



ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КОМПЛЕКСНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

на тему «Будівництво цеху з переробки молока у продукти із незбираного молока у м. Южний із застосуванням інноваційних технологій систем охолодження»

Частина 3

на тему «Проект цеху з переробки молока на продукти із незбираного молока у м. Южний»

Здобувача Горяченко Р.Р.

2 курсу ЕН-141ск- групи

Керівник к.т.н.доц. Жихарєва Н.В.

Консультанти: к.т.н.доц. Жихарєва Н.В.

к.т.н.доц. Когут В. О.

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 19. липня 2023 р. протокол № 10.

Завідувач кафедри

ХУіКП
(назва кафедри)

_____ (підпис)

Михайло ХМЕЛЬНЮК

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	<u>Низькотемпературної техніки та інженерної механіки</u>
Кафедра	<u>Холодильних установок і кондиціонування повітря</u>
Ступень вищої освіти	<u>Бакалавр</u>
Спеціальність	<u>142 «Енергетичне машинобудування»</u>
Освітня програма	<u>Холодильні машини, установки і кондиціонування повітря</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
д.т.н., проф. Хмельнюк М.Г.
«17» березня 2023 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Горяченко Роман Русланович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Проект холодильної установки зі збереженням виробництва холоду для цеху переробки молока у м. Южний».

Затверджена наказом академії від 03.10.2022 р. наказ № 689-03.

2. Термін задачі здобувачем закінченої роботи: 01.06.2023

3. Вихідні дані роботи: м. Южне, промислове підприємство, температура повітря в приміщенні в літку 18°C , температура повітря в приміщенні в зимку 18°C , температура зовнішнього повітря 28°C .

4. Перелік питань, які потрібно розробити: техніко-економічне обґрунтування, розрахунок процесів кондиціонування повітря, вибір розрахункових параметрів внутрішнього та зовнішнього повітря, розрахунок теплопритоків, обґрунтування вибору обладнання СКП та холодильної установки, підбір обладнання.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Проект холодильної установки для цеху з виробництва молочної продукції, план молочного цеху для збереження виробництва холоду, конденсатор з повітряним охолодженням, чиллер Galletti WRE 132.

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

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н.доц. Жихарева Н.В.	01.05.2022	01.06.2023

7. Дата видачі завдання: 01.09.2021

Керівник _____ Жихарева Н.В.

Завдання прийняв до виконання _____ Філков І.О.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вступ.	03.03-09.03	Виконано
2.	Загальна характеристика підприємства та технології виробництва продукції	10.03-13.03	Виконано
3.	Холодильне та інше обладнання в молочних цехах та підсобних приміщеннях де використовуються холодильні технології а також більш детально про деякі процеси	14.03-28.03	Виконано
4.	Розрахунок процесів літнього та зимового кондиціонування повітря	02.04-14.04	Виконано
5.	Вибір і розрахунок апаратів центральної системи кондиціонування повітря	15.04-25.04	Виконано
6.	Розрахунок та підбір основного холодильного обладнання	26.04-07.05	Виконано
7.	Охорона праці	08.05-20.05	Виконано
8.	Висновки	21.05-27.05	Виконано

Здобувач – дипломник _____ Горяченко Р.Р.

Керівник роботи _____ Жихарева Н.В.

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

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

Здобувач-дипломник _____ Горяченко Роман Русланович _____

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота бакалавра тема “Проект холодильної установки зі збереженням виробництва холоду для цеху переробки молока у м. Южний” складається з: 102-сторінки тексту, 8-рисуноків, 43-таблиць, 15 посилань на літературні джерела.

У даній кваліфікаційній роботі розглянуто холодильну машину з компресором Crownwell CWD110A-PM, чиллером Galletti WRE 132, повітряним конденсатором Dantex DP-UPC710BOD/F, випарником DALGAKIRAN ECH-130, працюють сисеми на R410a мова про дослідження та розробку системи кондиціонування повітря та холодильної установки для цеху переробки молока у м. Южний. Це основні завдання, які полягли в основу кваліфікаційної праці.

