування.

Для Централі №1 та №2 обираю масловіддільник у програмному забезпеченні Bitzer Software за розрахунковими даними компресорів і масовою продуктивністю, для Централі №1 обираю первинний масловіддільник моделі OA9111A та 2 вторинних масловіддільника OAS3088. Необхідність встановлення вторинних масловіддільників обумовлено нерозчинністю аміаку в мастилі, обрані масловіддільники також виконують функцію масляних ресиверів

Для Централі №2 обираю первинний масловіддільник OA4188A та вторинний масловіддільник OAS3088.

Характеристики аміачних масловіддільників наведені в Додатку 17.

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Для Централі №3 обираю масловіддільник відповідно до масової витрати на лінії нагнітання моделі BOS3-CDH-1ZFE (Додаток 18), він виконує функцію як масловіддільника так і масляного ресивера.

Для Централі №4 обираю масловіддільник BOS3-CDH-1ZFE.

Розрахунок мастилоохолоджувача

При стисненні холодоагенту в гвинтових компресорах мастило постійно нагрівається за рахунок відбору теплоти з роботи речовини, тому слід обрати мастилоохолоджувачі, які будуть підтримувати необхідні температурні умови циркулюючого мастила в системі і запобігати перегріву компресорів.

Відповідно до розрахунків компресорів у Bitzer Software на Централі №1 необхідна продуктивність мастилоохолоджувача 119 кВт, обираю 2 водяних мастилоохолоджувача OW860A(C) (Додаток 19). До Централі №2 обираю 1 мастилоохолоджувач OW860A(C).

Розрахунок двигуна зчеплення

У аміачних системах компресори виконуються відкритого типу, тому необхідно обрати для них двигуни зчеплення, які будуть забезпечувати функціонування роботи компресорів.

Для Централей №1 та №2 встановлюю двигун зчеплення типорозміру 280M відповідно до розрахунку компресорів у програмному забезпеченні Bitzer Software.

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Розрахунок трубопроводу

Розрахунок основних ділянок трубопроводів провозу в програмному забезпеченні “Coolselector” фірми Danfoss. Дані розрахунку звожу в Таблицю 9.

Таблиця 9. Розрахунок трубопроводу

Централь №1		
Ділянка трубопроводу	Обрана труба	Зовнішній діаметр труби, мм
Верхній каскад		
Нагнітання компресора	DIN-EN SS 40	40
Нагнітаючий колектор	DIN-EN SS 65	65
Лінія рідини	DIN-EN SS 32	32
Колектор всмоктування	DIN-EN SS 200	200
Всмоктування компресора	DIN-EN SS 100	100
Нижній каскад		
Нагнітання компресора	DIN-EN 28	28
Нагнітаючий колектор	DIN-EN 64	64
Лінія рідини	DIN-EN 54	54
Колектор всмоктування	DIN-EN 76	76
Всмоктування компресора	DIN-EN 35	35
Централь №2		
Ділянка трубопроводу	Обрана труба	Зовнішній діаметр труби, мм
Верхній каскад		
Нагнітання компресора	DIN-EN SS 40	40
Нагнітаючий колектор	DIN-EN SS 50	50
Лінія рідини	DIN-EN SS 32	32
Колектор всмоктування	DIN-EN SS 125	125
Всмоктування компресора	DIN-EN SS 80	80
Нижній каскад		
Нагнітання компресора	DIN-EN 28	28
Нагнітаючий колектор	DIN-EN 42	42
Лінія рідини	DIN-EN 28	28
Колектор всмоктування	DIN-EN 54	54

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР000.142.003.0007.2024РПЗ

Арк

49

Всмоктування компресора	DIN-EN 35	35
Рідинний трубопровід на камеру	DIN-EN 16	16
Всмоктувальний трубопровід з камери	DIN-EN 28	28

Продовження Таблиці 9.

Централь №3		
Ділянка трубопроводу	Обрана труба	Зовнішній діаметр труби, мм
Нагнітання компресора	DIN-EN SS 8	8
Нагнітаючий колектор	DIN-EN SS 10	10
Лінія газу високого тиску(після газоохолоджувача)	DIN-EN SS 8	8
Колектор всмоктування	DIN-EN 15	15
Всмоктування компресора	DIN-EN 8	8
Лінія флеш-газу	DIN-EN SS 8	8
Лінія рідини середнього тиску	DIN-EN SS 8	8
Рідинний трубопровід на камеру	DIN-EN 6	6
Всмоктувальний трубопровід з камери	DIN-EN 8	8
Рідинний трубопровід на тамбур	DIN-EN 8	8
Всмоктувальний трубопровід з тамбуру	DIN-EN 10	10
Централь №4		
Ділянка трубопроводу	Обрана труба	Зовнішній діаметр труби, мм
Нагнітання компресора	DIN-EN SS 10	10
Нагнітаючий колектор	DIN-EN SS 15	15
Лінія газу високого тиску(після газоохолоджувача)	DIN-EN SS 10	10

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР000.142.003.0007.2024РПЗ

Арк.

50

Колектор всмоктування	DIN-EN SS 20	20
Всмоктування компресора	DIN-EN 10	10
Лінія флеш-газу	DIN-EN SS 10	10
Лінія рідини середнього тиску	DIN-EN SS 10	10
Рідинний трубопровід на камеру	DIN-EN 10	10
Всмоктувальний трубопровід з камери	DIN-EN 10	10

Розрахунок градирні

Градирня необхідна для забезпечення охолодження циркулюючої води , яка подається на теплообмінне обладнання.

Для цього використовую рівняння теплового балансу для розрахунку кількості циркулюючої води (формула 16):

$$Q_k = G_B * (t_{B2} - t_{B1}) * c_B * \rho_B \text{ кВт} \quad (16)$$

де:

Q_k – загальне теплове навантаження на градирню, сума теплових навантажень від водяних конденсаторів і мастилоохолоджувачів, складає $29 + 483 + 119 + 193 + 47 + 69 = 940$, кВт;

G_B – кількість циркулюючої води, м³/с;

c_B – теплоємність води , складає 4,183 кДж/кг;

ρ_B – густина води, складає 996 кг/м³.

звідки:

$$G_B = Q_k / ((t_{B2} - t_{B1}) * c_B * \rho_B * 3600) \text{ м}^3/\text{Год}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР000.142.003.0007.2024РПЗ

Арк.

51

$$G_B = 188,15 \text{ м}^3/\text{год}$$

Обираю градирню фірми DALGAKIRAN серії “Radial” моделі ERRK 195, яка задовільняє вимогам теплового навантаження і об’єму циркуляції води.

Розрахунок водяних насосів

У даній холодильній установці необхідно встановити насос для забезпечення подачі води на кожен водяний теплообмінник, а саме: водяні конденсатори кожної централі та мастилоохолоджувачі. Використовуючи дані з розрахунку градирні, необхідна продуктивність насосів буде складати:

Для Централі №1: водяний конденсатор – 104,3 м³/год,
мастилоохолоджувач – 25,7 м³/год.

Для Централі №2: водяний конденсатор – 41,75 м³/год,
мастилоохолоджувач – 10,1 м³/год.

Для Централі №3: водяний конденсатор – 6,26 м³/год.

Необхідний напір складає ~ 15 метрів.

Обираю водяні насоси: для Централі №1: водяний конденсатор – Wilo VeroLine IPL 80/155-7.5/2 PN 10, мастилоохолоджувач – Wilo VeroLine IPL 40/130-2,2/2 PN 10;

Для Централі №2: водяний конденсатор – Wilo VeroLine IPL 65/120-3/2 PN 10, мастилоохолоджувач - Wilo VeroLine IPL 32/165-3/2 PN 10;

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Для Централі №3: водяний конденсатор - Wilo VeroLine IPL 32/125-1,1/2 PN 10.

Для Централі №4: водяний конденсатор - Wilo VeroLine IPL 32/125-1,1/2 PN 10.

Діапазони застосування обраних водяних насосів наведені в Додатку 21. До кожної ділянки встановлюються дублюючий (резервний насос).

Розрахунок лінійного ресивера

Лінійний ресивер необхідний для забезпечення безперервної подачі рідкого холодильного агента на камерне обладнання, і накопичення у ньому холодагента для проведення ремонтних робіт.

Ємкість лінійного ресивера приймається в обсязі 60% від випарного обладнання та максимальне його заповнення у розмірі 80% від загального об'єму ресивера. В умовах відсутності інформації характеристик випарного обладнання аміачної системи приймаю лінійний ресивер в обсязі 100% від заповнення конденсаційного обладнання, таке рішення дозволяє забезпечити необхідний внутрішній об'єм лінійного ресивера з певним запасом, оскільки заповнення аміаком конденсатора > заповнення аміаком випарника.

Обираю лінійні ресивери фірми Bitzer (Додаток 22) для аміачних контурів, і лінійні ресивери фірми ESK Schultze (Додаток 23) для контурів з R744 (ці ресивери здатні витримувати до 90 бар, що убезпечить експлуатацію системи у разі підвищення тисків)

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Для Централі №1 верхнього каскаду вона буде складати: 374 л – FS4002;

Для Централі №1 нижнього каскаду: 316 л – 2 ресивера SGS-250-PS90-V1.

Для Централі №2 верхнього каскаду: 158 л – FS1602;

Для Централі №2 нижнього каскаду: 138 л –SGS-165-PS90-V1.

Для Централі №3 в ресивері має бути змога накопичувати весь холодоагент зі сторони високого тиску для підвищення рівня безпеки системи, тому додається маса холодоагента, яка може заповнювати газоохолоджувач та мастиловіддільник: 20 л – встановлюю ресивер SGS-32W-CDM (25 л).

Для Централі №4 встановлюю ресивер SGS-32W-CDM (25 л).

Розрахунок віддільника рідини

Віддільник рідини встановлюється на лінії всмоктування і необхідний для захисту компресорів від вологого ходу. Обираю віддільник рідини відповідно до діаметрів всмоктуючих колекторів фірми GVN для R744 та виготовлені на замовлення на заводі компанії УКРСЕРТ для R717. Технічні характеристики віддільників рідини наведені у Додатку 24.

Для Централі №1 верхнього каскаду: ОЖ-200

Для Централі №1 нижнього каскаду: SLA.33b.80.32.F4

Для Централі №2 верхнього каскаду : ОЖ-125

Для Централі №2 нижнього каскаду: SLA.33b.54.13

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Для Централі №3: SLA.33b.16.1,7.

Для Централі №4: SLA.33b.16.1,7.

Розрахунок фільтрів

На кожен систему ставлю по 2 фільтри: на всмоктуванні (грубої очистки) та лінії рідини високого тиску (антикислотний фільтр) з метою запобігання потрапляння небажаних речовин у теплообмінне та компресорне обладнання, які будуть сприяти зниженню ефективності системи і поломці обладнання. Розрахунок і підбор провожу в програмному забезпеченні "Coolselector" фірми Danfoss.

Для Централі №1 верхнього каскаду: на лінії всмоктування – FIA 200-250 straight-p з відповідною вставкою (Додаток 25), на лінії рідини – FIA 65-250 straight-p.

Для Централі №1 нижнього каскаду: на лінії всмоктування – FIA-65B 80-150 angle, на лінії рідини – FIA-65B 65-150 angle.

Для Централі №2 верхнього каскаду : на лінії всмоктування – FIA 125-250 straight-p, на лінії рідини – FIA 50-250 straight-p.

Для Централі №2 нижнього каскаду: на лінії всмоктування – FIA-65B 65-150 angle, на лінії рідини – FIA-65B 50-150 angle

Для Централі №3: на лінії всмоктування – FIA-65B 15-150 angle, на лінії рідини(середнього тиску) – FIA-65B 15-150 angle.

Для Централі №4: на лінії всмоктування – FIA-65B 20-150 angle, на лінії рідини(середнього тиску) – FIA-65B 15-150 angle.

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Вибір віброгасників, вентилів і клапанів

Провожу розрахунок необхідного трубного обладнання холодильного контуру, яке обумовлює безпечну і зручну роботу системи в програмному забезпеченні “Coolselector” фірми Danfoss.

Віброгасники встановлюю на стороні нагнітання для кожного компресора і також на стороні всмоктування для компресорів на R744.

Запірну арматуру встановлюю з обох сторін такого обладнання: конденсатор/газоохолоджувач, випарник, лінійний ресивер, фільтри .

Зворотні клапани встановлюю на нагнітанні (на виході з компресорів), перед конденсатором/газоохолоджувачем, перед лінійним ресивером (для R744). Діаметр арматури обираю відповідно до діаметру трубопроводу на обраній ділянці.

Для Централі №1 верхнього каскаду:

запорні вентиля: конденсатор – SVA 65 straight (на вході), SVA 40 straight (на виході); випарник - SVA 40 straight (на вході), SVA 200 straight (на виході); ресивер - SVA 40 angle (на вході/виході); фільтр на всмоктуванні - SVA 200 straight (на вході та виході); фільтр рідинний - SVA 40 straight (на вході та виході).

зворотні клапани: вихід з компресора – CHV 40 angle; перед конденсатором - CHV 65 angle.

Для Централі №1 нижнього каскаду:

запорні вентиля: конденсатор – SVA 65 straight (на вході), SVA 54 straight (на виході); випарник - SVA 54 straight (на вході), SVA 76 straight

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

(на виході); ресивер - SVA 54 angle (на вході/виході); фільтр на всмоктуванні - SVA 76 straight (на вході та виході); фільтр рідинний- SVA 54 straight (на вході та виході).

віброгасники:на всмоктуванні – Castel 7690/11, на нагнітанні – Castel 7690/M28.

зворотні клапани: вихід з компресора – CHV-65B 32 angle; перед конденсатором - CHV-65B 65 angle, перед ресивером - CHV-65B 54 angle.

Для Централі №2 верхнього каскаду:

запорні вентиля: конденсатор - SVA 50 straight (на вході), SVA 32 straight (на виході); випарник - SVA 32 straight (на вході), SVA 125 straight (на виході); ресивер - SVA 32 angle (на вході/виході); фільтр на всмоктуванні - SVA 125 straight (на вході та виході); фільтр рідинний - SVA 32 straight (на вході та виході).

зворотні клапани: вихід з компресора – CHV 40 angle; перед конденсатором - CHV 50 angle.

Для Централі №2 нижнього каскаду:

запорні вентиля: конденсатор – SVA 40 straight (на вході), SVA 32 straight (на виході); випарник (на кожну камеру) - SVA 15 straight (на вході), SVA 32 straight (на виході), рідинний колектор - SVA 32 straight, всмоктувальний колектор - SVA 65 straight; ресивер - SVA 32 angle (на вході/виході); фільтр на всмоктуванні - SVA 65 straight (на вході та виході); фільтр рідинний- SVA 32 straight (на вході та виході).

віброгасники:на всмоктуванні – Castel 7690/11, на нагнітанні – Castel 7690/M28.

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змін	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

зворотні клапани: вихід з компресора – CHV-65B 32 angle; перед конденсатором - CHV-65B 50 angle, перед ресивером - CHV-65B 32 angle.

Для Централі №3:

запорні вентиля: газоохолоджувач – GBCT 10s (вхід/вихід), випарник – GBC 45 10s v2 (лінія рідини/всмоктування тамбур), GBC 45 6s v2 (лінія рідини Камери №6), GBC 45 10s v2 (лінія всмоктування Камери №6) , всмоктуючий колектор - GBC 45 16s v2, рідинний колектор - GBC 45 10s v2, лінійний ресивер - GBCT 10s (вхід/вихід), фільтр всмоктування - GBC 45 16s v2, рідинний фільтр - GBC 45 10s v2.

віброгасники: на всмоктуванні – Castel 7690/M10 , на нагнітанні – ABR Components AN0105230AC120.

зворотні клапани: вихід з компресора – NRVT 10s; перед газоохолоджувачем - NRVT 10s, перед ресивером - NRVT 10s.

Для Централі №4:

запорні вентиля: газоохолоджувач – GBCT 10s (вхід/вихід), випарник – GBC 45 10s v2 (лінія рідини/всмоктування Камера №7 та №8), всмоктуючий колектор - GBC 45 20s v2, рідинний колектор - GBC 45 10s v2, лінійний ресивер - GBCT 10s (вхід/вихід), фільтр всмоктування - GBC 45 20s v2, рідинний фільтр - GBC 45 10s v2.

віброгасники: на всмоктуванні – Castel 7690/3 , на нагнітанні – ABR Components AN0105230AC120.

зворотні клапани: вихід з компресора – NRVT 10s; перед газоохолоджувачем - NRVT 10s, перед ресивером - NRVT 10s.

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Розрахунок дросельного пристрою

В якості дросельного пристрою в системі використовуються електронні шагові розширювальні вентиля пораховані в програмному забезпеченні “Coolselector” фірми Danfoss.

Централь №1: аміачний контур – ICM 20-B66 , ФТА – ССМТ 42;

Централь №2: аміачний контур – ICM 20-A, Камера №1-5 – АКВ 15-2 на кожний;

Камера №6 – АКВ 10P6;

Тамбур – АКВ 10P7;

Централь №3 : після газоохолоджувача – ССМТ 3L, байпасна лінія газу – ССМТ 2;

Камера №7 - АКВ 10P8;

Камера №8 - АКВ 10P8;

Централь №4 : після газоохолоджувача – ССМТ 5L, байпасна лінія газу – ССМТ 4.

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

1.10 Робота схеми

Охолодження/заморожування продукції в двокаскадній системі

розпочинається із запуску системи водяного охолодження аміачного контуру, водяними насосами вода перекачується через градирню, де вона охолоджується (через байпасну систему у зимній період), і холодна вода потрапляє у водяні конденсатори і мастилоохолоджувачі. Після цього, приводиться у роботу аміачні компресори, які нагнітають гарячі пари аміаку у водяний конденсатор через мастиловіддільник, де вони конденсуються, і рідина надходить у лінійний ресивер. Аміак у рідинному стані подається з лінійного ресивера через електронний шаговий розширювальний вентиль у конденсатор випарник, в якому він випаровується за рахунок конденсування гарячих парів вуглекислого газу і холодні пари всмоктуються гвинтовими компресорами через віддільник рідини, в якому накопичується невикпарована рідина. При проходженні аміачних парів через гвинтові компресори, вони охолоджуються холодним мастилом, яке надійшло з мастилоохолоджувачів.

Водночас, при досягнення необхідних температурних умов у випарнику-конденсаторі, запускається CO₂ система, яка приводиться до роботи пуском поршневих компресорів, які нагнітають гарячі пари CO₂ через випарник-конденсатор, де вони конденсуються і в рідинній фазі потрапляють в лінійний ресивер. З лінійного ресивера рідкий CO₂ подається на камерне обладнання через електронні розширювальні вентиля, в яких він відбирає теплоту від повітря в камерах, випаровується і всмоктується компресорами через віддільник рідини.

Охолодження/заморожування продукції в транскритичній системі розпочинається з того, що запускаються поршневі компресори, нагнітають гарячі пари CO₂ у газоохолоджувач. Звідти виходить

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

охолоджений газ, який дроселюється у регуляторі тиску газу і надходить у вигляді паро-рідинної суміші у лінійний ресивер. В ресивері рідина надходить на камерне обладнання, в якому відбирає теплоту з камерного повітря, випаровується і всмоктується компресорами через віддільник рідини. Газ CO₂, який накопичується в лінійному ресивері надходить у колектор всмоктування через перепускний клапан байпасної лінії, змішується з газом, яке надійшло з камерного обладнання, і суміш всмоктується поршневыми компресорами.

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.

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змін	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

1.11 Механізація ВТРС робіт.

В проекті плодоовочева продукція надходить на автомобільну платформу в пластикових контейнерах, які розташовані на піддонах. Далі контейнери переміщують до цеху обробки . Для переміщення вантажів на підприємстві будуть працювати електроштабелери ВТСРЕ 140 фірми «Toyota» в кількості трьох штук оснащені платформами для оператора, акумулятором великої місткості, з швидким і плавним ходом.

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змін	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

1.12 Основні положення техніки безпеки

На охорону праці в рік виділяється 30000 грн. За технікою безпеки рівень шуму в машинному не має перевищувати 80 дБ. В машинному відділенні температура не може бути нижчою за 16 °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 та R717, який при малих концентрація може викликати токсичне отруєння та ураження слизистих частин людини, машинне відділення, та усі приміщення в яких встановлене холодильне обладнання монтується аварійні витяжки з кратністю повітрообміну 8 (яка працює сумісно з витяжною вентиляцією). Відповідно встановлені давачі концентрації аміаку (біля витяжки) і вуглекислого газу (біля підлоги) в повітрі. Кожного року вони мають проходити перевірку.

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

1.13 Заходи по захисту навколишнього середовища

До заходів захисту навколишнього середовища можна віднести наступні положення:

- Природній холодильний агент, який має мінімальні впливи на озоновий шар і глобальне потепління.
- Теплоізоляція, що при переробці не шкодить навколишньому середовищу.
- Завдяки товстішому шару ізоляції на роботу установки менше витрачається електроенергії.
- Сучасне економічне обладнання яке споживає малу кількість електроенергії враховуючи потреби холодокомбінату, тобто електростанції менше споживають корисних копалин та менше викидають шкідливих речовин в навколишнє середовище.

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

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.

					КР000.142.003.0007.2024			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Яртим О.О.			Електрична частина	Лім.	Арк.	Аркушів
Перевір.		.Грищенко Р.В.					65	93
Н. Контр.		.			НУХТ ХМ-2-8М			
Затверд.		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:

$$\tau = \tau_1 * 10 \text{ год} \quad (17)$$

де:

τ_1 – час максимального навантаження однієї камери, год;

10 – кількість максимальних навантажень на одну камеру за рік.

$$\tau = 24 * 10 = 240 \text{ год}$$

Сумарне електричне навантаження обладнання складає 562 кВт.

За отриманого часу, заданого вольтажу і потужностей, також враховуючи 30% запас, оптимальним діаметром поперечного

									Арк.
									66
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КР000.142.003.0007.2024РПЗ				

перерізу струмопровідної жили кабелю є – 70 мм. Отже, приймаю кабель, який надходить до холодильної машини ВВГ 4х70.

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
						67
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 АВТОМАТИЗАЦІЯ

Автоматизація холодильної частини установки здійснюється контролерами Carel pRack pR300. Він може керувати централями: 1 лінією з гвинтовими компресорами, або двома гвинтовими/поршневыми компресорами.

Його основні функції:

1. Керувати інверторами Bitzer, які розташовані на компресорах.
2. Візуально сповіщує про стан системи і призупиняє її роботу при виникненні аварійних ситуацій таких як: аварія низького тиску, аварія високого тиску, аварія низького рівня мастила/холодоагенту в системі, аварія тиску змащування.
3. Для гвинтових компресорів регулює об'єм подачі холодоагенту на компресор.
4. Подає сигнали на пуск/вимикання компресорів.

Для камерного обладнання встановлюю контролери фірми Danfoss АК СС 55. Він потрібен для:

1. Керування рівнем відкриття ЕРВ тим самим регулювати перегрів у системі.
2. Контролю час та інтервал відтаювання.
3. Подачі сигнали на роботу вентиляторів, запуск/призупинення подачі холодоагенту на камеру.
4. Візуального відображення температури всередині камери.

					КР000.142.003.0015.2024РПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Яртим О.О.			Автоматизація	<i>Літ.</i>	<i>Арк</i>	<i>Ар унів</i>
<i>Перевір.</i>		Грищенко Р.В.					68	93
<i>Н. Контр.</i>		.				НУХТ ХМ-2-8М		
<i>Затверд.</i>		Петренко В.П.						

4 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЧАСТИНИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

Вихідні данні

Таблиця 10. Вихідні дані для економічного розрахунку

Параметри		Q _o , кВт.	
Холодопродуктивність, Q _o (t ₀ = -20°C)		16	
Холодопродуктивність, Q _o (t ₀ =-40°C)		348	
Холодопродуктивність, Q _o (t ₀ =-35°C)		155	
Холодопродуктивність, Q _o (t ₀ =-5°C)		46	
Споживання електроенергії		Кількість, шт.	Нел, кВт.
Компресор Bitzer 4NSL-30K		6	79,2
Компресор Bitzer 4TSL-20K		1	8,9
Компресор Bitzer 2KTE-5K		2	11
Компресор Bitzer OSNA8571-K		3	188,2
Компресор Bitzer OSNA7472-K		2	74,3
Компресор Bitzer 4KTE-12K		2	21,6
Повітроохолоджувач GACV CX 045.2FN/2A- 70.H-1GXZ.0CJM	Вентилятор	10	4,7
	ТЕН		60
Повітроохолоджувач GADC CX 035.2/1WN/FDA7E.TN NN	Вентилятор	1	0,16
	ТЕН		2,2
Повітроохолоджувач GADC CX 035.2/2WN/HEA7E.TN NN	Вентилятор	1	0,17
	ТЕН		6,2

					КР000.142.003.0007.2024РІЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Яртим О.О.				Економічна частина	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Грищенко Р.В.						69	93
Н. Контр.	.				НУХТ ХМ-2-8М			
Затверд.	Петренко В.П.							

Продовження Таблиці 10.

Споживання електроенергії		Кількість, шт.(м)	Нел, кВт (загальне)
Повітроохолоджувач GACV CX 031.1FE/4A- 70.A-18VU.0CHM	Вентилятор	2	0,39
	ТЕН		2
Флюїдизаційний тунель шокового заморожування IQF UNIDEXa		1	94
Градирня ERRK 195		1	16
Насос Wilo VeroLine IPL 80/155-7.5/2 PN 10		2	7,5
Насос Wilo VeroLine IPL 40/130-2,2/2 PN 10		2	2,2
Насос Wilo VeroLine IPL 65/120-3/2 PN 10		2	3
Насос Wilo VeroLine IPL 32/165-3/2 PN 10		2	3
Насос Wilo VeroLine IPL 32/125-1,1/2 PN 10		4	2,2
Вартість обладнання		Кількість, шт.	Вартість, грн. (загальна)
Компресор Bitzer 4NSL-30K		6	1 577 280
Компресор Bitzer 4TSL-20K		1	150 930
Компресор Bitzer 2KTE-5K		2	164 000
Компресор Bitzer OSNA8571-K		3	1 599 000
Компресор Bitzer OSNA7472-K		2	680 764
Компресор Bitzer 4KTE-12K		2	492 000
Повітроохолоджувач GACV CX 045.2FN/2A-70.H-1GXZ.0CJM		10	3 075 000
Повітроохолоджувач GACV CX 031.1FE/4A-70.A-18VU.0CHM		2	278 800

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР000.142.003.0007.2024РПЗ

Арк.

70

Продовження Таблиці 10.

Вартість обладнання	Кількість, шт.	Вартість, грн. (загальна)
Повітроохолоджувач GADC CX 035.2/1WN/FDA7E.TNNN	1	120 950
Повітроохолоджувач GADC CX 035.2/2WN/HEA7E.TNNN	1	237 800
Флюїдизаційний тунель шокового заморожування IQF UNIDEXa	1	8 200 000
Градирня ERRK 195	1	1 200 000
Кожухотрубний конденсатор КТГ-25	1	300 000
Кожухотрубний конденсатор КТГ-10	1	150 000
Пластинчатий теплообмінник SWEP B10Tx62	1	25 000
Випарник-конденсатор Alfa Laval моделі PHE M10-BW	2	2 500 000
Первинний масловіддільник OA9111A	1	240 000
Вторинний масловіддільник OAS3088	2	384 000
Первинний масловіддільник OA4188A	1	188 800
Вторинний масловіддільник OAS3088	1	193 600
Масловіддільник BOS3-CDH-1ZFE	2	164 000
Водяний мастилоохолоджувач OW860A(C)	3	900 000
Лінійний ресивер FS4002	1	134 000
Лінійний ресивер SGS-250-PS90-V1	2	300 000
Лінійний ресивер FS1602	1	120 000
Лінійний ресивер SGS-165-PS90-V1	1	130 000
Лінійний ресивер SGS-32W-CDM	2	80 000

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР000.142.003.0007.2024РПІЗ

Арк.

71

Продовження Таблиці 10.

Віддільник рідини ОЖ-200	1	40 000
Віддільник рідини SLA.33b.80.32.F4	1	10 000
Віддільник рідини ОЖ-125	1	25 000
Віддільник рідини SLA.33b.54.13	1	8 100
Віддільник рідини SLA.33b.16.1,7	2	4 200
Електронний розширювальний вентиль ICM 20-B66	1	35 000
Електронний розширювальний вентиль ССМТ 42	1	43 000
Електронний розширювальний вентиль ICM 20-A	1	30 000
Електронний розширювальний вентиль АКВ 15-2	5	85 000
Електронний розширювальний вентиль АКВ 10Р6	1	5 900
Електронний розширювальний вентиль АКВ 10Р7/Р8	3	17 600
Електронний розширювальний вентиль ССМТ 3L/5L	2	140 000
Електронний розширювальний вентиль ССМТ 2/4	2	132 800
Трубопровід мідний	600	700 000
Арматура/метізи		1 000 000
Загальна вартість обладнання		25 862 524

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР000.142.003.0007.2024РПЗ

Арк.

72

Таблиця 11. Вихідні дані для економічного порівняння.

Система R717		
Споживання електроенергії	Кількість, шт.	Нел, кВт.
Компресор Bitzer OSKA9583-K	3	278,7
Компресор Bitzer OSNA7462-K	4	120,8
Компресор Bitzer 4KTE-12K	2	21,6
Система R744		
Споживання електроенергії	Кількість, шт.	Нел, кВт.
Компресор Bitzer 4NSL-30K	6	81
Компресор Bitzer 6CTE-50K	10	417
Компресор Bitzer 4TSL-20K	1	10
Компресор Bitzer 4KTE-12K	2	21,6
Система R507		
Споживання електроенергії	Кількість, шт.	Нел, кВт.
Компресор Bitzer HSN8591-160-40P	3	297,7
Компресор Bitzer HSN8561-110-40P	2	167,2
Компресор Bitzer 22EES-4Y-40S	2	16
Компресор Bitzer 4KTE-12K	2	21,6

Кількість виробленого холоду

Розраховую кількість виробленого холоду за формулою:

$$Q_{п} = Q_{од} \cdot k_t \quad (18)$$

де:

$Q_{\text{п}}$ – приведенне виробництво холоду, кВт;

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

k_t – перевідний коефіцієнт відповідно до температури кипіння, для -40°C кипіння складає: 2,9, для -35°C кипіння: 2,4, для -20°C кипіння: 1,17, для -5°C кипіння: 0,75

Розрахунок кількості виробленого холоду:

$$Q_{\text{п}} = 348 * 2,9 + 155 * 2,4 + 16 * 1,17 + 45 * 0,75 = 1433 \text{ кВт.}$$

Загальну кількість виробленого холоду за рік розраховую за формулою:

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{п}} * 5400 \text{ кВт/рік.} \quad (19)$$

де:

$Q_{\text{п}}$ – продуктивність установки, кВт;

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

Розрахунок кількості виробленого холоду за рік:

$$Q_{\text{заг}} = 1433 * 5400 = 7\,738\,200 \text{ кВт/рік.}$$

										Арк.
										75
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

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 і 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 холодоагенту обчислюється за формулою:

$$V_{\text{сиров.}} = Ц * Н * 1,15 \text{ грн.} \quad (20)$$

де:

Ц – середня вартість 1 л холодоагенту (грн.);

Н – середньорічна норма витрат (л);

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

Розраховую вартість холодоагенту на рік:

$$V_{\text{сиров.}} = 55 * 820 * 1,15 = 51865 \text{ грн.}$$

		..			КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
		.				76
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стаття 2 Допоміжні витрати

В моєму проекті до допоміжні витрати відноситься тільки мастило і вода. Оскільки система герметична їх не потрібно доливати до системи раз в місяць вистачить одної заміни на рік.

Допоміжні витрати на розраховуються за формулою:

$$V_d = C_d \times N_m \text{ грн.} \quad (21)$$

де:

C_d – вартість 1 л мастила/1л води, грн.;

N_d – норма витрати мастила/води, норма витрат мастила складає - 0,5 для поршневих від загального об'єму мастила і 0,2 для гвинтових, норму витрат води приймаю у розмірі 10% від загального об'єму води у системі – 0,6 м³ за рік)

Розраховую витрати на мастило:

$$V_d = 4400 * 10 + 166 * 40 + 0,6 * 26,5 = 50656 \text{ грн.}$$

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:

$$W_{\text{техн.}} = N * K_3 * t \text{ к Вт/год} \quad (22)$$

де:

N – потужність електрообладнання;

K_3 – коефіцієнт запиту для споживачів електроенергії;

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
						77
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

t – час роботи споживача.

Розраховую витрати на електроенергію та звожу їх до Таблиці 12.

Таблиця 12. Відомість витрат електроенергії.

Споживач електроенергії	Марка, тип	Кіль - ть, шт.	Потуж ність, кВт	Кз	Час роботи при макс. Заванта - женні, год.	Витрати електрое нергії, кВт·год	
R744/R717 каскад	1.Компр есор	4NSL-30K	6	79,2	0,7	5400	299376
	2.Компр есор	4TSL-20K	1	8,9	0,7	5400	33642
	3.Компр есор	2KTE-5K	2	11	0,7	5400	41580
	4.Компр есор	OSNA8571- K	3	188,2	0,7	5400	711396
	5.Компр есор	OSNA7472-K	2	74,3	0,7	5400	280854
R717	1.Компр есор	OSKA9583- K	3	278,7	0,7	5400	1053486
	2.Компр есор	OSNA7462- K	4	120,8	0,7	5400	456624
R744	1.Компр есор	4NSL-30K	6	81	0,7	5400	306180
	2.Компр есор	6CTE-50K	10	417	0,7	5400	1576260
	3.Компр есор	4TSL-20K	1	10	0,7	5400	37800

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

КР000.142.003.0007.2024РПЗ

Арк.

78

Продовження Таблиці 12.

R507	1.Компресор	HSN8591-160-40P	3	297,7	0,7	5400	1125306
	2.Компресор	HSN8561-110-40P	2	167,2	0,7	5400	633906
	3.Компресор	22EES-4Y-40S	2	16	0,7	5400	60480
6.Компресор		4KTE-12K	2	21,6	0,7	5400	280854
1.Насос		Wilo VeroLine IPL 80/155-7.5/2 PN 10	2	7,5	0,7	5400	28350
2.Насос		Wilo VeroLine IPL 40/130-2,2/2 PN 10	2	2,2	0,7	5400	8316
3.Насос		Wilo VeroLine IPL 65/120-3/2 PN 10	2	3	0,7	5400	11340
4.Насос		Wilo VeroLine IPL 32/165-3/2 PN 10	2	3	0,7	5400	11340
5.Насос		Wilo VeroLine IPL 32/125-1,1/2 PN 10	4	1,1	0,7	5400	8316
1.Повітроохолоджувач		GACV CX 045.2FN/2A-70.H-1GXZ.0CJM	10	4,7	0,6	2400	6768
2.Повітроохолоджувач		GADC CX 035.2/1WN/FD A7E.TNNN	1	0,16	0,6	2400	230
3.Повітроохолоджувач		GADC CX 035.2/2WN/HE A7E.TNNN	1	0,17	0,6	3000	245
4.Повітроохолоджувач		GACV CX 031.1FE/4A-70.A-18VU.0CHM	2	0,39	0,6	3000	702

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР000.142.003.0007.2024РПІЗ

Арк.

79

Продовження Таблиці 12.

Споживач електроенергії	Марка, тип	Кіль - ть, шт.	Потуж ність, кВт	Кз	Час роботи при макс. Заванта - женні, год.	Витрати електрое нергії, кВт·год
Флюїдизаціон ий тунель шокового заморожуванн я	IQF UNIDEXa	1	94	0,7	5400	355320
Градирня	ERRK 195	1	16	0,7	5400	60480
ТЕНи повітроохолод жувачів	1	10	60	0,18	432	4666
	2	1	2	0,18	432	155,5
	3	1	6,2	0,18	432	482
	4	2	2	0,18	432	311
Разом:		R717/R744				1875209
		R717				2018471
		R744				2428601
		R507				2328053

Вартість споживаємої електроенергії обчислюється за формулою 22:

$$B_{c,el} = C_{el} * W_{техн} \text{ грн} \quad (22)$$

де:

C_{el} – тариф за 1 кВт год. електроенергії, грн.;

$W_{техн}$ – витрати електроенергії, кВт/год.

Розраховую вартість споживаної електроенергії для кожної системи, тариф для промислових підприємств 2 класу напруги складає 2,6 за 1 кВт*год в Закарпатській області урахуванням ПДВ.

Для R744/R717 каскадної системи витрати на електроенергію за рік становитимуть:

$$\text{Вс.ел} = 2,6 * 1875209 = 4875543 \text{ грн}$$

Для системи на R717 витрати на електроенергію за рік становитимуть:

$$\text{Вс.ел} = 2,6 * 2018471 = 5248024 \text{ грн}$$

Для системи на R744 витрати на електроенергію за рік становитимуть:

$$\text{Вс.ел} = 2,6 * 2428601 = 6314363 \text{ грн}$$

Для системи на R507 витрати на електроенергію за рік становитимуть:

$$\text{Вс.ел} = 2,6 * 2328053 = 6052938 \text{ грн}$$

Заробітню плату розраховую як місячну ставку працівників з врахуванням додаткової заробітної плати за рік. Визначаю за формулою 32:

$$\text{ЗП} = n * 1.4 * L * 12 \text{ тис. грн.} \quad (23)$$

		..			КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
		.				81
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$ЕСВ = ЗП \times 0,22 \text{ тис. грн.} \quad (24)$$

Розрахунки зведено до Таблиці №13.

Таблиця 13. 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	655,2	184,8	840
Холодильщик V Розряду	1	30	1,4	393,1	110,9	504
Холодильщик IV Розряду	1	20	1,4	262,1	73,92	336
Електрик V Розряду	1	20	1,4	262,1	73,92	336
Слюсар-ремонтник V Розряду	1	20	1,4	262,1	73,92	336
					Сума:	2352

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

КР000.142.003.0007.2024РПЗ

Арк.

82

Розрахунок непрямих витрат

Непрямі витрати – це витрати пов’язані з роботою компресорного цеху. Ці витрати відносяться на собівартість непрямо, а пропорційно основної ЗП основних робітників.

Стаття 7 Витрати на утримання та експлуатацію холодильних машин та установок.

До цих витрат відносять:

1. Амортизація холодильних машин та установок.
2. Амортизація приміщення компресорного цеху.
3. Поточний ремонт, інвентар, охорона праці, утримання будівель та обладнання.

Амортизацію холодильних машин та установок розраховую згідно методу прямолінійного списання згідно П(С)БО-7:

$$A_{\text{пр. спис.}} = (V_{\text{п}} - V_{\text{л}}) / (T_{\text{кор. викор}}) \text{ грн.} \quad (25)$$

де:

$V_{\text{п}}$ – первісна вартість основних засобів, грн.;

$V_{\text{л}}$ – ліквідаційна вартість основних засобів, грн.