В роботі проведений розрахунок процесів кондиціонування повітря та підбір холодильного обладнання для збереження виробництва холоду : вибір розрахункових параметрів внутрішнього й зовнішнього повітря; розрахунок теплопритоків і вологопритоків; обґрунтування вибору і підбір обладнання для систем кондиціонування повітря.

Ключові слова: системи кондиціонування, холодильна установка, компресор, конденсатор, випарник, теплопритоки, молочний цех, холодильне обладнання для збереження виробництва холоду.

ANNOTATION

The bachelor's qualification work on the topic "Project of a refrigeration plant with preservation of cold production for a milk processing plant in the city of Yuzhny" consists of: 102 pages of text, 8 figures, 43 tables, 15 references to literary sources.

In this qualification work, a refrigerating machine with a Crownwell CWD110A-PM compressor, a Galletti WRE 132 chiller, a Dantex DP-UPC710BOD/F air condenser, a DALGAKIRAN ЭCH-130 evaporator, operating systems on R410a is discussed, the research and development of an air

conditioning system and a refrigeration unit for milk processing plant in Yuzhny. These are the main tasks that formed the basis of qualification work.

In the work, the calculation of air conditioning processes and the selection of refrigeration equipment to preserve cold production are carried out: the selection of calculation parameters of internal and external air; calculation of heat inflows and moisture inflows; justification of the choice and selection of equipment for air conditioning systems.

Key words: air conditioning systems, refrigerating plant, compressor, condenser, evaporator, heat flow, dairy shop, refrigerating equipment for maintaining cold production.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	1
1.ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ.....	3
1.1.Загальні відомості про підприємство.....	3
1.2.Фізико-географічна характеристика об'єкту.....	3
1.3.ІСНУЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА МОЛОКА ТА МОЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ.....	5
1.3.1.Технологія виробництва ряжанки.....	8
1.3.2.Технологія виробництва сметани.....	11
1.3. 3. Технологія виробництва кефіру	13
1.3.4. Технологія виробництва сиру та масла.....	14
1.3.5. Технологія виробництва йогурту.....	16
1.3.6. Деякі кисломолочні напої які складно зробити на підприємствах.....	18
2.ХОЛОДИЛЬНЕ ТА ІНШЕ ОБЛАДНАННЯ В МОЛОЧНИХ ЦЕХАХ ТА ПІДСОБНИХ ПРИМІЩЕННЯХ ДЕ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ХОЛОДИЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ А ТАКОЖ БІЛЬШ ДЕТАЛЬНО ПРО ДЕЯКІ ПРОЦЕСИ.....	24
2.1. Охолодження молока.....	24
2.2Виробництво цільномолочної продукції.....	25
2.3. Вершки та солодковершкове масло	26
2.4 Кисло-молочна сиркова маса і сметана.....	27
2.5 Виробництво сиру.....	29
2.6.Молочні консерви	30
2.7.Морозиво.....	31
3. ОСНОВНІ ВИХІДНІ ДАНІ ПРОЕКТУ.....	32
4. РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСІВ ЛІТНЬОГО ТА ЗИМОВОГО КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ.....	33
4.1 Вибір розрахункових параметрів внутрішнього та зовнішнього повітря.....	33

					КРБ.ХУіКП 1. 689-03.11.3			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.					Розрахунково- пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.						4	109	
Реценз.					ЕНск-141- група			
Н. Контр.								
Затверд.								

4.2 Розрахунок загальних теплоприпливів у приміщенні	35
4.3 Розрахунок теплоприпливів через зовнішні масивні огороження для теплого періоду року	36
5. Визначення витрати повітря систем кондиціонування повітря.....	51
6. ВИБІР І РОЗРАХУНОК АППАРАТІВ ЦЕНТРАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ	59
6.1 Розрахунок обладнання системи	59
7 РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ОСНОВНОГО ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОЛАДНАННЯ.....	66
7.1 Тепловий розрахунок компресора.....	66
7.2 Підбір чилера та розрахунок діаметра труб.....	69
7.3 Розрахунок повітряного конденсатору.....	70
7.4 Розрахунок випарника.....	78
8 РОЗРАХУНОК ПОВІТРЯНОГО КАРМАНОВОГО ФІЛЬТРУ.....	82
9 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	84
10.ОЦІНКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ НОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ, НОВОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ІНШИХ ІННОВАЦІЙ.....	102
11.ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	106
12. ВИСНОВКИ.....	108

ВСТУП

Актуальність теми:

З давніх-давен до сучасності виробництво молока та його користь для здоров'я жилилися, насолоджувалися та вдосконалювалися поколіннями в усьому світі. Від поживних культур і зміцнення імунітету до допомоги у схудненні та запобіганні хворобам, молочні продукти принесли нам масу користі для здоров'я. Тому попит на молоко і молочну продукцію і надалі буде, а особливо після винайдення холодильників та обладнання з переробки молока...

Мета роботи: Проект холодильної установки зі збереженням виробництва холоду для цеху переробки молока у м. Южний.

Задачі дослідження:

- спроектувати холодильну установку зі збереженням виробництва холоду для цеху переробки молока у м. Южний, технологію виробництва продукції, діюче устаткування; - дослідити існуючі холодильні установки та виробництва молочних продуктів на підприємствах, проаналізувати можливі варіанти більш сучасного обладнання та обрати найбільш досконалу холодильну установку зі збереженням виробництва холоду для цеху переробки молока; - зробити еколого-економічне обґрунтування обладнання; - розглянути охорону праці та пожежну безпеку на підприємстві.

Об'єкт дослідження:

Майбутній цех з переробки молока у продукти із незбираного молока у м. Южний.

Предмет дослідження

Проектування та будівництво цеху з переробки молока у продукти із незбираного молока у м. Южний із застосуванням інноваційних технологій холодильної промисловості.

Методи дослідження: робота виконувались завдяки методу аналізу та синтезу для узагальнення літературних джерел та виявлення напрямків досліджень; аналітичний метод при виборі найбільш досконалої холодильної устанровки; математичні розрахунки, які використані при еколого-економічному обґрунтуванні запропонованих технічних рішень роботи.

1.ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ

1.1 Загальні відомості про підприємство

ТОВ «» засновано у 2023 року в м.Южний , Одеського району, Одеської області.

Підприємство сформувалось за рахунок будівництва різних цехів.

Проектною потужністю запланована переробка до 50 тонн молока на добу.(45т)

Юридична адреса підприємства – , Одеська область , Одеський район, м. Южне .

Напрямами діяльності підприємства є: - виробництво молока, сиру, масла, кисломолочних продуктів; - оптова торгівля молочними продуктами, харчовими оліями та жирами.

Асортимент і плановий річний обсяг виробництва продукції ТОВ «молокозавод» наведено в таблиці 1.1.

№	Назва продукції(10т)	Кількість продукції, т / рік
1	Кефір 0% жирності	254
2	Кефір 2,5% жирності	254
3	Йогурт 2,8% жирності	762
4	Ряжанка 3,2% жирності	254
5	Сметана 15% жирност і	381
6	Сметана 20% жирності	406,4
7	Сир кисломолочний 0 % жирності	76,2
8	Сир кисломолочний 5% жирності	76,2
9	Сир кисломолочний 10% жирності	76,2
10	Всього:	2540

Сировинні розрахунки

Асортимент продукції в запроєктованому цеху ,т/зм:

6.Молоко пастеризоване масовою часткою жиру 2,5 % в пакетах Брик-Пак по 1000см³. -10.

7.Кефір масовою часткою жиру жиру 1,5 % в пакетах Брик-Пак по 500см³.-13.

8. Біфідойогурт масовою часткою жиру жиру 2,5 % в пакетах Пюр-Пак по 500см³.-7.

9. Ряжанка масовою часткою жиру жиру 4 % в полістиролових стаканчиках по 400см³.-10.

10. Сметана масовою часткою жиру жиру 20 % в пакетах Брик-Пак по 400см³. Вершки від нормалізації.