Для холодильної споруди $V_{\text{л}}$ приймається 2% від $V_{\text{п}}$. Для холодильних машин, установок $V_{\text{л}}$ приймається 6% від $V_{\text{п}}$.

$$A_{\text{пр. обл}} = (24821524 - 24821524 * 0,06) / 10 = 2333223 \text{ грн.}$$

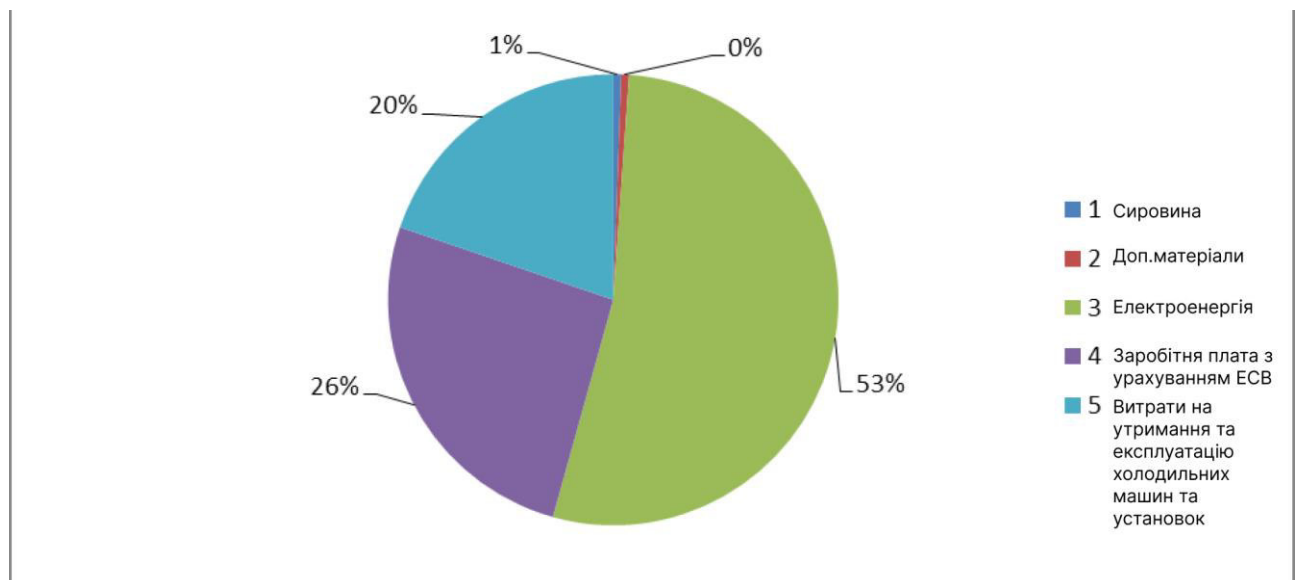
$$A_{\text{пр. прим.}} = (375840 - 375840 * 0,02) / 15 = 24555 \text{ грн.}$$

									Арк.
									83
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КР000.142.003.0007.2024РПЗ				

Таблиця 14. Планова калькуляція виробничої собівартості
виробленого холоду

Статті витрат	Сума, грн.	Питома вага, %.
1. Сировина	51865	0,382
2. Допоміжні матеріали	50656	0,823
3. Електроенергія	4875543 (R744/R717)	55,97
	5248024 (R717)	55,24
	6314363 (R744)	58,1
	6052938 (R507)	58,7
4. Заробітна плата з відрахуванням на ЕСВ	2352000	28,098
5. Витрати на утримання та експлуатацію холодильних машин та установок	1797767	14,719
6. Виробнича собівартість (п1 + п5)	9084903 (R744/R717)	100
	9500312(R717)	
	10566651(R744)	
	10305226(R507)	

Структура виробничої собівартості R744/R717 каскадної системи



Собівартість одиниці виробленого холоду розраховується за формулою:

$$C_{\text{од}} = \frac{\text{виробнича собівартість}}{\text{кількість виробленого холоду}} \text{ грн/кВт} \quad (26)$$

Розраховую собівартість одиниці виробленого холоду R744/R717 каскадної системи:

$$C_{\text{од}} = 9084903/7738200 = 1,2 \text{ грн/кВт}$$

Розраховую собівартість одиниці виробленого холоду для R717 системи:

$$C_{\text{од}} = 9500312/7738200 = 1,22 \text{ грн/кВт}$$

Розраховую собівартість одиниці виробленого холоду для R744 системи:

$$C_{\text{од}} = 10566651/7738200 = 1,36 \text{ грн/кВт}$$

Розраховую собівартість одиниці виробленого холоду для R507 системи:

$$C_{\text{од}} = 10305226/7738200 = 1,33 \text{ грн/кВт}$$

		..			КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
		.				86
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta\Pi = (\Pi_{\text{ох}} - C_{\text{од}}) * Q_{\text{заг}} \text{ грн} \quad (27)$$

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:

$$\Pi_{\text{ох}} = C_{\text{од}} * 3 \text{ грн.} \quad (28)$$

Розраховую ціну одиниці виробленого холоду:

$$\Pi_{\text{ох}} = 1,2 * 3 = 3,6 \text{ грн.}$$

Розраховую загальний плановий прибуток:

$$\Delta\Pi = (3,6 - 1,2) * 7560000 = 18\,144\,000 \text{ грн}$$

Чистий грошовий потік – це надходження коштів за певний період.

Визначається за формулою:

$$\text{ЧГП} = (\Delta\Pi * 0,82) + A \text{ грн} \quad (29)$$

		..			КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
		.				88
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:

$$\text{ЧГП} = (18144000 * 0,82) + 2357778 = 18360786 \text{ грн.}$$

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

Визначаю за формулою:

$$\text{ЧПД} = \text{СДВ} - \text{К} \text{ грн} \quad (30)$$

Сумарна дисконтована віддача розраховується за формулою:

$$\text{СДВ} = \sum_{t=1}^{10} \frac{\text{ЧГП}}{(1+p)^t} \text{ грн} \quad (31)$$

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%);

		..			КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
		.				89
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{СДВ} = \frac{18360786}{(1+0,25)^1} + \frac{18360786}{(1+0,25)^2} + \frac{18360786}{(1+0,25)^3} + \frac{18360786}{(1+0,25)^4} + \frac{18360786}{(1+0,25)^5} + \frac{18360786}{(1+0,25)^6} + \frac{18360786}{(1+0,25)^7} + \frac{18360786}{(1+0,25)^8} + \frac{18360786}{(1+0,25)^9} + \frac{18360786}{(1+0,25)^{10}} = 63585772 \text{ грн.}$$

Розраховую чистий приведений дохід:

$$\text{ЧПД} = 63585772 - 24873364 = 38712408 \text{ грн}$$

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

$$\text{ІД} = \text{СДВ}/\text{К} \quad (32)$$

Розраховую індекс дохідності:

$$\text{ІД} = 63585772/24873364 = 2,55$$

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

$$\text{ІР} = (\Delta\Pi \times 0,82)/\text{К} \quad (33)$$

Розраховую індекс рентабельності:

$$\text{ІР} = (18144000 * 0,82)/24873364 = 0,598$$

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
						90
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рентабельність холодильника 59,8%.

Дисконтований термін окупності визначається за формулою:

$$T_{\text{ок.д}} = \frac{K}{\text{СДВ}} * t \text{ роки} \quad (34)$$

Розраховую дисконтований термін окупності:

$$T_{\text{ок.д}} = \frac{24873364}{63585772} * 10 = 3,9 \text{ роки}$$

Таким чином враховуючи те, що термін повертання інвестицій знаходиться в межах життєвого циклу проекту – 3 роки і 11 місяців, індекс дохідності більше одиниці та складає 2,55 а чистий приведений дохід величина позитивна – 38712408 грн, проект будівництва ягідосховища є доцільним до впровадження.

		..			КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
		.				91
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Посібник проектування холодильників підприємств торгівлі та громадського харчування. Потапов С.Г.
2. Сайт <https://tur-pogoda.com.ua/ukraine/uzhgorod/july>
3. Сайт <http://gmc.uzhgorod.ua/AD/agrodecada.php>
4. Закон України «Про підприємства в Україні» К. 1991, доп. 1998
5. Закон України «Про оплату праці» К. 1995. доп. 1998
6. Закон України «Про оподаткування прибутку підприємств» 1998
7. Закон України «Про обов'язкові відрахування в державний пенсійний фонд» К 1996
8. 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

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Яртим О.О.			Список використаної літератури	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		Грищенко Р.В.					92	93
<i>Н. Контр.</i>		.				НУХТ ХМ-2-8М		
<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 дипломної роботи.

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

17. Наукова стаття

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610211043128>

18. Наукова стаття

https://www.researchgate.net/publication/233818311_R744-R717_Cascade_Refrigeration_System_Performance_Evaluation_compared_with_a_HFC_Two-Stage_System

					КР000.142.003.0007.2024РПЗ	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

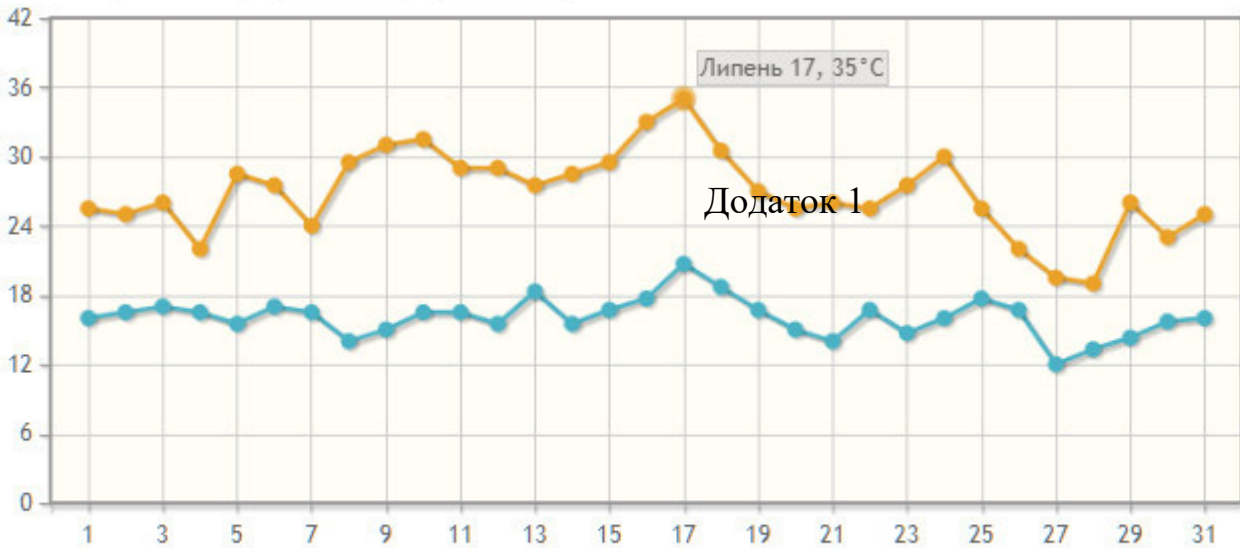
Додаток 1

Погода в Ужгороді по місяцях

- СІЧЕНЬ
- ЛЮТИЙ
- БЕРЕЗЕНЬ
- КВІТЕНЬ
- ТРАВЕНЬ
- ЧЕРВЕНЬ
- ЛИПЕНЬ
- СЕРПЕНЬ
- ВЕРЕСЕНЬ
- ЖОВТЕНЬ
- ЛИСТОПАД
- ГРУДЕНЬ

Температура повітря в липні, °C

Дані за:



Додаток 2

Агрометеорологічний бюлетень
по Закарпатській області
за третю декаду січня 2024 року



*Метеорологічні особливості третьої декади
січня 2024 року*

Початок і кінець декади визначався впливом виступу Азорського антициклону, решта часу визначалась впливом улоговини північного циклону та проходження фронтального розділу. Опали випадали переважно у вигляді мокрого снігу та снігу, в низинних районах-дощу. Відмічались тумани, ожеледиця на дорогах, на високогір'ї- слабка хуртовина.

Температура. Середня декадна температура повітря на більшій території області становила 3° морозу - 1° тепла, на високогір'ї 5° морозу, що більше норми на 1-2°. Аналогічного періоду минулого року було холодніше на 0-2°.

Максимальна температура повітря в денні години на території області підвищувалася до 1°морозу -7° тепла. Мінімальна температура повітря в найхолодніші ночі знижувалася до 5-15°морозу морозу. Поверхня ґрунту охолоджувалась до 4-19°морозу.

Середня відносна вологість повітря знаходилася в межах 75-85 %.

Опади випадали протягом 2-7-ти днів у вигляді дощів , мокрого снігу та снігу сумарною кількістю 49-132% декадної норми (12-29 мм).

Флюїдизаційні тунелі шокового заморожування IQF UNIDEX

Тунелі продуктивністю від 1000 до 3400 кг / год продукту.

Наша компанія займається підбором і поставкою тунелів для заморожування в псевдозрідженому шарі (IQF) фруктів і овочів, а також риби і морепродуктів, м'яса і птиці .

Багаторічний досвід в сфері холодопостачання та тісна співпраця з нашими зарубіжними партнерами дозволяє нам запропонувати нашим клієнтам , тунель нового покоління, в якому застосовані новітні технічні й технологічні рішення, що гарантують найвищу якість замороженого продукту, гігієну, безпеку і низькі експлуатаційні витрати.

В якості холодоагенту в тунелях серії М може використовуватися як аміак NH₃ (R717), так і фреон R404A, R 507.

Всі тунелі цієї серії можуть бути додатково обладнані УДС (Пристрій для видалення інею з випарників), що забезпечує більш тривалий робочий цикл між обмороженнями тунелів. У стандартній комплектації встановлений пульсатор, який підтримує ефект псевдозрідження та покращує якість замороженого продукту (IQF), а також зовнішня перша система промивання стрічки під час виробництва.

Таблиця морозостійкості в діапазоні температур

від + 20 ° С до -18 ° С для фруктів

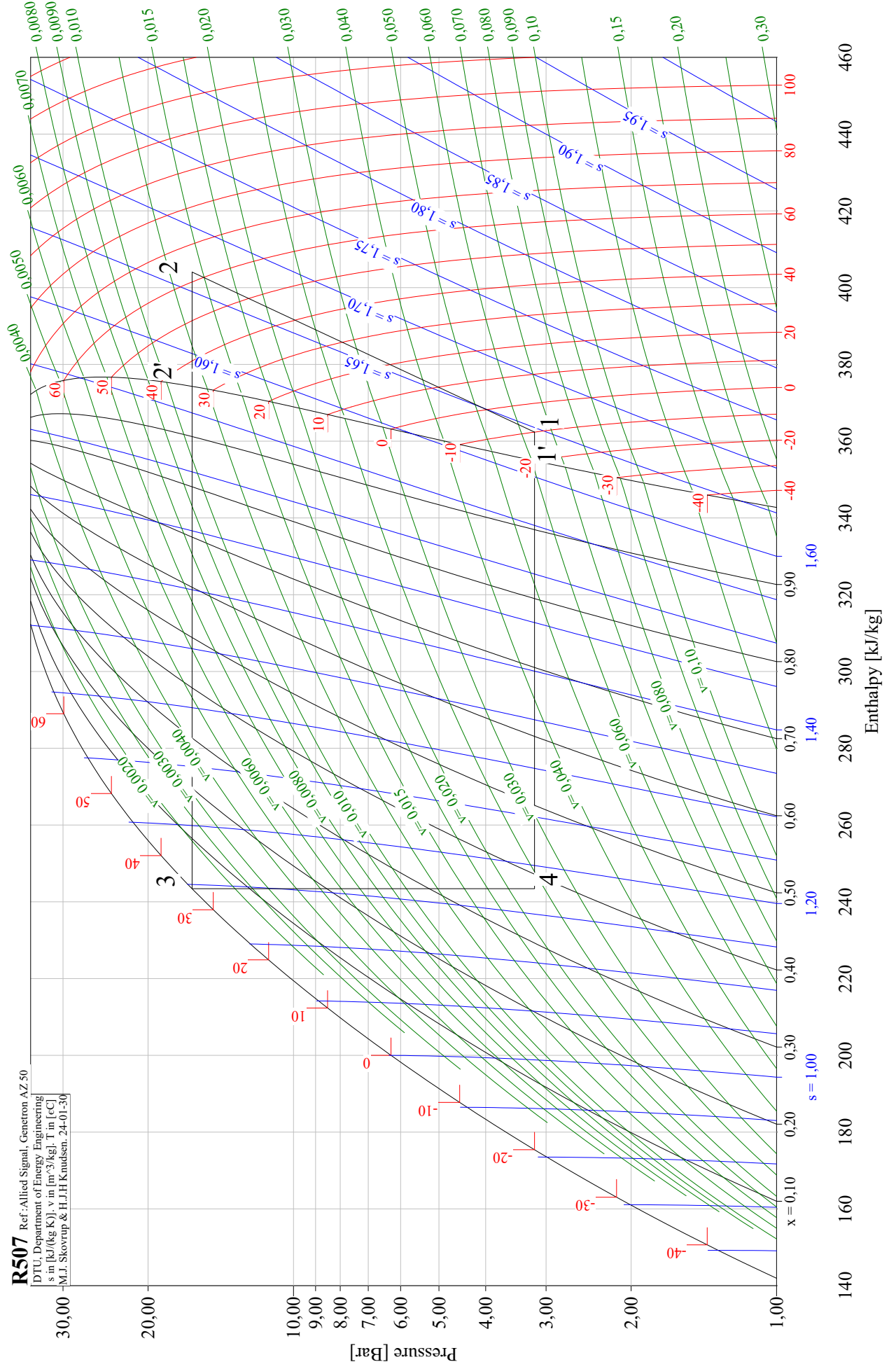
і від + 15 ° С до -18 ° С для овочів.