Молоко базисної жирності

№	Асортимент продукції	Маса готового продукту, т	Маса молока базисної жирності, кг	Витрата основної сировини				Витрата допоміжно і сировини		
				Молоко з масовою часткою жиру, %				Вершки 20%	Цукор	СЗ М
				3,4	2,5	1,5	0,05			
1	Молоко 2,5 % в Брик-Пак	10	10630	-	104 3	-	-	-	-	
2	Кефір 1,5 % в Брик-Пак	13	14585,41	-	-	130 35, 1	-	-	-	
3	Ряжанка 4 % в п/с стаканчиках	10	9664,6	-	-	-	362,4	-	-	
4	Біфідойогурт 2,5 % в Пюр-Пак	7	6897,28	-	-	3220 ,8	-	565, 9	275 ,9	
5	Сметана 20% п/с встаканчиках	2,33	-	-	-	-	2339,57	-	-	
	Всього	42,33	41777,27	126 75, 6	100 43	130 35, 1	3220 ,8	2702	565, 9	275 ,9
				41676,5						

1.2 Фізико-географічна характеристика об'єкту

Підприємство знаходиться в південно-західній частини Одещини. Клімат волого-континентальний, близько до субтропічного, теплий, достатньо вологий. Територія розташовується в степовій області, засадженна умовно-природними та антропогенними лісами. На території спостерігаються степи, степна рослинність .

На підвищеннях спостерігається деревно-чагарниковий ярус, що займає 10% території. Частково з'являється нестабільний рослинний покрив, що пов'язаний з наявністю значної кількості видів із широкою екологічною амплітудою. Щодо зоогеографічного районування України, територія підприємства відноситься до Дністровсько-Бузької приділянки та степу, Європейської степової провінції.

Тваринний світ характеризується появою степових видів, однак зональні риси на території проявляються дуже сильно. На досліджуваній ділянці не спостерігаються види тварин, птахів та комах, що охороняються на державному та регіонально рідкісні види. Поблизу даної ділянки не спостерігаються об'єкти природо-заповідного фонду України, як загальнодержавного так регіонального значення .

Кліматичні особливості регіону досить сприятливі для росту та розвитку багатьох видів рослин та тварин. Середньомісячна температура протягом 2023 року вказана в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Температурна характеристика області дослідження
(середньорічна температура, °С)

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Темпера-тура	-0.5	-0.2	3.5	9.4	15.6	20	22.6	22.3	17.2	11.6	5.7	1.1

Коефіцієнти, що визначають умови розсіювання забруднюючих речовин в атмосферу становлять: - коефіцієнт стратифікації атмосфери , $A=195$; - коефіцієнт рельєфу місцевості $\mu=1$; Абсолютний мінімум температури за багаторічний термін складає -30 °С, абсолютний максимум 40 °С, середньомісячна температура найбільш жаркого місяця 32.5 °С, найбільш холодного місяця -15.6 °С .

Кількість атмосферних опадів для даної території наведено в таблиці 1.2.1

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Опади	34	37	32	27	36	49	47	39	41	35	40	38
-------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Середньомісячна відносна вологість складає: для січня – 83%, для липня-66%, річна -75%.

Влітку, в основному, північно-західні вітри, у холодний період – східного напрямку. У будь-яку пору року вітри помірні чи слабкі.

В даній географічній області, спостерігається недостатнє зволоження. За рік випадає близько – 488 мм опадів.

1.3 ІСНУЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА МОЛОКА ТА МОЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Технології виробництва молока та молочної продукції

Молоко — це біологічна рідина, секрет молочної залози ссавців. Воно забезпечує молодий організм всіма необхідними поживними, мінеральними і біологічно активними речовинами і є одним з основних продуктів харчування людини та сировиною для виробництва різних молочних продуктів.