Асортимент	Серія М (модель)		
	TZF-1000M	TZF-1500M	TZF-2000M
ОВОЧІ			
Зелений горошок	1700	2500	3400
Броколі нарізати 30мм	1200	1750	2400
брюссельська капуста	1350	2000	2700
10мм кубічний цибуля	1050	1500	2050
квасоля зелена	1350	2000	2700
Цвітна капуста суцвіття 20-50мм	1200	1750	2400
Різати кукурудзу	1500	2200	3000
Морква 10мм кубик	1350	2000	2700
ФРУКТИ			
агрус	1300	1900	2250
чорниця	1200	1750	2400
Яблучний кубик 13мм	1200	1750	2400
малина	1050	1500	2050
смородина	1300	1900	2550
сливи	1050	1500	2050
полуниця	1200	1800	2400
черешня	1200	1800	2400

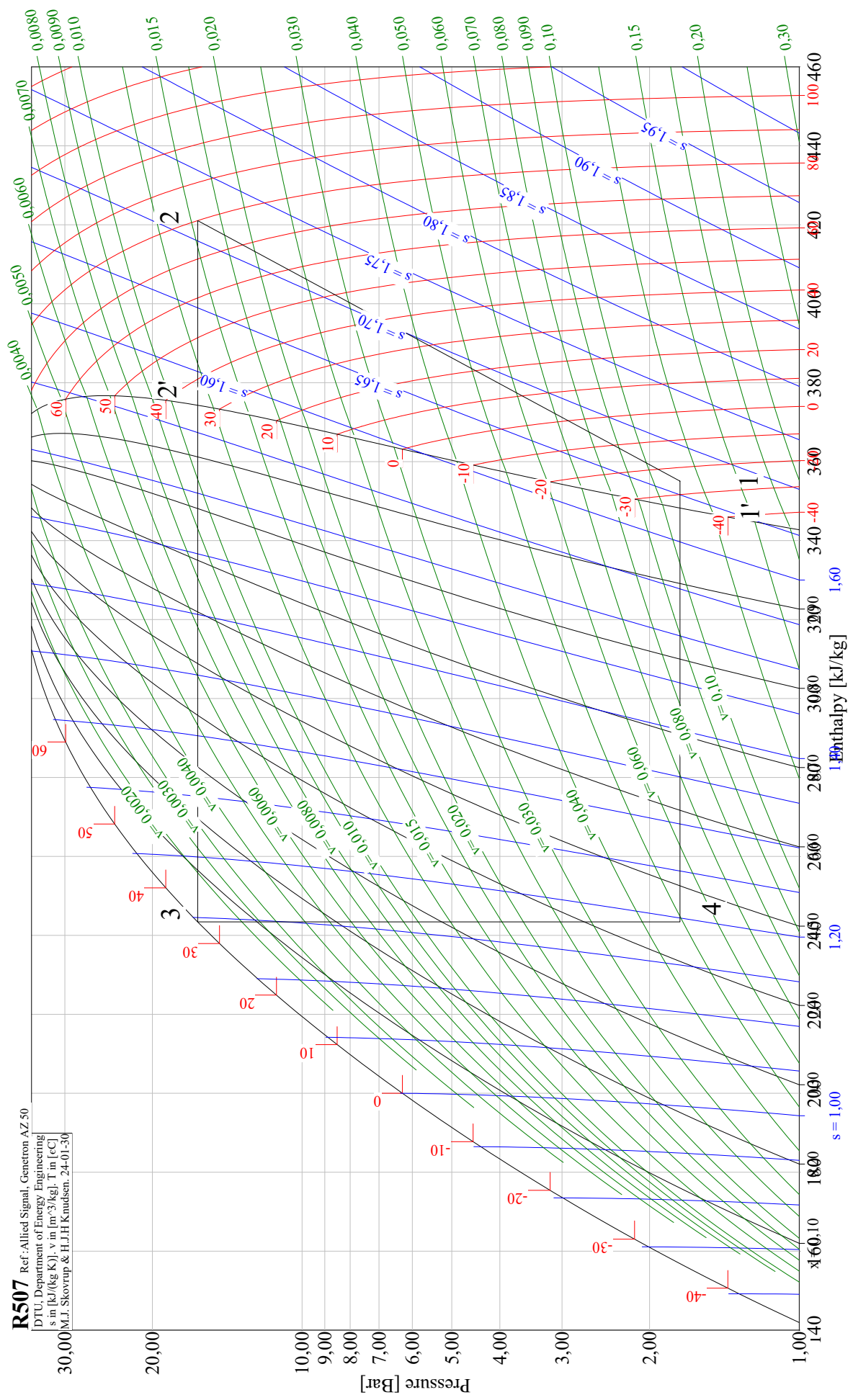
Основні технічні дані

Основні технічні дані	Серія М (модель)		
	TZF-1000M	TZF-1500M	TZF-2000M
коефіцієнт хладагента	Аміак / фреон / CO ₂		
Звернення чинники	Насосна система / розширювальні клапани + розподільник		
Температура кипіння середовища [° C]	-40 ° C		
Випарники розморожування для NH ₃	Гарячий пар / водяний струмінь		
Регулювання часу заморожування продукту [хв]	Від 8 до 42		
Електричне харчування	3x400 В / 50 Гц		
Потреба в стисненому повітрі для UDS - сухе повітря	1,2 м ³ / хв 7,5 бар	1,4 м ³ / хв 7,5 бар	1,5 м ³ / хв 7,5 бар
Ширина тунелю [м]	4,7		
Висота тунелю [м]	4,5		
Довжина обсадної труби [м]	5,38	7,54	9,22
Загальна довжина тунелю [м]	7,43	9,59	11,27

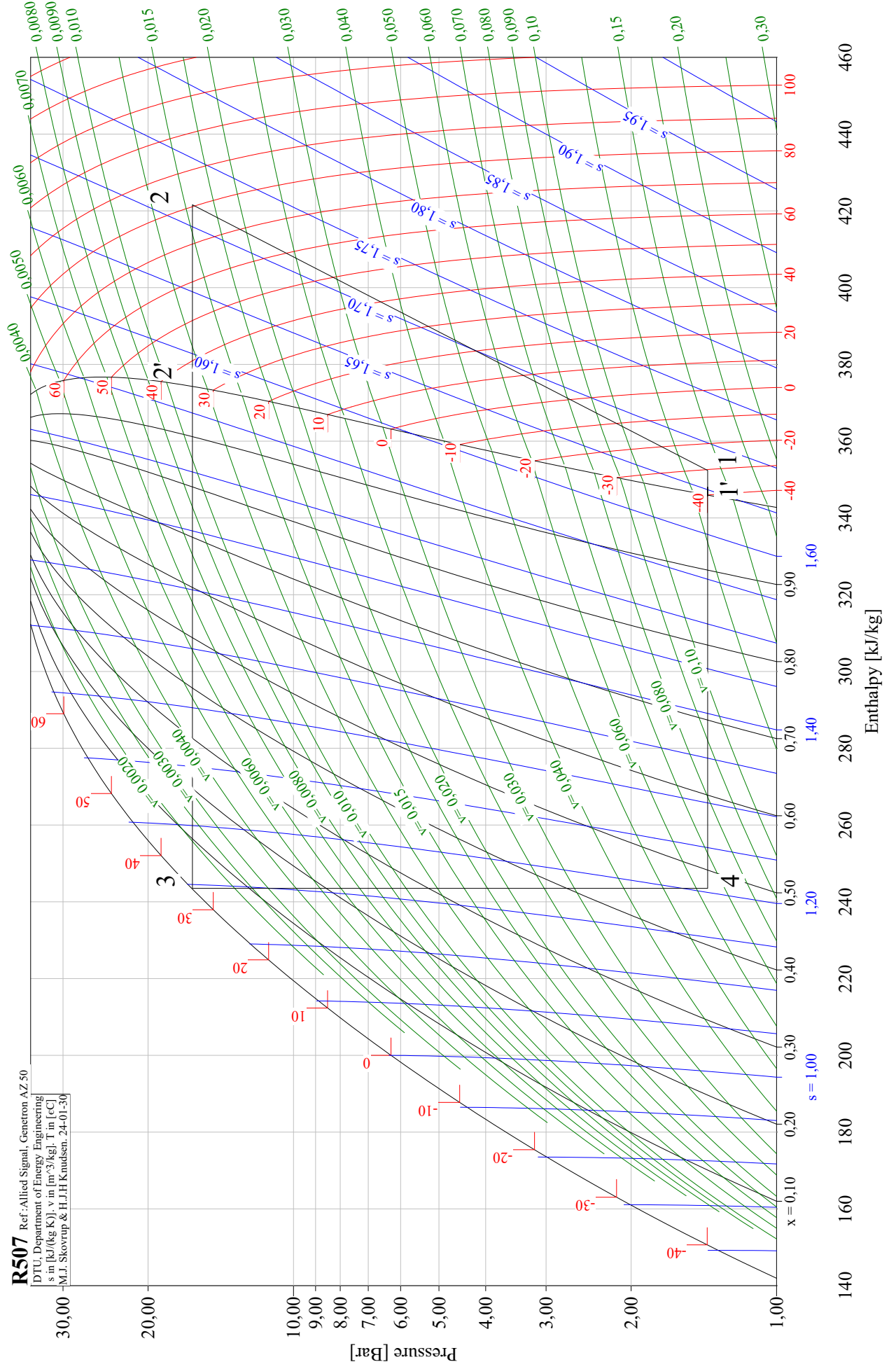
R507 Ref.: Allied Signal, Genetron AZ 50
 DTU, Department of Energy Engineering
 s in [kJ/(kg K)], v in [m³/kg], T in [°C]
 M.J. Skovrup & H.J.H Knudsen, 24-01-30



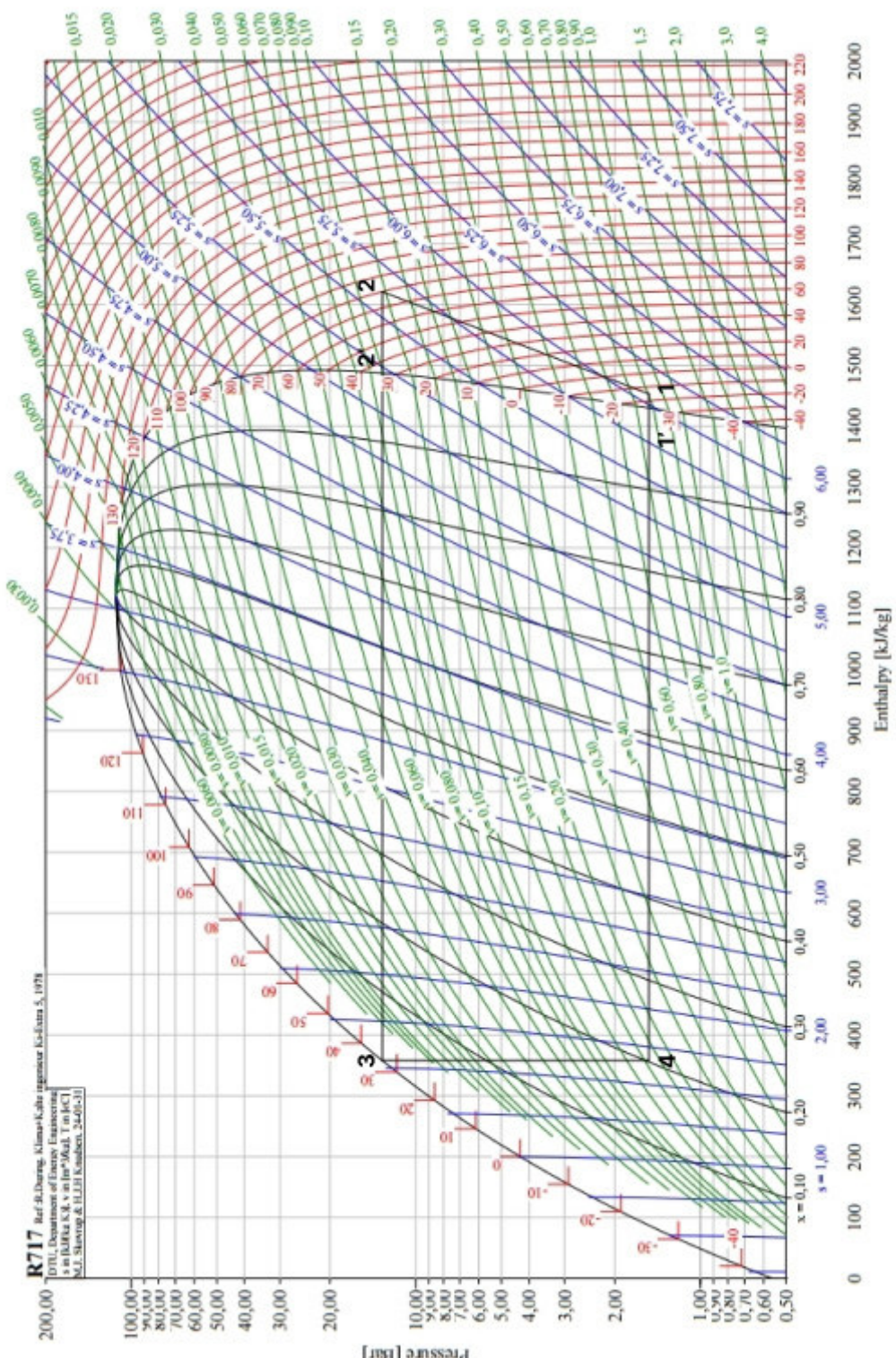
R507 Ref.: Allied Signal, Genetron AZ 50
 DTU, Department of Energy Engineering
 s in [kJ/(kg K)], v in [m³/kg], T in [°C]
 M.J. Skovrup & H.J.H Knudsen, 24-01-30



R507 Ref.: Allied Signal, Genetron AZ 50
 DTU, Department of Energy Engineering
 s in [kJ/(kg K)], v in [m³/kg], T in [°C]
 M.J. Skovrup & H.J.H Knudsen, 24-01-30

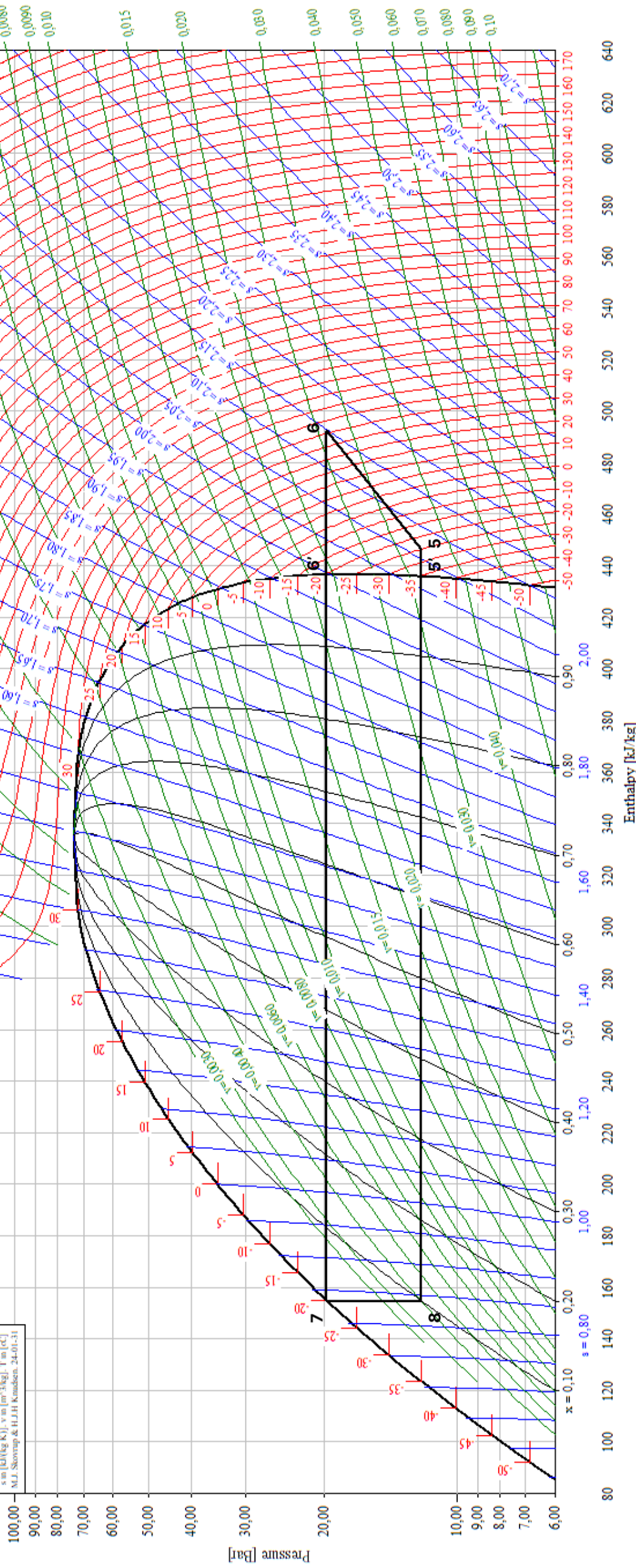


R717 Ref. B. Doring, Klimat-Kalor-ingenieur, Kd-Ed. 5, 1978
 IITL, Department of Energy Engineering
 4-10, Parka K.G. 4 in 100-300A, Tin (PCT)
 A.C. Shreeve & U.S. Johnson, 2449511



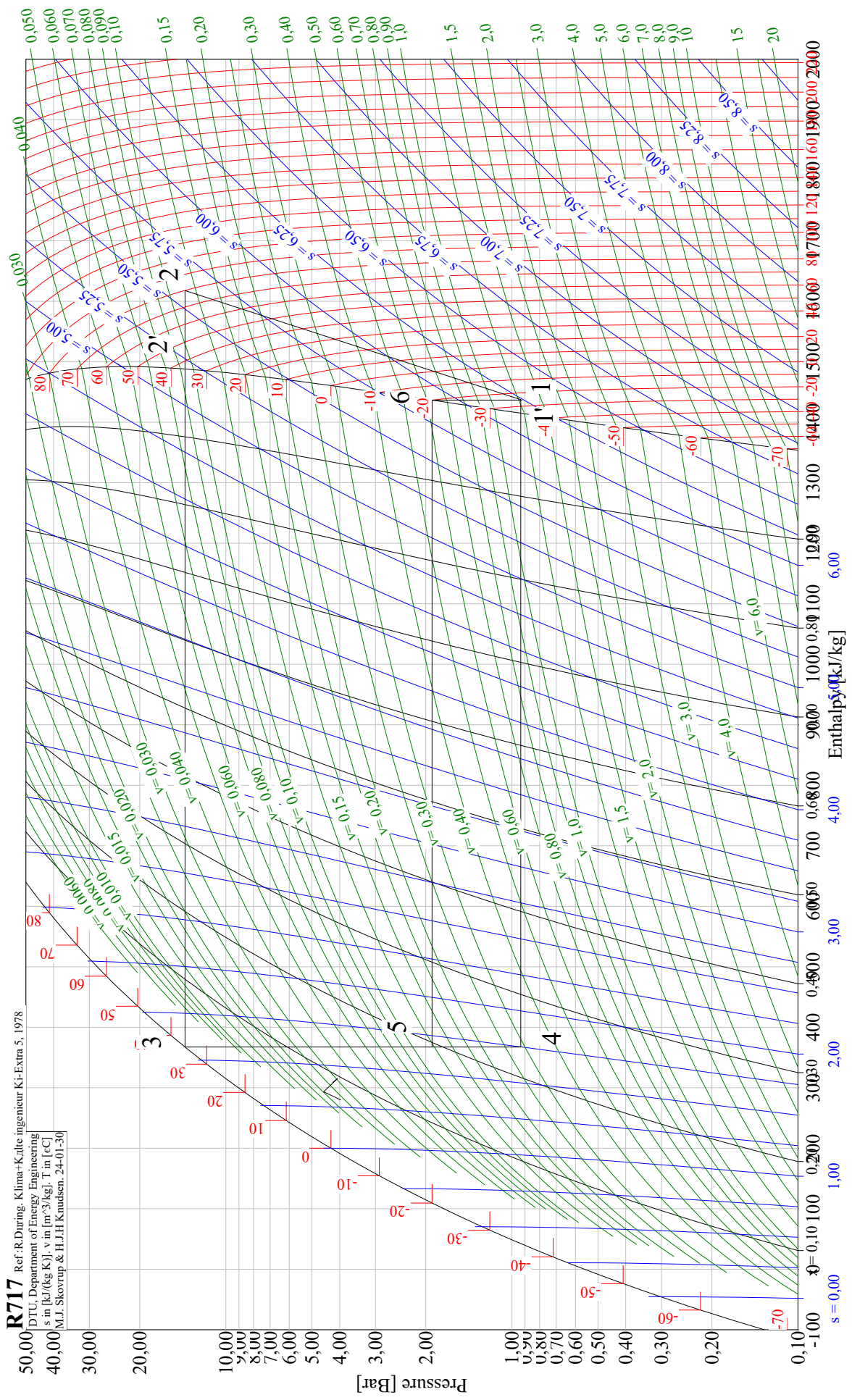
R744 Ref: W.C.Reynolds: Thermodynamic Properties in SI

DTU, Department of Energy Engineering
s in [kJ/kg K], v in [m³/kg], T in [°C]
M.J. Skovrup & H.J.H. Knudsen, 24-01-'31



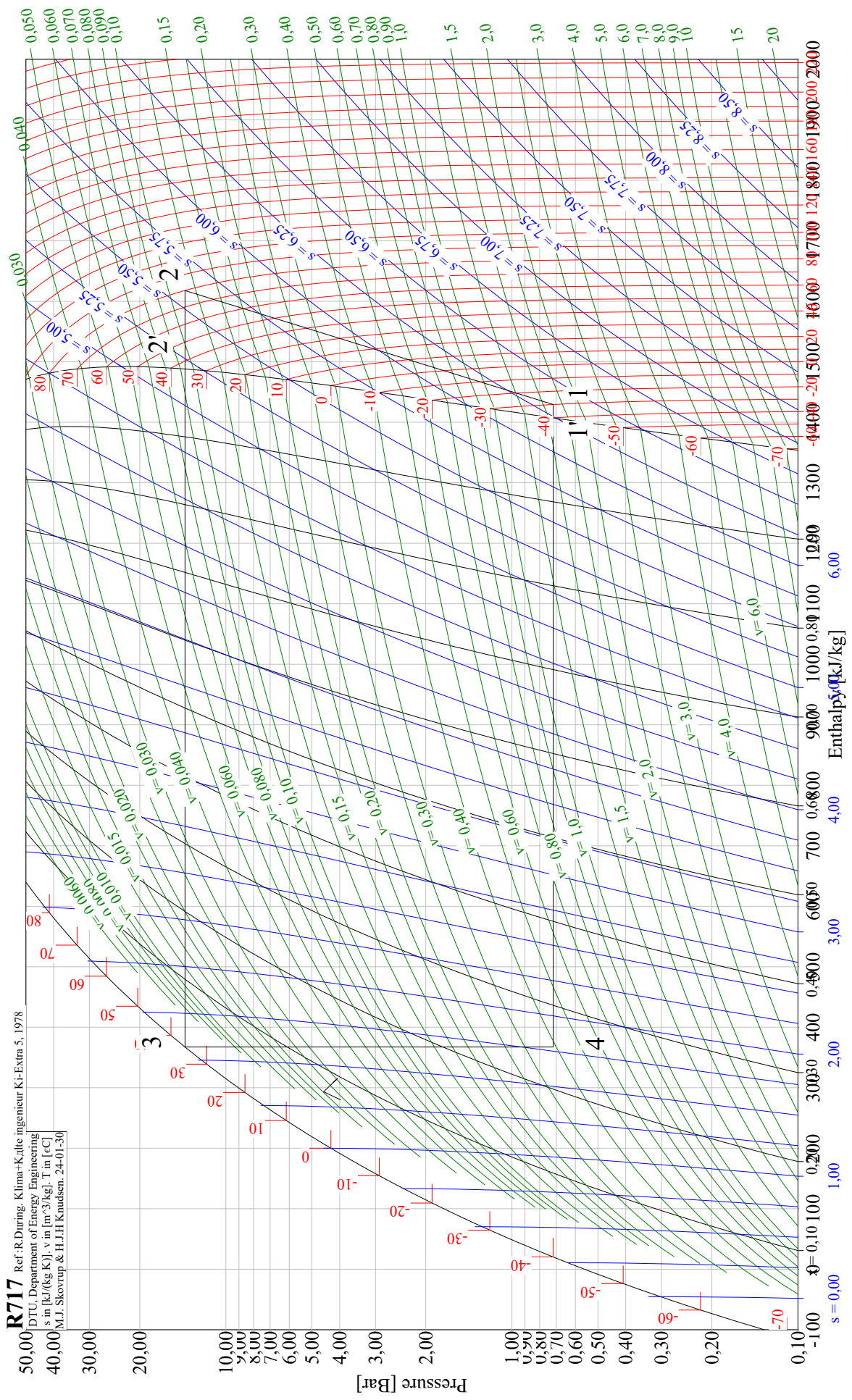
R717

Ref.: R. Düring, Klima-Kälte ingenieur Ki-Extra 5, 1978
DTU, Department of Energy Engineering
s in [kJ/(kg K)], v in [m³/kg], T in [°C]
M.J. Skovrup & H.J.H. Knudsen, 24-01-30



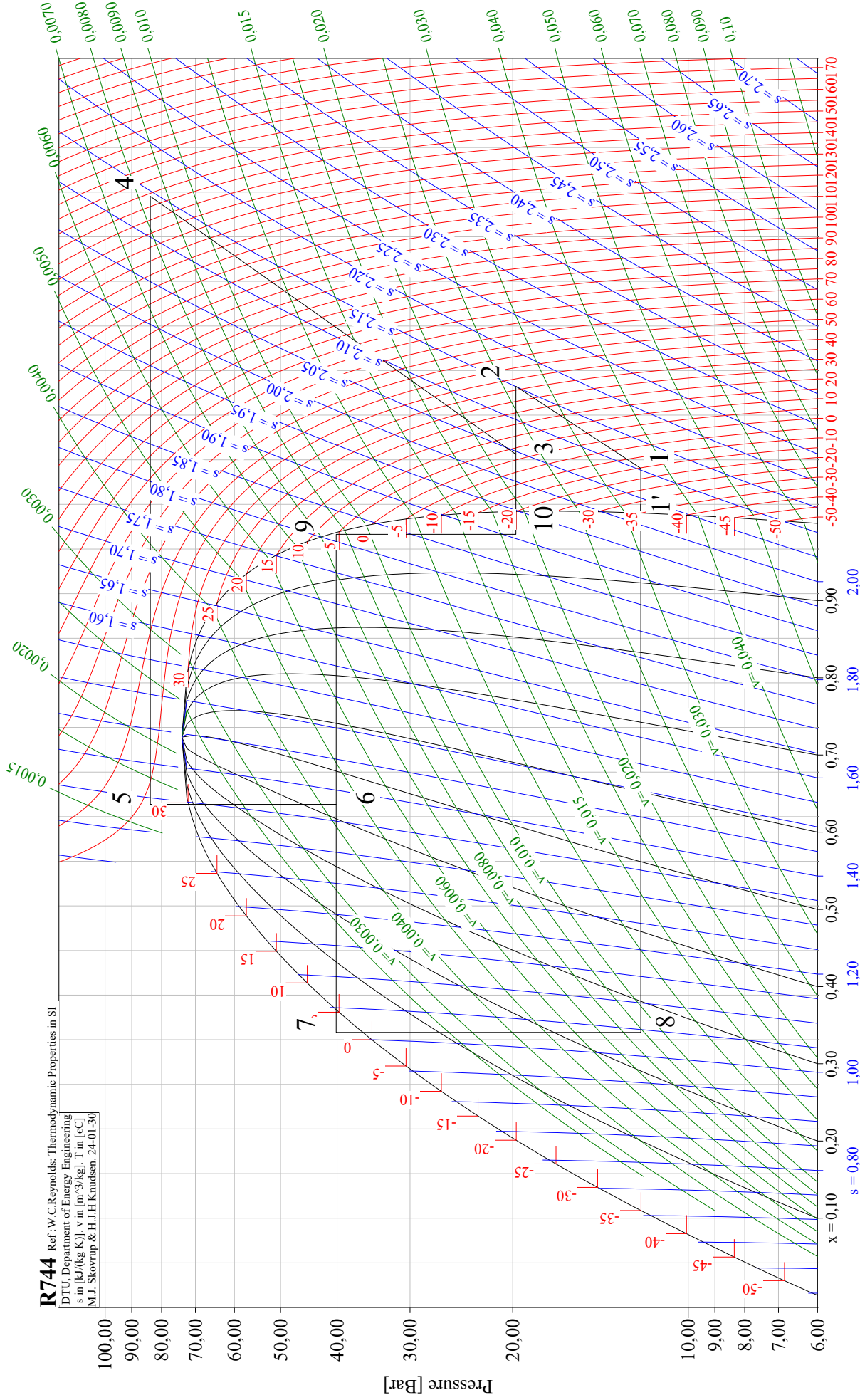
R717 Ref.: R.During, Klima+Kulde ingeniør K1-Extra 5, 1978

DTU, Department of Energy Engineering
s in [kJ/(kg K)], v in [m³/kg], T in [°C]
M.J. Skovrup & H.J.H Knudsen, 24-01-30



R744 Ref.: W.C.Reynolds: Thermodynamic Properties in SI

DTU, Department of Energy Engineering
s in [kJ/(kg K)], v in [m³/kg], T in [°C]
M.J. Skovrup & H.J.H Knudsen, 24-01-30

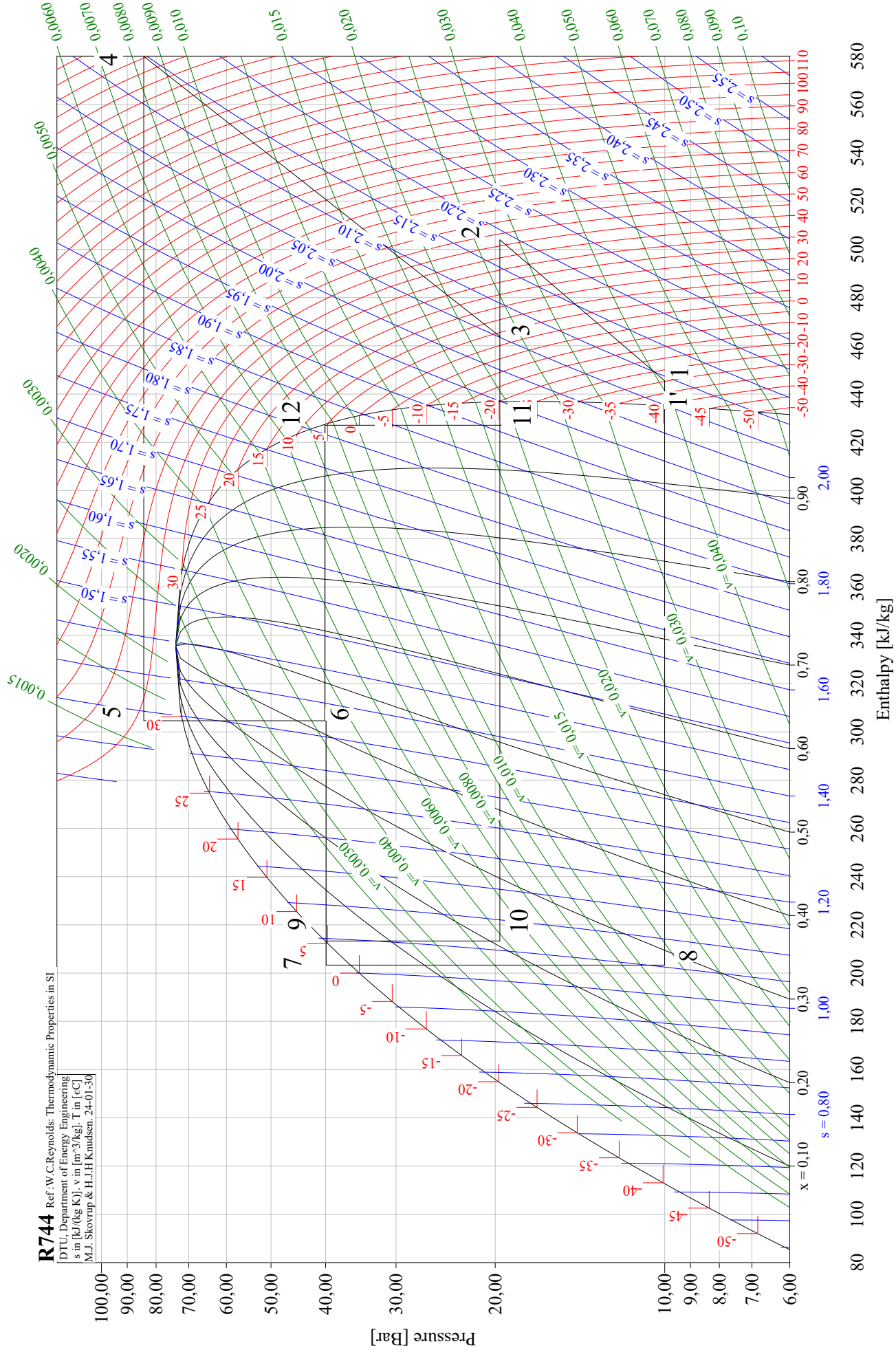


80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340 360 380 400 420 440 460 480 500 520 540 560 580 600 620 640

Enthalpy [kJ/kg]

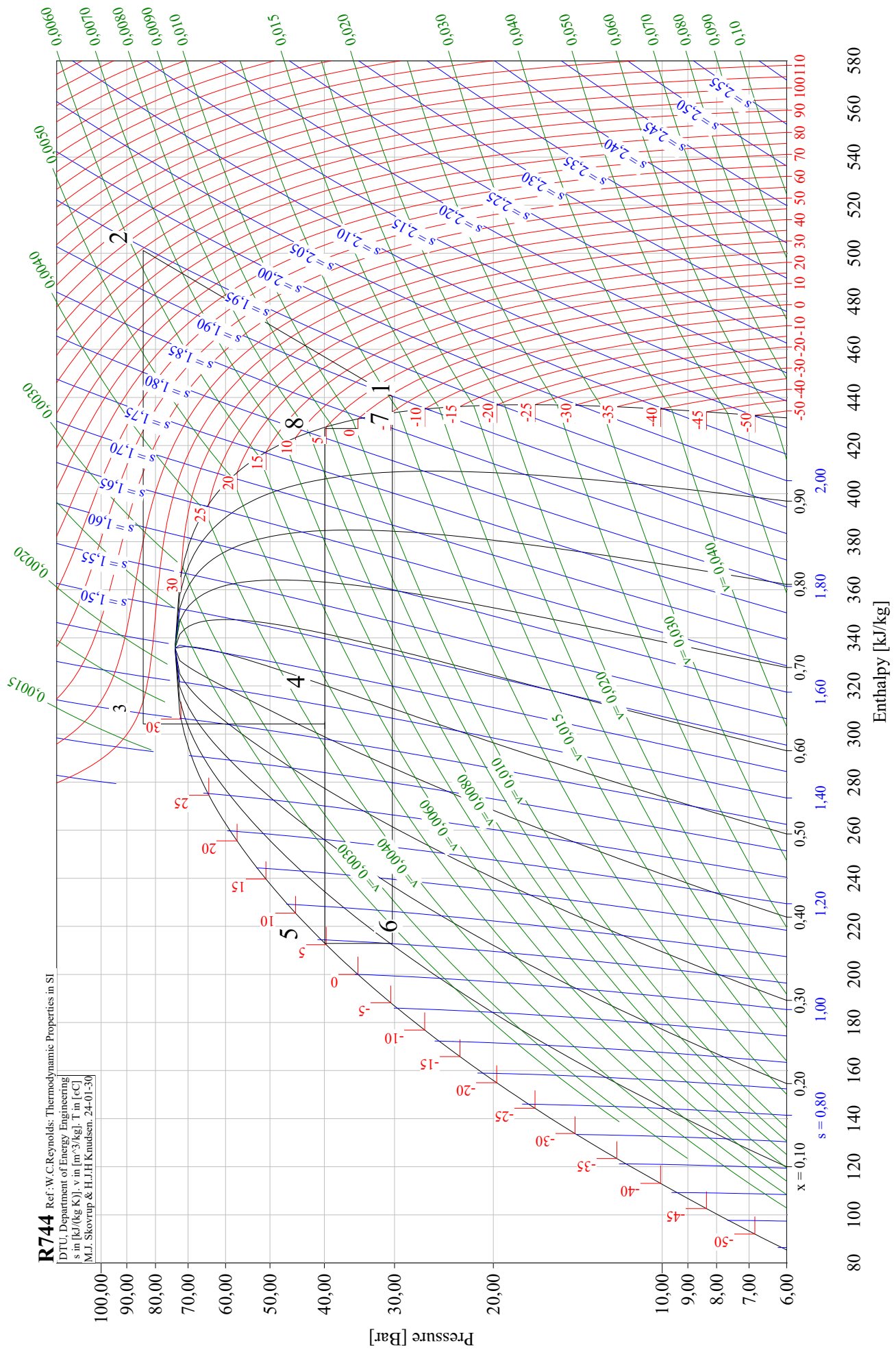
R744 Ref: W.C.Reynolds: Thermodynamic Properties in SI

DTU, Department of Energy Engineering
s in [kJ/(kg K)], v in [m³/kg], T in [°C]
M.J. Skovrup & H.J.H Knudsen. 24-01-30



R744 Ref: W.C.Reynolds: Thermodynamic Properties in SI

DTU, Department of Energy Engineering
s in [kJ/(kg K)], v in [m³/kg], T in [°C]
M.J. Skovrup & H.J.H Knudsen, 24-01-30



80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340 360 380 400 420 440 460 480 500 520 540 560 580

Enthalpy [kJ/kg]

Pressure [Bar]

Додаток 6

Показать Общий обзор

OSKA9583-K (100%)

Результат Пределы **Технические данные** Размеры Информация Документация Обучения

Технические данные OSKA9583-K

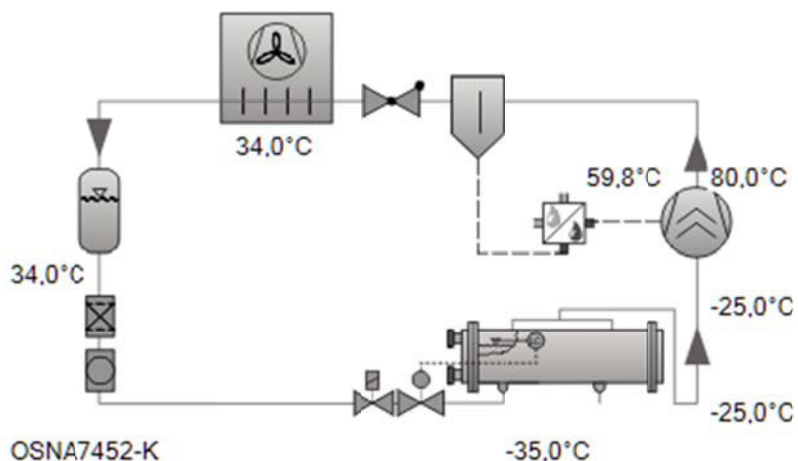
Технические параметры

Объемная произв-сть (2900об/мин 50 Гц)	805 m ³ /h
Объемная произв-сть (3500об/мин 60 Гц)	972 m ³ /h
Допустимый диапазон скоростей	1500 .. 4000
Направление вращения (компрессор)	links / counter-clockwise
Вес	590 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	19 / 32 bar
Присоединение линии всасывания (NH3)	DN 125
Присоединение линии нагнетания (NH3)	DN 100
Адаптер для ECO (NH3)	DN 40 (Option)
Тип масла для NH3	Reniso KC68 , SHC 226E

#

Додаток 7

Показать Общий обзор



Результат Пределы Технические данные Размеры Информация Документация Обучения

Технические данные

OSNA7462-K

Технические параметры

Объемная произв-сть (2900об/мин 50 Гц)	220 m ³ /h
Объемная произв-сть (3500об/мин 60 Гц)	266 m ³ /h
Допустимый диапазон скоростей	1450 .. 4000 min ⁻¹
Направление вращения (компрессор)	links / counter-clockwise
Вес	176 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	19 / 28 bar
Присоединение линии всасывания	76 mm - 3 1/8"
Присоединение линии всасывания (NH3)	DN 80
Присоединение линии нагнетания	54 mm - 2 1/8"
Присоединение линии нагнетания (NH3)	DN 50
Адаптер для ECO (NH3)	DN 20 (Option)
Тип масла для NH3	Reniso KC68 , SHC 226E

Додаток 8

Технические данные 4NSL-30K ▾	
Технические параметры	
Объемная произв-сть (1450 об/мин 50Гц)	46,9 м ³ /h
Объемная произв-сть(1750 об/мин 60Гц)	56,6 м ³ /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 ₂)	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

Технические данные 6СТЕ-50K ▾	
Технические параметры	
Объемная произв-сть (1450 об/мин 50Гц)	38,2 м ³ /h
Объемная произв-сть(1750 об/мин 60Гц)	46,1 м ³ /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 (CO ₂)	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