Таблиця.1.3 Вміст жиру та калорійність молока та молочних продуктів

Продукт	Вміст жиру, %	Енергетичність(калорійність) ккал/кг
Молоко		
коровяче незбиране	3,7	672
коровяче збиране	0,05	348
овече	5,9	683
козяче	4	1150
Кефір	3,2	560
Вершки 10	10	1173
Вершки 20	20	2101
Сметана	30	3028
Кисломолочний сир(жирний)	18	2371
Масло вершкове солодке	83	7777
Бринза	20	2598
Голландський сир (твердий)	25	3411

Молоко незбиране згущене з цукром	8,8	3450
Сироватка (кисла)	0,07	191
Маслянка	0,30	351

Процес виробництва молока та кисломолочних продуктів складається з декількох дуже важливих етапів, і їх неякісне виконання може призвести до неналежної якості всієї продукції. Молоко – дуже примхлива сировина для виробництва, оскільки, після його отримання, необхідно якнайшвидше охолодити сировину до температури 4°C, в інакшому випадку, за 2-3 години воно втратить свої корисні властивості, при проникненні шкідливої мікрофлори.

Всі види молока, відповідно до чинного законодавства, мають відповідати відповідно до стандарту ДСТУ 3662: 2018 «Молоко - сировина коров'яче. Технічні умови».

Молочна промисловість в цілому можна розділити на кілька видів виробництва, які для виробництва коня

Технологічні процеси відрізняються один від одного:

1. Виробництво молока, наприклад, молоко, кефір, сир, йогурт, вершки;
 2. Виробництво субрика - м'які та тверді типи сирів;
 3. Виробництво масла - масло;
 4. Виробництво морозива - це безпосередньо морозиво в різних його проявах.
- Завдяки такій різноманітній продукції, а також через використання різного обладнання, багато

Основні: тепло; волога; пари; пил (під час вироблення сухого молока).

Єдине, що об'єднує ці продукти, - це те, що основна сировина - це молоко, як сховище багатьох необхідних вітамінів та мікроелементів людині на все життя та розвиток. Тому високі випробування просунуті до всіх виробничих продуктів. Безпосередньо залежать від правильної організації необхідного мікроклімату в кожній кімнаті. Молочні підприємства також поділяються на окремі підприємства, які виробляють окремі продукти цільне молоко, або лише сир тощо), або для великих підприємств (об'єднані в молочних коментарях більшість з них розташовані у великих містах). Тобто, лише при відповідності до органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників, таку сировину можна використовувати у вільному доступі для продажу. Охолоджене молоко нормалізують за масовою часткою жиру, іншими словами, молоко розбавляють обезжиреною

сировиною, для досягнення відповідного показника жирності. Гомогенізація здійснюється в спеціалізованих пристроях – гомогенізаторах. За рахунок високого тиску, молоко проходить через щілину та жирові кульки, що містяться в молоці розбиваються на менші. І завершальним є теплова обробка молока, для його кращого зберігання, при цьому всі корисні речовини не знищуються, основна цінність білок-казеїн. Для прикладу, теплова обробка шляхом непрямой стерилізації зображено на рисунку 1.3..