Додаток 9

Технические данные	
4TSL-20K	
Технические параметры	
Объемная произв-сть (1450 об/мин 50Гц)	34,4 m ³ /h
Объемная произв-сть (1750 об/мин 60Гц)	41,6 m ³ /h
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 (CO ₂)	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

Додаток 10

Технические данные	
HSN8591-160	
Технические параметры	
Объемная произв-сть (2900 об/мин 50 Гц)	535 m ³ /h
Объемная произв-сть (3500 об/мин 60 Гц)	646 m ³ /h
Вес	680 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	19 / 28 bar
Присоединение линии всасывания	DN 100
Присоединение линии нагнетания	76 mm - 3 1/8"
Адаптер/запорный вентиль для ECO	28 mm - 1 1/8" (Option)
Тип масла для R22	B150SH, B100 (Option)
Тип масла для R134a/R404A/R507A/R407A/R407F	BSE170
Тип масла для R448A/R449A/R454C	BSE170
Параметры мотора	
Версия мотора	1
Напряжение мотора (др. по запросу)	380-415V PW-3-50Hz
Максимальный рабочий ток	274.0 A
Пусковой ток (ротор заблокирован)	729.0 A D / 1114.0 A DD
Max. энергопотребление	175.0 kW

Додаток 11

Технические данные

HSN8561-110

Технические параметры

Объемная произв-сть (2900об/мин 50 Гц)	359 m ³ /h
Объемная произв-сть (3500об/мин 60 Гц)	433 m ³ /h
Вес	565 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	19 / 28 bar
Присоединение линии всасывания	DN 100
Присоединение линии нагнетания	76 mm - 3 1/8"
Адаптер/запорный вентиль для ECO	28 mm - 1 1/8" (Option)
Адаптер для впрыскивания жидкости	22 mm - 7/8" (Option)
Тип масла для R22	B150SH, B100 (Option)
Тип масла для R134a/R404A/R507A/R407A/R407F	BSE170
Тип масла для R448A/R449A/R454C	BSE170

Параметры мотора

Версия мотора	1
Напряжение мотора (др. по запросу)	380-415V PW-3-50Hz
Максимальный рабочий ток	182.0 A
Пусковой ток (ротор заблокирован)	520.0 A D / 801.0 A DD
Max. энергопотребление	110,2 kW

Додаток 12

Технические параметры

Объемная произв-сть (1450 об/мин 50Гц)	22,7 m ³ /h
Объемная произв-сть(1750 об/мин 60Гц)	27,4 m ³ /h
Число цилиндров x Диаметр x Ход поршня	2+2 x 46 mm x 39,3mm
Вес	143 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	19 / 32 bar
Присоединение линии всасывания	28 mm - 1 1/8"
Присоединение линии нагнетания	2x16 mm - 5/8"
Тип масла для R134a/R404A/R507A/R407A/R407C/R407F	BSE32(Standard) R134a tc>70°C: BSE55 (Option)
Тип масла для R22 (R12/R502)	B5.2 (Option)
Тип масла для R1234yf/R1234ze	BSE32 (Standard) R1234ze tc>70°C & to>0°C: BSE55 (Option) R1234ze to>15°C: BSE85K (Option)

Параметры мотора

Версия мотора	2
Напряжение мотора (др. по запросу)	380-420V Y-3-50Hz
Максимальный рабочий ток	2x6.0 A
Пусковой ток (ротор заблокирован)	2x26.0 A
Max. энергопотребление	2 x 3,3 kW

Додаток 12.1

Результат | Пределы | Технические данные | Размеры | Информация | Документация | Обучение

Технические данные

4KTE-12K

Технические параметры

Объемная произв-сть (1450 об/мин 50Гц)	9,6 m ³ /h
Объемная произв-сть(1750 об/мин 60Гц)	11,58 m ³ /h
Число цилиндров x Диаметр x Ход поршня	4 x 36mm x 27mm
Вес	122 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	100/160 bar
Присоединение линии всасывания	22 mm - 7/8"
Присоединение линии нагнетания	18 mm - 3/4"
Тип масла для R744 (CO2)	BSE85K (Standard), BSG68K (Option)

Параметры мотора

Версия мотора	1
Напряжение мотора (др. по запросу)	380-420V Y-3-50Hz
Максимальный рабочий ток	27.2 A
Пусковой ток (ротор заблокирован)	105.0 A

Комплект поставки

Защита мотора	SE-B3(Standard), SE-B2(Option)
Класс защиты	IP65
Антивибрационные демпферы	Standard
Заправка масла	2,00 dm ³
Подогреватель масла в картере	0..120 W PTC (Standard)



Испаритель (dx)

GACV CX 045.2FN/2A-70.H-1GXZ.0CJM

Мощность:	15,70 kW⁽¹⁾⁽²⁾	Хладагент:	CO2 (R744)⁽³⁾
Резерв поверхности:	34,50 %	Т кипения:	-35,00 °C
Расход воздуха:	10 433,00 m³/h	Перегрев:	10,00 K
Скорость воздуха:	2,70 m/s		
Воздух на входе:	-23,00 °C	Темпер. конде.:	-20,0 °C
Воздух на выходе:	-26,60 °C	Т переохлаждения:	-20,00 °C
Давление воздуха:	1 013,00 mbar		
Вентиляторы (AC):	2 Шт. 1~230V 50Hz	Уровень звукового давления:	57,00 dB(A) in 3,00 m⁽⁵⁾
Технические характеристики вент. узла:		Уровень звуковой мощности:	79,00 dB(A)
Скор. вращ.:	1360 min-1	Струя воздуха:	около 18 m⁽⁶⁾
Мощность (мех./эл.):	0.30 kW/0.47 kW	Иней:	1,00 mm
Поток:	2,20 A⁽⁴⁾		
ErP:	Compliant⁽⁷⁾		
Общее потребл. эл. энергии:	0,85 kW	класс энергетич. эффективности:	D
Корпус:	AlMg, Порошковое покрытие RAL 9003	Трубы:	Медь⁽⁸⁾
Площадь пов-ти:	93,40 m²	Оребрение:	Алюминий⁽⁸⁾
Объем труб:	24.1 l	Потери давл. в 'пауке':	0,90 bar
Шаг оребрения:	7,00 mm	Выход:	22 * 1.35 mm
Вес (пустой):	142 kg⁽¹⁰⁾	Вход:	16 * 1.00 mm
Макс. рабочее давление:	54,00 bar	Классификация согласно PED:	Art. 4, par. 3⁽⁹⁾
Распределители:	2	Нходов:	36
К-во контуров:	1N	Соединения в направлении движения воздуха:	справа
Размеры: ⁽¹⁰⁾			
Длина:		2326 mm	
Ширина:		717 mm	
Высота:		690 mm⁽¹⁰⁾	
Кол-во подвесок:		4	

UI:

1GXZ.0CJ

Код продукта:

253-1GXZ.0CJ.06P.RZS2-1C225.00.01.3200.0000.0010.0000.H6P

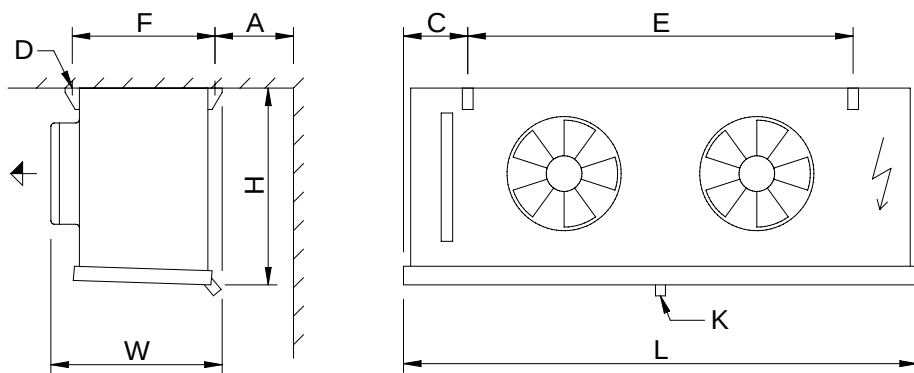
Тип продукта:

МТО - 2024-01-08, PL 1/2023, GPC.EU Customer 2023.19-285a (64 Bit)

Прайс-лист (на условиях EXW)	Количество	Стоимость	Стоимость нетто, всего
Цена за единицу	1	6 263,00 EUR	6 263,00 EUR
Комплектующие			1 224,00
Всего (прайс-лист без НДС, включ. упаковку)			7 487,00 EUR

Срок изготовления: **7 недель (Состояние: 2024-01-29)** ⁽¹¹⁾

**В соответствии с нашими Общими условиями продажи и поставки
Возможны технические изменения**



L = 2326 mm
W = 717 mm
H = 690 mm
E = 1780 mm
F = 573 mm
C = 288 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!

Комплектующие	Количество	Стоимость	Стоимость нетто, всего
Оттайка блока горячим газом (In: 1 x Ø 16.0 mm)	1	110,00 EUR	110,00 EUR
Оттайка поддона горячим газом (In: 1 x Ø 16.0 mm, Out: 1 x Ø 16.0 mm)	1	701,00 EUR	701,00 EUR
Монтаж и подключение на заводе-изготовителе (Шкаф управления, Вентилятор)	1		
Terminal box Fans wired seriell ⁽¹²⁾	1		
1 x (5209498) Terminal block for fan TB Fan 1ph+N 2.5 mini x1			
1 x (5209342) Terminal box (plastic) 130x94x81mm			
Двойной поддон с изоляцией 20 mm	1	413,00 EUR	413,00 EUR
Общая стоимость комплектующих			1 224,00



Испаритель (dx)

GADC CX 035.2/1WN/FDA7E.TNNN

Мощность:	5,00 kW ⁽¹⁾⁽²⁾	Хладагент:	CO2 (R744) ⁽³⁾
Резерв поверхности:	27,80 %	Т кипения:	-20,00 °C
Расход воздуха:	2 150,00 m³/h	Перегрев:	10,00 K
Скорость воздуха:	2,20 m/s	Темпер. конде.:	5,3 °C
Воздух на входе:	-5,00 °C	Т переохлаждения:	5,30 °C
Воздух на выходе:	-10,70 °C		
Давление воздуха:	1 013,00 mbar		
Вентиляторы (AC):	1 шт. 1~230V 50Hz	Уровень звукового давления:	53,00 dB(A) in 3,00 m ⁽⁵⁾
Технические характеристики вент. узла:		Уровень звуковой мощности:	75,00 dB(A)
Скор. вращ.:	1340 min-1	Струя воздуха:	около 2 x 9 m ⁽⁶⁾
Мощность(эл.):	0,17 kW	Иней:	1,00 mm
Поток:	0,73 A ⁽⁴⁾		
ErP:	Compliant ⁽⁷⁾		
Общее потребл. эл. энергии:	0,16 kW	класс энергетич. эффективности:	C
Корпус:	AlMg, Порошковое покрытие RAL 9003	Трубы:	Медь ⁽⁸⁾
Площадь пов-ти:	12,70 m²	Оребрение:	Алюминий ⁽⁸⁾
Объем труб:	2.2 l	Потери давл. в 'пауке':	0,00 bar
Шаг оребрения:	7,00 mm	Выход:	9.52 * 1.00 mm
Вес (пустой):	44 kg ⁽¹⁰⁾	Вход:	9.52 * 1.00 mm
Макс. рабочее давление:	80,00 bar	Классификация согласно PED:	Art. 4, par. 3 ⁽⁹⁾
Распределители:	1	Нходов:	48
К-во контуров:	1N	Соединения в направлении движения воздуха:	
Размеры: ⁽¹⁰⁾			
Длина:		1096 mm	
Ширина:		1026 mm	
Высота:		268 mm ⁽¹⁰⁾	
Кол-во подвесок:		4	

Код продукта:

203-1A7K.2PV.1JM.00NN-C26.01.0800.000

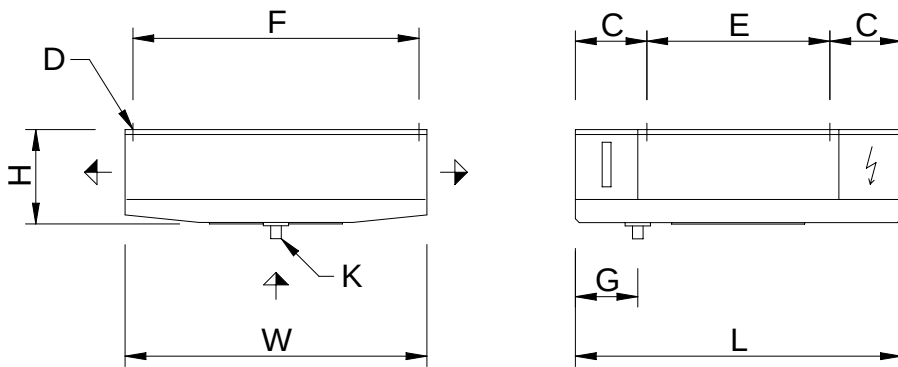
Тип продукта:

MTO - 2024-01-08, PL 1/2023, GPC.EU Customer 2023.19-285a (64 Bit)

Прайс-лист (на условиях EXW)	Количество	Стоимость	Стоимость нетто, всего
Цена за единицу	1	2 950,00 EUR	2 950,00 EUR
Комплектующие			0,00 EUR
Всего (прайс-лист без НДС, включ. упаковку)			2 950,00 EUR

Срок изготовления: 7 недель (Состояние: 2024-01-29)⁽¹¹⁾

В соответствии с нашими Общими условиями продажи и поставки



L = 1096 mm
 W = 1026 mm
 H = 268 mm
 E = 616 mm
 F = 963 mm
 C = 240 mm
 G = 210 mm
 D = 11 mm
 K = G1¼"

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

Внимание: схема и размеры распространяются не на все комплектующие!

Комплектующие	Количество	Стоимость	Стоимость нетто, всего
Подключение вентиляторов в клеммную коробку	1		
Электрооттайка блока и поддона 230V 1~N+PE - 2,2kW ⁽¹²⁾	1		
Общая стоимость комплектующих			0,00 EUR

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) Capacity including Humidity Factor

(3) Fluid group 2 according to pressure equipment directive 2014/68/EU

(4) Потребляемый ток может изменяться в зависимости от температуры воздуха и подаваемого напряжения (согласно норм VDE).

(5) 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.

(6) 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.

(7) This unit is equipped with fans that meet the efficiency requirements of Directive 2009/125/EC (ErP Directive).

(8) При использовании аппарата в агрессивных средах необходимо выбирать материалы в соответствии с конкретным применением, см. брошюру с рекомендациями по материалам в меню программы GPC "?".

(9) Piping (DN = 7.5 mm, T_{Smax} = 150 °C, газообразный). Final classification according to pressure equipment directive 2014/68/EU during order processing.

(10) Размеры и вес действительны не для всех возможных вариантов! Они могут отличаться для аппаратов специальных (S-) и с опциями.

(11) 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.

(12) Защита предохранителем в соответствии с общей потребляемой мощностью на схеме электрических соединений, max. 25 A.



Дата:

31.1.2024



Испаритель (dx)

GADC CX 035.2/2WN/HEA7E.TNNN

Мощность:	11,00 kW⁽¹⁾⁽²⁾	Хладагент:	CO2 (R744)⁽³⁾
Резерв поверхности:	77,00 %	Т кипения:	-20,00 °C
Расход воздуха:	4 579,00 m³/h	Перегрев:	10,00 K
Скорость воздуха:	1,80 m/s		
Воздух на входе:	-5,00 °C	Темпер. конде.:	5,3 °C
Воздух на выходе:	-10,90 °C	Т переохлаждения:	5,30 °C
Давление воздуха:	1 013,00 mbar		

Вентиляторы (AC):	2 Шт. 1~230V 50Hz	Уровень звукового давления:	56,00 dB(A) in 3,00 m⁽⁵⁾
Технические характеристики вент. узла:		Уровень звуковой мощности:	78,00 dB(A)
Скор. вращ.:	1340 min-1	Струя воздуха:	около 2 x 12 m⁽⁶⁾
Мощность(эл.):	0.17 kW	Иней:	1,00 mm
Поток:	0,73 A⁽⁴⁾		
ErP:	Compliant⁽⁷⁾		

Общее потребл. эл. энергии:	0,31 kW	класс энергетич. эффективности:	B
-----------------------------	----------------	---------------------------------	----------

Корпус:	AlMg, Порошковое покрытие RAL 9003	Трубы:	Медь⁽⁸⁾
Площадь пов-ти:	42,20 m²	Оребрение:	Алюминий⁽⁸⁾
Объем труб:	7.3 l	Потери давл. в 'пауке':	2,20 bar
Шаг оребрения:	7,00 mm	Выход:	22.23 * 1.50 mm
Вес (пустой):	93 kg⁽¹⁰⁾	Вход:	16 * 1.00 mm
Макс. рабочее давление:	80,00 bar	Классификация согласно PED:	Категория I, module A⁽⁹⁾
Распределители:	4	Нходов:	20
К-во контуров:	1N	Соединения в направлении – движения воздуха:	

Размеры: ⁽¹⁰⁾	
Длина:	1776 mm
Ширина:	1026 mm
Высота:	318 mm⁽¹⁰⁾
Кол-во подвесок:	4

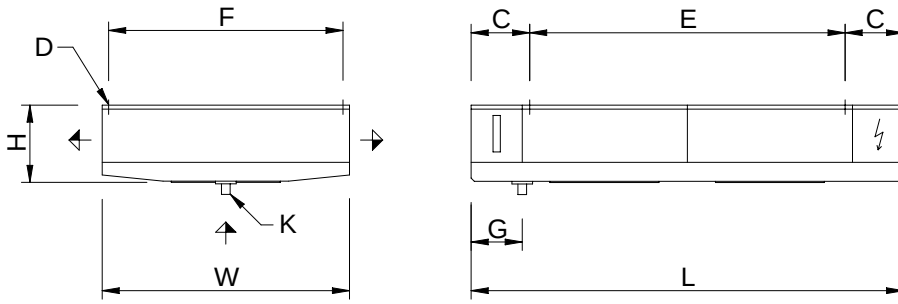
Код продукта:
203-1AAT.2PV.1HU.RL2L-C26.01.0800.000

Тип продукта:
MTO - 2024-01-08, PL 1/2023, GPC.EU Customer 2023.19-285a (64 Bit)

Прайс-лист (на условиях EXW)	Количество	Стоимость	Стоимость нетто, всего
Цена за единицу	1	5 805,00 EUR	5 805,00 EUR
Комплектующие			0,00 EUR
Всего (прайс-лист без НДС, включ. упаковку)			5 805,00 EUR

Срок изготовления: **7 недель (Состояние: 2024-01-29)⁽¹¹⁾**

В соответствии с нашими Общими условиями продажи и поставки



L = 1776 mm
 W = 1026 mm
 H = 318 mm
 E = 1296 mm
 F = 963 mm
 C = 240 mm
 G = 210 mm
 D = 11 mm
 K = G1¼"

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

Внимание: схема и размеры распространяются не на все комплектующие!

Комплектующие	Количество	Стоимость	Стоимость нетто, всего
Подключение вентиляторов в клеммную коробку	1		
Электрооттайка блока и поддона 400V 3~+N+PE - 6,2kW ⁽¹²⁾	1		
Общая стоимость комплектующих			0,00 EUR

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) Capacity including Humidity Factor
- (3) Fluid group 2 according to pressure equipment directive 2014/68/EU
- (4) Потребляемый ток может изменяться в зависимости от температуры воздуха и подаваемого напряжения (согласно норм VDE).
- (5) 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.
- (6) 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.
- (7) This unit is equipped with fans that meet the efficiency requirements of Directive 2009/125/EC (ErP Directive).
- (8) При использовании аппарата в агрессивных средах необходимо выбирать материалы в соответствии с конкретным применением, см. брошюру с рекомендациями по материалам в меню программы GPC "?".
- (9) Piping (DN = 37.2 mm, TSmax = 150 °C, газообразный). Final classification according to pressure equipment directive 2014/68/EU during order processing.
- (10) Размеры и вес действительны не для всех возможных вариантов! Они могут отличаться для аппаратов специальных (S-) и с опциями.
- (11) 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.
- (12) Защита предохранителем в соответствии с общей потребляемой мощностью на схеме электрических соединений, max. 25 A.



Испаритель (dx)

GACV CX 031.1FE/4A-70.A-18VU.0CHM

Мощность:	22,50 kW⁽¹⁾⁽²⁾	Хладагент:	CO2 (R744)⁽³⁾
Резерв поверхности:	55,70 %	Т кипения:	-5,00 °C
Расход воздуха:	6 436,00 m³/h	Перегрев:	10,00 K
Скорость воздуха:	2,50 m/s		
Воздух на входе:	20,00 °C	Темпер. конде.:	5,3 °C
Воздух на выходе:	12,80 °C	Т переохлаждения:	5,30 °C
Давление воздуха:	1 013,00 mbar		
Вентиляторы (AC):	4 Шт. 1~230V 50Hz	Уровень звукового давления:	50,00 dB(A) in 3,00 m⁽⁵⁾
Технические характеристики вент. узла:		Уровень звуковой мощности:	72,00 dB(A)
Скор. вращ.:	1350 min-1	Струя воздуха:	около 11 m⁽⁶⁾
Мощность (мех./эл.):	0.08 kW/0.09 kW	Иней:	1,00 mm
Поток:	0,41 A⁽⁴⁾		
ErP:	Not relevant⁽⁷⁾		
Общее потребл. эл. энергии:	0,39 kW	класс энергетич. эффективности:	C
Корпус:	AlMg, Порошковое покрытие RAL 9003	Трубы:	Медь⁽⁸⁾
Площадь пов-ти:	34,20 m²	Оребрение:	Алюминий⁽⁸⁾
Объем труб:	6.0 l	Потери давл. в 'пауке':	1,00 bar
Шаг оребрения:	7,00 mm	Выход:	22 * 1.35 mm
Вес (пустой):	68 kg⁽¹⁰⁾	Вход:	16 * 1.00 mm
Макс. рабочее давление:	54,00 bar	Классификация согласно PED:	Art. 4, par. 3⁽⁹⁾
Распределители:	2	Нходов:	24
К-во контуров:	1N	Соединения в направлении движения воздуха:	справа
Размеры: ⁽¹⁰⁾			
Длина:		2461 mm	
Ширина:		586 mm	
Высота:		457 mm⁽¹⁰⁾	
Кол-во подвесок:		4	

UI:

18VU.0CH

Код продукта:

253-18VU.0CH.24G.RZR-1C225.00.01.0000.0000.0000.0000

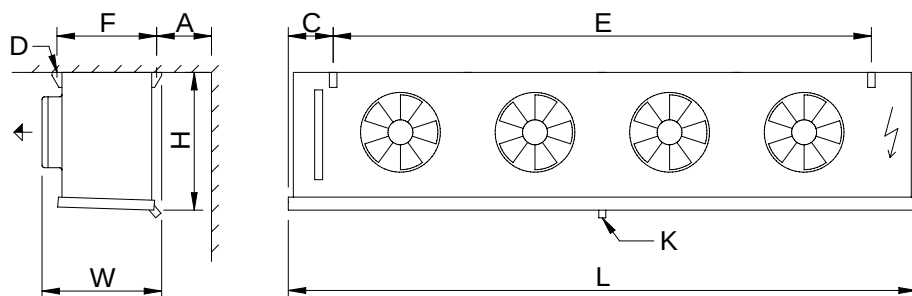
Тип продукта:

МТО - 2024-01-08, PL 1/2023, GPC.EU Customer 2023.19-285a (64 Bit)

Прайс-лист (на условиях EXW)	Количество	Стоимость	Стоимость нетто, всего
Цена за единицу	1	3 401,00 EUR	3 401,00 EUR
Комплектующие			0,00 EUR
Всего (прайс-лист без НДС, включ. упаковку)			3 401,00 EUR

Срок изготовления: **7 недель (Состояние: 2024-02-02)** ⁽¹¹⁾

**В соответствии с нашими Общими условиями продажи и поставки
Возможны технические изменения**



L = 2461 mm
W = 586 mm
H = 457 mm
E = 1840 mm
F = 464 mm
C = 324 mm
A = 300 mm
D = 11 mm
K = G1¼"

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

Внимание: схема и размеры распространяются не на все комплектующие!

Комплектующие	Количество	Стоимость	Стоимость нетто, всего
Монтаж и подключение на заводе-изготовителе (Шкаф управления, Вентилятор)	1		
Terminal box Fans wired seriell ⁽¹²⁾	1		
1 x (5209498) Terminal block for fan TB Fan 1ph+N 2.5 mini x1			
1 x (5209342) Terminal box (plastic) 130x94x81mm			
Общая стоимость комплектующих			0,00 EUR

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) Capacity including Humidity Factor

(3) Fluid group 2 according to pressure equipment directive 2014/68/EU

(4) Потребляемый ток может изменяться в зависимости от температуры воздуха и подаваемого напряжения (согласно норм VDE).

(5) 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.

(6) 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.

(7) This unit is equipped with fans that are not subject to Directive 2009/125/EC (ErP Directive).

(8) При использовании аппарата в агрессивных средах необходимо выбирать материалы в соответствии с конкретным применением, см. брошюру с рекомендациями по материалам в меню программы GPC "?".

(9) Piping (DN = 25.0 mm, TSmax = 150 °C, газообразный). Final classification according to pressure equipment directive 2014/68/EU during order processing.

(10) Размеры и вес действительны не для всех возможных вариантов! Они могут отличаться для аппаратов специальных (S-) и с опциями.

(11) 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.

(12) (GNSM04-VT0310U-ID425-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

PRODUCT SHEET

B10T

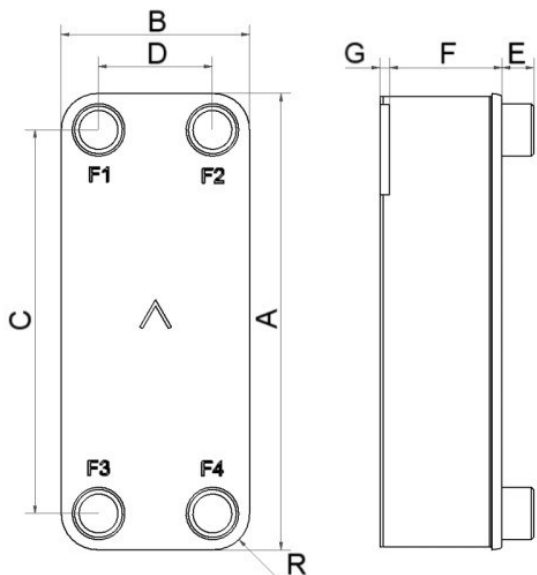
The B10T delivers efficient heat exchange solutions across a wide capacity interval, and is quick and simple to adapt for a number of applications. The product's compact size, versatility, and excellent heat transfer make it a perfect choice for both single-phase and refrigerant applications.



Basic specifications

Maximum number of plates (NoP)	140
Max flow	9 m ³ /h (39.63 gpm)
Channel volume	0.061/0.061 dm ³ (0.0022/0.0022 ft ³)
Material	316/316L stainless steel plates, copper brazing
Weight excl. connections	1.15+(0.096*NoP) kg 2.54+(0.212*NoP) lb
Max Particle Size (mm)	1

Standard dimensions



#	MM	IN
A	289	11.38
B	119	4.69
C	243	9.57
D	72	2.83
F	4,00+2,24*(NoP)	0.16+0.09*(NoP)
G	6	0.24
R	23	0.91
E_1	20	0.79
E_2	45	1.77

Додаток 15.1

DUTY REQUIREMENTS		UNIT	SIDE 1	SIDE 2
Fluid			R744 (Carbon Dioxide) (160,0 bar)	Water
Flow type				Counter-Current
Circuit			Inner	Outer
Heat load	kW			69,00
Inlet temperature	°C		89,00	27,00
Outlet temperature	°C		34,00	31,00
Flow rate	kg/s		0,4330	4,128
Pressure drop (Design PD)	kPa		0,348 (20,00)	20,0 (20,00)
Thermal length			2,280	0,166
PLATE HEAT EXCHANGER		UNIT	SIDE 1	SIDE 2
Total heat transfer area	m ²			3,58
Heat flux	kW/m ²			19,3
Mean temperature difference	K			24,12
O.H.T.C. (available/required)	W/m ² ,°C			1290/775
Pressure drop - total*	kPa		0,348	20,0
- in ports	kPa		0,0492	2,79

[Enter the product site](#)

[Download a product sheet](#)

Full range of Semi welded Plate Heat Exchangers

- Design pressure and Design temperature fitting Cascade duties

Pressure resistance

	M6- MW	M10- BW	T10- EW	MK15- BW	TK20- BW	T20- BW	MA30- W
16 bar	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
25 bar	Yes	Yes	Yes	-	-	-	Yes
30 bar	-	Yes	-	Yes	Yes	Yes	Yes
40 bar	-	Yes	Yes	Yes	-	-	-
55 bar	-	Yes	-	-	-	-	-
63 bar	-	-	Yes	-	Yes	-	-

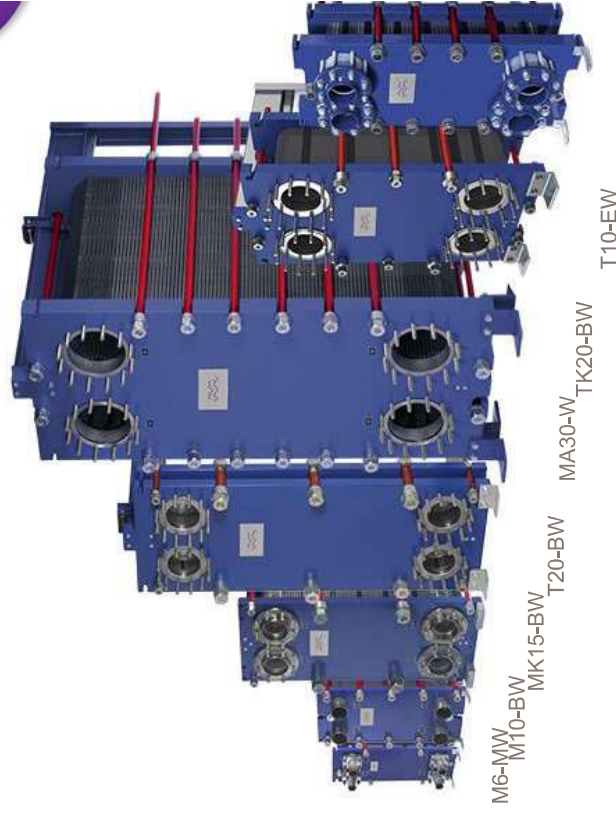
Lifetime expectancy of gaskets *

16-18
years*

NH₃/CO₂ cascade heat exchanger

*Refers to a general operation of equipment with original gaskets and the ammonia or carbon dioxide containing mineral compressor oil only..

We recommend doing preventive maintenance with original spare parts, well before the time above.





1 Ölabscheider für HFKW-Kältemittel und R22

Anwendungsbereiche

Die folgende Übersichtstabelle ermöglicht eine Schnellauswahl von Ölabscheidern (bis $t_o = +5^\circ\text{C}$) auf Basis des maximalen Saugvolumenstroms (theoretisches Fördervolumen). Eine Auswahl unter Vorgabe der realen Betriebsbedingungen – einschließlich ECO-Anwendung – ist mit der BITZER Software möglich. Diese Methode berücksichtigt alle Eingabe-Parameter und sollte deshalb bevorzugt werden.

Auslegung für Systeme mit überflutetem Verdampfer auf Anfrage.

1 Oil separators for HFC refrigerants and R22

Application ranges

The following chart allows a quick selection of oil separators (up to $t_o = +5^\circ\text{C}$) based on the maximum suction volume flow (theoretical displacement). A selection based on actual operating conditions – including ECO operation – can be made by using the BITZER Software. This method considers all input parameters and should therefore be favoured.

Layout for systems with flooded evaporator upon request.

1 Маслоотделители для HFC хладагентов и R22

Области применения

Следующая таблица позволяет осуществить быстрый подбор маслоотделителей (до $t_o = +5^\circ\text{C}$) основанный на максимальной объемной подаче (теоретической объемной производительности). Подбор, основанный на реальных рабочих условиях – включая работу с ECO – может быть произведен с помощью BITZER Software. Этот метод учитывает все исходные параметры и поэтому является приоритетным.

Схема для систем с затопленным испарителем предоставляется по запросу.

	maximaler Saugvolumenstrom (theoretisches Fördervolumen) maximum suction volume flow (theoretical displacement) максимальная объемная подача (теоретическая объемная производительность)								
	Klimabereich High temperature range Высокотемпературная область		Normalkühl-Bereich Medium temperature range Среднетемп. обл		Tiefkühl-Bereich Low temperature range Низкотемп. обл		Anzahl Verdichter No. of compressors Кол-во компрессоров		
	m ³ /h		m ³ /h		m ³ /h				
	R134a R22	R404A R507A	R134a R22	R404A R507A			HS.53	HS.74	HS.85
OA1954	250	220	300	300	300	max.	2	1	
OA4188	580	440	660	620	660	max.	5	2	1
OA9111	1160	840	1320	1180	1320	max.		5	3
OA14111	1320	1180	1320	1320	1320	max.		6	4
OA25112	2050	1900	2300	2100	2500	max.		6	6

Technische Daten

Technical data

Технические данные

Typ Type Тип	Gewicht Weight Вес [kg]	Maximale Ölfüllung Maximum oil charge Макс заправка маслом [dm ³]	Behälter-Inhalt (gesamt) Receiver volume (total) Объем сосуда (общий) [dm ³]	Ölheizung Oil heater Подогреватель масла [Watt] ^①
OA1954	45	18	40	1 x 140
OA4188	95	40	88	2 x 140
OA9111	180	90	228	3 x 140
OA14111	290	140	395	3 x 140
OA25112	565	250	655	3 x 200

① Gewinde passend in vormontierte Tauchhülse

① Thread fits in pre-mounted heatersleeve

① Резьбовое присоединение в предварительно смонтированной гильзе подогревателя

2 Ölabscheider für NH₃

2.1 Primär-Abscheider

Anwendungsbereiche

Schnellauswahl von Primär-Abscheidern (bis $t_0 = +5^\circ\text{C}$) auf Basis des maximalen Saugvolumenstroms siehe Übersichtstabelle. Auswahl unter Vorgabe der realen Betriebsbedingungen – einschließlich ECO-Anwendung – ist mit der BITZER Software möglich. Diese Methode berücksichtigt alle Eingabe-Parameter und sollte deshalb bevorzugt werden.

OAS-Abscheider siehe Kapitel 2.2.

2 Oil separators for NH₃

2.1 Primary separators

Application ranges

The following chart allows a quick selection of primary separators (up to $t_0 = +5^\circ\text{C}$) based on the maximum suction volume flow. A selection based on actual operating conditions – including ECO operation – can be made by using the BITZER Software. This method considers all input parameters and should therefore be favoured.

OAS separators see chapter 2.2.

2 Маслоотделители для NH₃

2.1 Первичные маслоотделители

Области применения

Следующая таблица позволяет осуществить быстрый подбор маслоотделителей (до $t_0 = +5^\circ\text{C}$) основанный на максимальной объемной подаче. Подбор, основанный на реальных рабочих условиях – включая работу с ECO – может быть произведен с помощью BITZER Software. Этот метод учитывает все исходные параметры и поэтому является приоритетным.

Маслоотделители OAS см. в главе 2.2

	maximaler Saugvolumenstrom (theoretisches Fördervolumen) maximum suction volume flow (theoretical displacement) максимальная объемная подача (теоретическая объемная производительность)				Anzahl Verdichter No. of compressors Кол-во компрессоров		
	Klimabereich High temperature range Высокотемпературная область	Normalkühl-Bereich Medium temperature range Среднетемп. обл	Tiefkühl-Bereich Low temperature range Низкотемп. обл				
	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	OS.A53	OS.A74	OS8553	
OA1954A	160	230	300	max.	1	1	
OA4188A	320	440	660	max.	3	2	1
OA9111A	640	900	1320	max.	6	4	2
OA14111A	960	1320	1320	max.		6	3
OA25112A	1460	2050	2500	max.		6	5

Technische Daten

Technical data

Технические данные

Typ Type Тип	Gewicht Weight Вес [kg]	Maximale Ölfüllung Maximum oil charge Макс заправка маслом [dm ³]	Behälter-Inhalt (gesamt) Receiver volume (total) Объем сосуда (общий) [dm ³]	Ölheizung Oil heater Подогреватель масла [Watt] ^①
OA1954A	50	18	40	1 x 140
OA4188A	95	40	88	2 x 140
OA9111A	185	90	228	3 x 140
OA14111A	295	140	395	3 x 140
OA25112A	565	250	655	3 x 200

① Gewinde passend in vormontierte Tauchhülse

① Thread fits in pre-mounted heater sleeve

① Резьбовое присоединение в предварительно смонтированной гильзе подогревателя

2.2 OAS-Baureihe

Sekundär-Abscheider für Schraubenverdichter

Filterabscheider für Kolbenverdichter

NH₃ ist üblicherweise unlöslich im Öl mit dem der Verdichter betrieben wird. Dies erfordert einen besonders hohen Abscheidegrad des Öls. Deshalb ist es in der Regel bei Schraubenverdichter-Systemen notwendig, einen Sekundär-Abscheider zu installieren.

In Verbindung mit Kolbenverdichtern können die OAS-Modelle alternativ zu herkömmlichen Ölabscheidern eingesetzt werden.

Anwendungsbereiche

2.2 OAS Series

Secondary oil separators for screw compressors

Filter separators for reciprocating compressors

NH₃ is usually insoluble in the oil the compressor is operated with. This requires an especially high degree of oil separation. Therefore it is usually required to additionally install a secondary separator.

For reciprocating compressors the OAS models can be used alternatively to conventional oil separators.

Application ranges

2.2 Серия OAS

Вторичный маслоотделитель для винтовых компрессоров

Фильтр-отделитель для поршневых компрессоров

NH₃ обычно не растворяется в компрессорном масле. Это требует особенно высокой степени маслоотделения. Поэтому обычно требуется устанавливать дополнительный вторичный отделитель.

Модели OAS могут быть использованы для поршневых компрессоров как альтернатива обычным маслоотделителям.

Диапазон применения

Verflüssigungstemperatur Condensing temperature Темп. конденсации	maximaler Massenstrom maximum mass flow максимальный массовый расход [kg/h]			
	20°C	30°C	40°C	50°C
OAS322	34	45	60	75
OAS744	90	120	160	200
OAS1055	225	300	400	500
OAS1655	325	425	580	750
OAS3088	600	800	1090	1400

Für größere Leistungen können die OAS-Modelle parallel geschaltet werden.

In Verbundanlagen kann es ggf. vorteilhaft sein BITZER Combi-Ölabscheider der OAC-Baureihe einzubauen. Siehe hierzu Prospekt DP-502.

In order to raise the capacity, the OAS models can be operated in parallel.

With compounding systems it may be advantageous to install a BITZER combined oil separator of the OAC series. See brochure DP-502.

С целью увеличения производительности OAS модели могут работать в параллель.