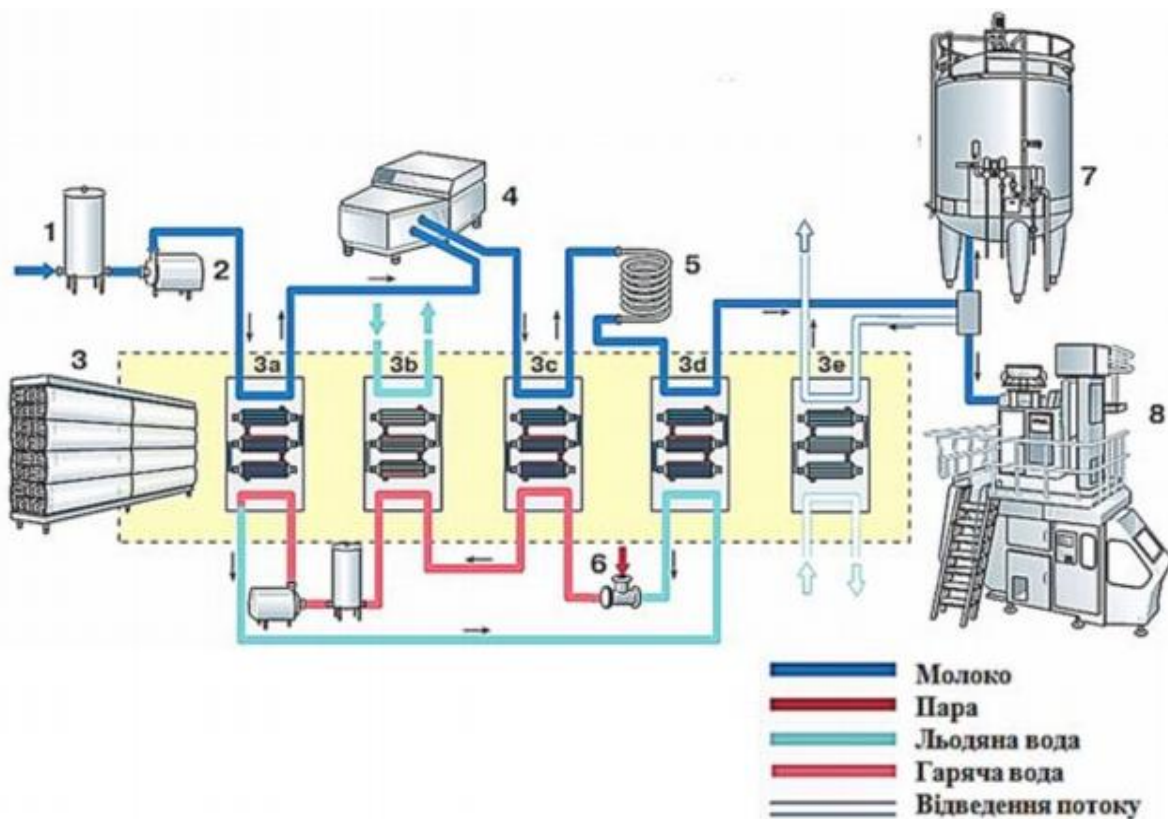


Рисунок 1.3- Стерилізація молока непрямим шляхом

1-урівнювальний бак; 2- насос; 3-трубчастий теплообмінник: 3а- секція попереднього підігріву; 3б- секція охолодження; 3с-секція нагріву; 3d- секція регенерації; 3е – секція охолодження зворотнього потоку; 4-неасептичний гомогенізатор; 5- трубчастий витримувач; 6-інжектор пари; 7-асептичний резервуар; 8-фасувальний автомат для асептичного розливу продукту.

При виробництві пастеризованого молока дотримуються таких технологічних операцій: - очищення молока на фільтрах, центрифугах, і сепараторах-молокоочисниках; - нормалізація молока в сепараторах - нормалізаторах; - гомогенізація; - пастеризація при температурі 76 ± 2 °C, з витримкою 15-20с; - охолодження в пластинчастих установках; - розлив у відповідну тару.

На рисунку 1.3. зображено загальну технологію виробництва молочних продуктів.