Для компаундной системы лучшим решением может стать установка комбинированного маслоотделителя BITZER OAC серии. См. проспект DP-502

Technische Daten

Technical data

Технические данные

Typ Type Тип	Gewicht Weight Вес [kg]	Maximale Ölfüllung Maximum oil charge Макс заправка маслом [dm ³]	Behälter-Inhalt (gesamt) Receiver volume (total) Объем сосуда (общий) [dm ³]
OAS322	7	0,4	2,7
OAS744	15	0,7	7
OAS1055	30	1	10
OAS1655	35	1	16
OAS3088	50	1,5	30

Додаток 18

Technische Daten						Technical data								
Ölabscheider	Schweiß-anschluss	Lötanschluss	Gerätevolumen	Hochdruck	Gaskühleraustritt	Maximaler Verdichter-Massenstrom bei 10K Überhitzung [kg/h]								
Oil Separator	Welding connection	Solder connection	Device volume	High pressure	Gas cooler outlet temp.	Maximum mass flow compressor based on 10K superheat [kg/h]								
Typ / Type	Ø DN*	Ø DL* mm	Ø DL* inch	V _{Dev} l	bar	°C	Verdampfungstemperatur / Evaporating temperature [°C]							
							15	10	5	0	-5	-10	-15	-20
BOS3-CDH-1ZFE	DN10 (Ø 17,2)	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	548	485	424	366	310	256
BOS3-CDH-1AFO	DN25 (Ø 33,7)	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
BOS3-CDH-1BFO	DN32 (Ø 42,4)	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
BOS3-CDH-1CFO	DN50 (Ø 60,3)	54	2.1/8	25,3	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	21388	18908	16580	14379	12277	10251	8282

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



2. Selecting a suitable water cooled oil cooler with the help of the Technical Documentation of BITZER

In our example, an oil cooler load of 162.7 kW is required. That means that one BITZER oil cooler OW860A(C) per compressor is necessary.

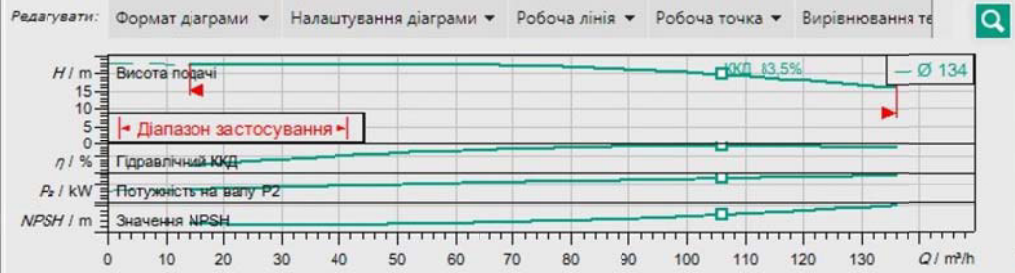
11.6 Wassergekühlte Ölkühler für NH ₃				11.6 Water-cooled oil coolers for NH ₃				11.6 Refroidisseurs d'huile à eau pour NH ₃						
Leistungsdaten				Performance data				Données de puissance						
Gewicht	Behälter-Inhalt	Anzahl Verdichter		Öltemp. (Eintritt)	Q	Nennleistung			V	Nominal capacity				
Weight	Receiver volume	No. of compress.		Oil temp. (inlet)		Pulsance nominale				Coolant flow				
Poids	Contenance réservoir	No. de compress.		Temp. d'huile (entrée)		Druckabfall bei Kühlmedium-Ein- / Austrittstemperatur				Perte de pression à température d'entrée / de sortie de fluide caloporteur				
	①	②			15 / 25°C			27 / 32°C			40 / 47,5°C			
kg	dm ³	dm ³		°C	Q	V	Δp	Q	V	Δp	Q	V	Δp	
					kW	m ³ /h	bar	kW	m ³ /h	bar	kW	m ³ /h	bar	
OW160A(C)	55	9,5	3,5	max. 1	80	16,7	1,44	0,002	15,0	2,6	0,05	10,4	1,2	0,001
OW290A(C)	75	11,5	7,0	max. 1	80	33,4	2,9	0,015	30,0	5,2	0,05	20,8	2,4	0,001
OW860A(C)	170	32,0	23,0	max. 2	80	64,0	5,5	0,007	60,0	10,3	0,15			

<p>① Öl-Seite maximal zulässiger Druck 28 bar zulässige Temperatur -10 bis 120°C</p> <p>② Kühlmedium-Seite maximal zulässiger Druck 10 bar zulässige Temperatur -10 bis 95°C Frostschutz bei Bedarf einsetzen!</p> <p>Abnahme entsprechend der EG-Druckgeräterichtlinie 97/23/EG, andere Abnahmen auf Anfrage.</p>	<p>① Oil side max. allowable pressure 28 bar allowable temperature -10 to 120°C</p> <p>② Coolant side max. allowable pressure 10 bar allowable temperature -10 to 95°C Use anti-freeze if required!</p> <p>Approval according to EC Pressure Equipment Directive 97/23/EC, other approvals upon request.</p>	<p>① Côté d'huile pression maximale admissible 28 bar température admissible -10 à 120°C</p> <p>② Côté de fluide caloporteur pression maximale admissible 10 bar température admissible -10 à 95°C Utiliser anti-gel si nécessaire!</p> <p>Contrôle conforme à la Directive CE Equipements sous Pression 97/23/CE, autres réceptions sur demande.</p>
--	--	---

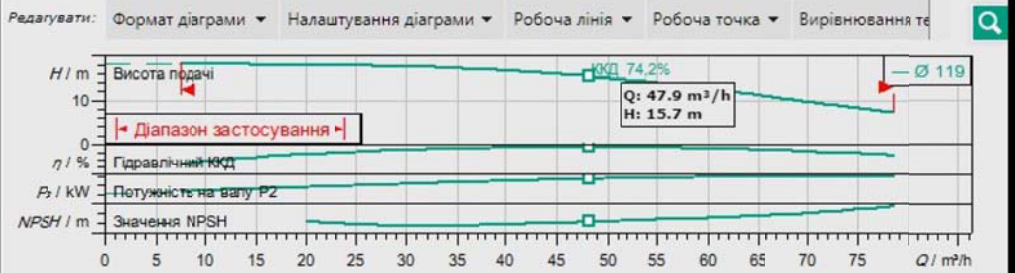
For further information about oil cooling: [Technical Information ST-140](#).

Додаток 21

IPL 80/155-7,5/2 PN 10: Характеристичні криві насоса

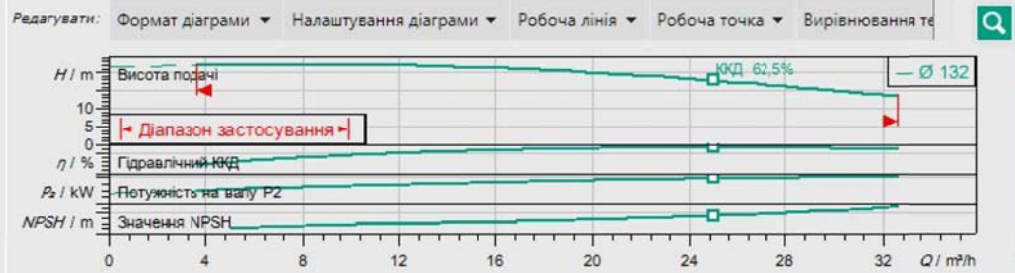


IPL 65/120-3/2 PN 10: Характеристичні криві насоса

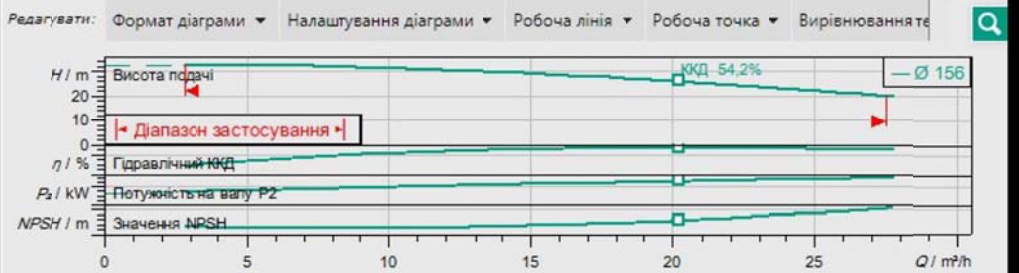


Точки робочої лінії

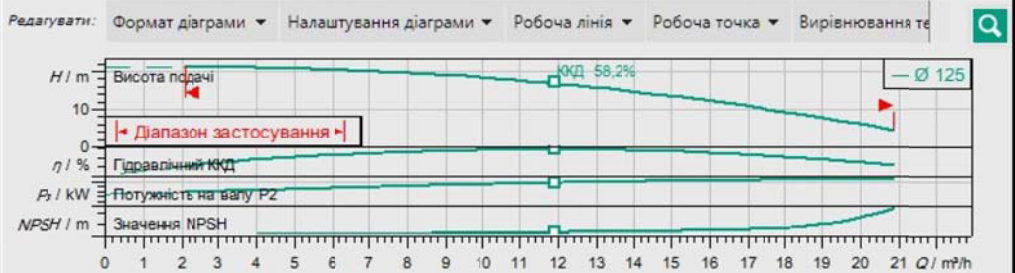
IPL 40/130-2,2/2 PN 10: Характеристичні криві насоса



IPL 32/165-3/2 PN 10: Характеристичні криві насоса



IPL 32/125-1,1/2 PN 10: Характеристичні криві насоса



Додаток 22

Тип	Объем ресивера dm ³ (l)	Максимальное наполнение хладагента [⊙]			Вес kg	Присоединения [⊙]				Присоединительная резьба/фланец		Манометр	Смотровые стекла [⊙]
		R134a (kg)	R404A R507A (kg)	R22 (kg)		Вход \varnothing		Выход \varnothing		Вход	Выход		
						Zoll Inch дюйм	Zoll Inch дюйм	Zoll Inch дюйм	Zoll Inch дюйм				
FS36	3	3,3	2,9	3,3	3	10	3/8"	10	3/8"	-	3/4" - 16 UNF	7/16" - 20 UNF	1 [⊙]
FS56	5,6	6,2	5,4	6,1	5	10	3/8"	10	3/8"	-	3/4" - 16 UNF		2 [⊙]
FS76	7,8	8,5	7,5	8,5	6	12	1/2"	12	1/2"	-	1" - 14 UNS		2 [⊙]
FS102	10	11,0	9,6	10,9	11	16	5/8"	12	1/2"	1 1/4" - 12 UNF	1" - 14 UNS		2
FS152	15	16,6	14,4	16,3	10	22	7/8"	16	5/8"	1 1/4" - 12 UNF	1" - 14 UNS		2
FS126	13	14,3	12,5	14,2	13	12	1/2"	12	1/2"	-	1" - 14 UNS		2 [⊙]
FS202	20	22,1	19,2	21,8	17	22	7/8"	22	7/8"	1 3/4" - 12 UNF	1 1/4" - 12 UNF		2
FS252	25	27,6	24,0	27,2	20	22	7/8"	22	7/8"	1 3/4" - 12 UNF	1 1/4" - 12 UNF		3
FS302	30	33,1	28,8	32,7	22	28	1 1/8"	22	7/8"	1 3/4" - 12 UNF	1 1/4" - 12 UNF		3
FS402	39	43,0	37,5	42,5	28	28	1 1/8"	22	7/8"	1 3/4" - 12 UNF	1 1/4" - 12 UNF		3
FS562	56	61,8	53,8	61,0	42	35	1 3/8"	28	1 1/8"	2 1/4" - 12 UNF	1 3/4" - 12 UNF	3	
FS732	73	80,5	70,2	79,5	50	35	1 3/8"	28	1 1/8"	2 1/4" - 12 UNF	1 3/4" - 12 UNF	3	
FS902	89	98,2	85,5	96,9	60	42	1 5/8"	35	1 3/8"	2 1/4" - 12 UNF	1 3/4" - 12 UNF	3	
FS1122	112	123,6	107,7	122,0	86	54	2 1/8"	42	1 5/8"	112 x 112	2 1/4" - 12 UNF	3	
FS1602	160	176,5	153,8	174,2	116	54	2 1/8"	42	1 5/8"	112 x 112	2 1/4" - 12 UNF	3	
FS2202	228	251,6	219,2	248,3	155	76	3 1/8"	54	2 1/8"	140 x 140	112 x 112	1/4" - 18 NPTF	3
FS3102	320	353,1	307,6	348,5	195	76	3 1/8"	54	2 1/8"	140 x 140	112 x 112		3
FS4002	395	435,8	379,7	430,2	260	DN100	76	3 1/8"		160 x 160	140 x 140	3	
FS4752	473	521,0	454,7	515,1	200	DN100	76	3 1/8"		160 x 160	140 x 140	3	
FS5502	550	606,8	528,7	589,0	325	DN100	76	3 1/8"		160 x 160	140 x 140	3	

Додаток 23

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 CO₂ 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.

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						
Sammler	Inhalt				Schweiß-anschluss	Löt-anschluss		Abmessungen							Gewicht		
Receiver	Volume				Welding connection	Solder connection		Dimensions							Weight		
Typ	Vt	V1	V2	V3	ØA	ØB	ØB	ØD	ØDF	ØTF	ØBF	H	A	h1	h2	h3	kg
Type	l	l	l	l	mm	mm	inch	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
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

Додаток 24

НАИМЕНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ	ВНУТРЕННИЙ ОБЪЕМ	РАЗМЕРЫ					МАССА	УСЛОВНЫЕ ПРОХЛДЫ ШТУЦЕРОВ И ПАТРУБОВ (ДВ)					ПОДБОР ОНК К ИСПИТЕЛИЯМ			
		Д	Д ₁	В	Н	L		вход газов аммиака	выход газов аммиака	вход жидкого аммиака	выход жидкого аммиака	к уравнительной линии	испаритель/ дилуэтор холода			
		мм	мм	мм	мм	мм		А	В	Б	Г	К	панельный	трубчатый		
маркировка	м ³	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм
ош-70	0,185	426	623	826	1885	672	240	65	65	20	40	50	ИП-30...40	ИП-25...30/ ИП-25А...30А		
ош-100	0,355	530	730	938	2192	765	340	100	100	32	40	50	ИП-60...90/ ИП-60А...80А	ИП-50...75/ ИП-50А...75А		
ош-125	0,520	650	832	1030	2227	853	425	125	125	32	80	50				
ош-150	0,780	820	1024	1220	2845	1020	655	150	150	50	80	50	ИП-120...180/ ИП-120А...160А	ИП-100...150		
ош-200	1,176	1020	1224	1420	2975	1195	992	200	200	50	125	50	ИП-240...320/ ИП-240А...260А	ИП-200...260		

Model	Refrigeration Holding Capacity (kg at -18 °C)			M	Recommended kW of refrigerant at suction evaporating temp [°C]															
	R134a	R22	R404A		R134a					R22					R404A/R507					
					+5°	-7°	-18°	-29°	-40°	+5°	-7°	-18°	-29°	-40°	+5°	-7°	-18°	-29°	-40°	
1/2"	SLA.33b.12.1.7 SLA.A.33b.12.1.7	1,4	1,4	1,2	Max.	1,6	1,2	0,8	0,5	0,6	3,1	2,2	1,6	1,0	0,7	3,1	2,2	1,5	0,9	0,6
					Min.	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,5	0,3	0,3	0,2	0,2	0,5	0,3	0,3	0,3	0,2
5/8"	SLA.33b.16.1.7 SLA.A.33b.16.1.7	1,4	1,4	1,2	Max.	3,2	2,3	1,5	1,0	0,6	6,2	4,4	2,9	1,9	1,2	6,3	4,3	2,8	1,8	1,1
					Min.	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4
3/4"	SLA.33b.19.1.7 SLA.A.33b.19.1.7	1,4	1,4	1,2	Max.	4,5	3,1	2,1	1,4	0,8	8,6	6,0	4,0	2,7	1,7	8,7	5,9	3,8	2,5	1,5
					Min.	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4	1,3	1,0	0,9	0,7	0,5	1,3	1,0	0,8	0,6	0,5
7/8"	SLA.33b.22.3.5 SLA.A.33b.22.3.5 SLA.E.33b.22.12.3.5	2,9	2,8	2,6	Max.	7,7	5,4	3,6	2,3	1,4	14,7	10,4	6,8	4,5	2,9	14,9	10,3	6,5	4,2	2,6
					Min.	1,4	1,1	0,9	0,7	0,6	1,8	1,6	1,3	1,1	0,8	1,9	1,5	1,2	1,0	0,7
1 1/8"	SLA.33b.28.5 SLA.A.33b.28.3.5 SLA.E.33b.28.12.5	4,1	4,0	3,7	Max.	16,4	11,4	7,4	4,8	2,9	31,0	22,1	13,9	9,3	5,8	31,5	21,7	13,3	8,6	5,2
					Min.	2,2	1,8	1,5	1,2	1,0	2,9	2,6	2,1	1,7	1,3	3,0	2,5	2,0	1,6	1,2
1 3/8"	SLA.33b.35.6 SLA.A.33b.35.6 SLA.E.33b.35.12.6	4,9	4,8	4,4	Max.	27,8	18,8	12,0	7,6	4,7	53,2	36,6	22,8	15,0	9,5	54,0	36,0	21,8	14,0	8,6
					Min.	4,5	3,8	3,2	2,5	2,0	5,9	5,1	4,3	3,4	2,8	6,0	5,0	4,1	3,2	2,5
1 3/8"	SLA.33b.35.8.1 SLA.A.33b.35.8.1 SLA.E.33b.35.12.8.1	6,6	6,5	5,9	Max.	27,8	18,8	12,0	7,6	4,7	53,2	36,6	22,8	15,0	9,5	54,0	36,0	21,8	14,0	8,6
					Min.	4,5	3,8	3,2	2,5	2,0	5,9	5,1	4,3	3,4	2,8	6,0	5,0	4,1	3,2	2,5
1 5/8"	SLA.33b.42.8.1 SLA.A.33b.42.8.1 SLA.E.33b.42.12.8.1	6,6	6,5	5,9	Max.	49,5	33,9	21,2	13,4	8,2	93,9	65,2	39,9	26,2	16,6	95,3	64,2	38,2	24,4	15,0
					Min.	7,7	6,4	5,4	4,4	3,5	10,4	8,5	7,4	6,1	4,9	10,5	8,4	7,1	5,7	4,4
2 1/8"	SLA.33b.54.9 SLA.A.33b.54.9 SLA.E.33b.54.16.9	7,3	7,3	6,6	Max.	109,0	70,8	49,4	26,4	17,6	198,3	136,6	81,5	60,6	38,9	201,2	134,4	84,7	56,4	35,3
					Min.	14,5	12,2	10,7	8,9	7,0	20,8	18,4	14,9	13,2	9,7	21,1	18,1	14,2	12,3	8,8
2 1/8"	SLA.33b.54.13 SLA.A.33b.54.13 SLA.E.33b.54.16.13	10,6	10,5	9,5	Max.	109,0	70,8	49,4	26,4	17,6	198,3	136,6	81,5	60,6	38,9	201,2	134,4	84,7	56,4	35,3
					Min.	14,5	12,2	10,7	8,9	7,0	20,8	18,4	14,9	13,2	9,7	21,1	18,1	14,2	12,3	8,8
2 1/2"	SLA.33b.64.25.F4 SLA.A.33b.64.25.F4 SLA.E.33b.64.19.25.F4	20,4	20,2	18,3	Max.	155,8	102,2	68,5	38,3	20,7	275,2	188,0	125,0	85,1	47,6	279,3	185,1	119,7	79,3	43,1
					Min.	19,6	17,8	14,4	11,2	9,2	29,1	26,5	21,9	20,5	5,4	29,5	26,1	21,0	19,1	4,9