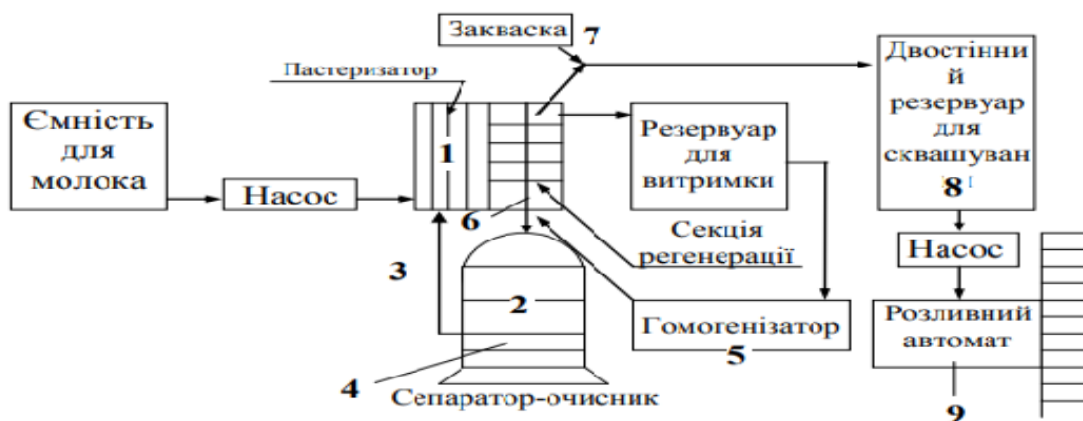


Рисунок 1.3 – Технологічна схема виробництва кисломолочних напоїв

1-пастеризація, нагрівання; 2- очищення; 3-пастеризація з витримкою; 4-сепаратор-очисник; 5-гомогенізація; 6- охолодження в секціях регенерації-пастеризації для кефіру до 20-25°C; 7- змішування із закваскою; 8- сквашування; 9-розлив.

Багато людей також є поціновувачами пряженого молока, і технологія його виробництва має свою специфіку. Після перевірки молока за мікробіологічними параметрами, воно прямує на нормалізацію за показником жирової частки, але з розрахунку певної частки випарювання вологи.

Нормалізоване молоко прямує в спеціальне устаткування на пастеризацію, при температурі 75-85°C, а після відбувається його охолодження.

Далі молоко прямує на етап гомогенізації, для розбивання жирових часток, набуття більш однорідної маси та кращого зберігання.

Молоко нагрівають в трубчастих теплообмінних апаратах, і далі воно прямує на пряження, при температурі 95-99°C протягом 3-5 годин, до моменту досягнення молока властивого кремового відтінку. І наступними етапами вже є охолодження продукції, перевірка її якості, фасування та маркування.

Залежно від шкідливостей, деякі приміщення можуть бути об'єднані в групи, в яких вони надають системи повітрообміну.

1.3.1 Технологія виробництва ряжанки

Ряжанка (завдаванка, колотуха, паруха, сметана, завдавана сметана, розм. пряжанка) — традиційний молочний продукт української кухні, що виготовляється з пряженого молока. Молоко довго парили (пряжили) у печі — до золотавого кольору, охолоджували до кімнатної температури, заправляли ложкою-другою сметани або вершків, накривали і ставили у тепле місце зсідатися. Годин через 12 ряжанка була готова, тоді її знову охолоджували й уживали до вареників і млинців, оладок і коржів, з хлібом і пирогами на полуденок у неділю, а також у святкові дні. Ряжанка і

сьогодні — один із найулюбленіших напоїв. Її виготовляють з натурального молока, яке спочатку піддають пастеризації й отримують пряжене молоко, яке потім заквашують спеціальною кисломолочною закваскою (молочнокислим стрептококом).

Сировина, що потрапляє на підприємство піддається на перевірку і лише при відповідності до всіх показників може використовуватись у виробництві та охолоджується до відповідних температур.

Наступні операції є стандартними, як для молока: нормалізація та гомогенізація. Потім - пряження молока, для отримання особливих смакових властивостей цього молочного продукту (зазвичай при температурі 95-99°C, та тривалістю 3-4,5 годин. Гомогенізують суміш для надання даним продуктам необхідної консистенції, залежно від жирності суміші тиск гомогенізації встановлюють у межах 5-17,5 Мпа в залежності від виробничого процесу.). Після пряження сировина охолоджується до температури заквашування, що складає в середньому 37-42°C. Додається закваска, та відбувається сквашування суміші при температурі 70-110 °C. На сквашування може знадобитися від 6 до 12 годин, залежно від бактеріальної закваски, що використовується..

Отримана сквашена молочна суміш – ряжанка охолоджується до температури $20 \pm 2^\circ \text{C}$, після чого фасується у відповідний об'єм.

Всі основні етапи виробництва ряжанки на підприємстві зображено на рисунку 1.3.1

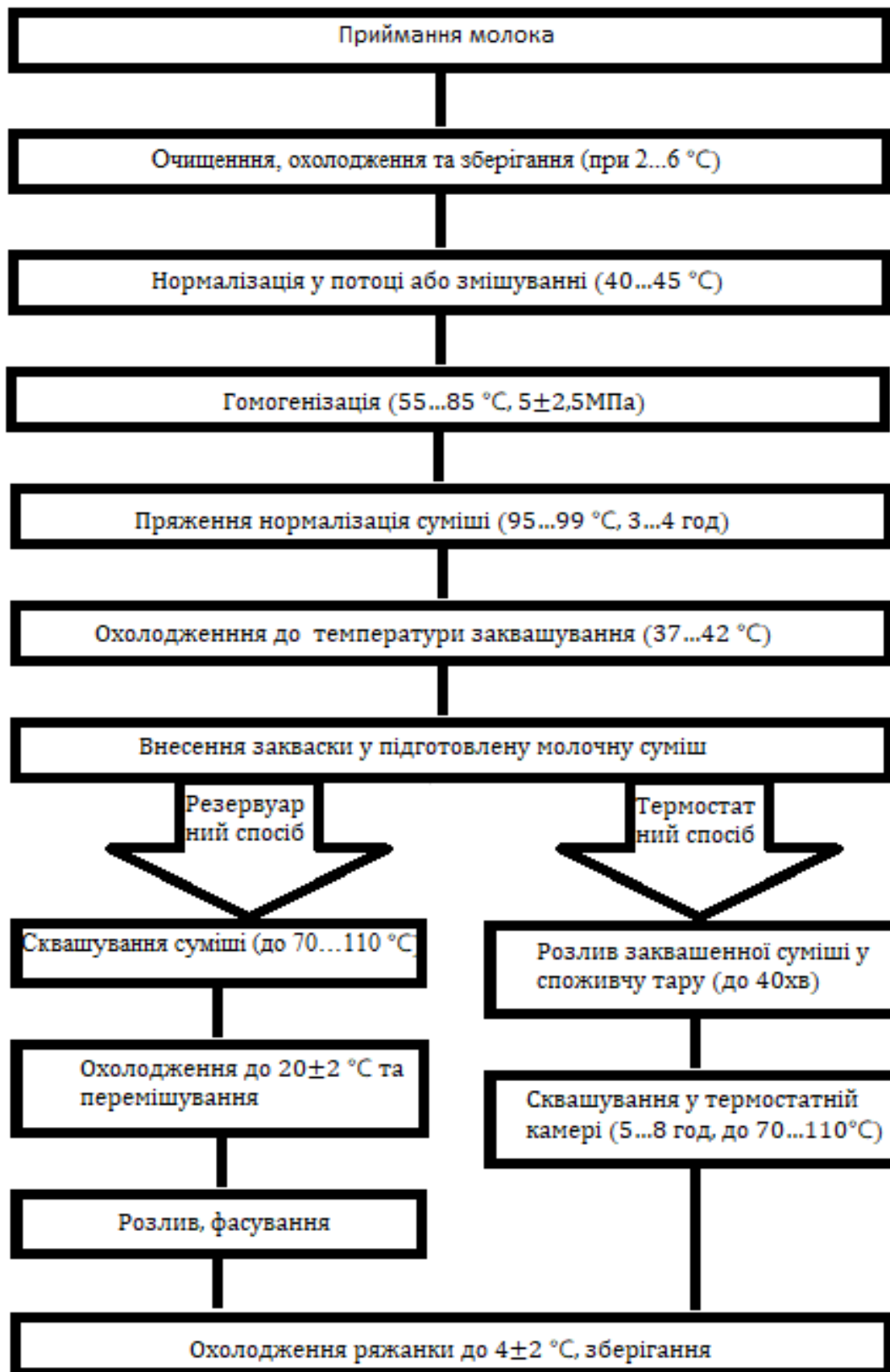


Рисунок 1.3.1. Основні етапи виробництва ряжанки на підприємстві.

1.3.2 Технологія виробництва сметани

Сметана - рідкий кисломолочний продукт білого кольору густої консистенції, що отримується з вершків і закваски. За рівнем жирності варіюється від 10 до 30 (рідше 58) %. Сметана є вершками, що зазнали молочнокислого бродіння. Традиційний продукт слов'янської кухні. У час простота отримання призвела до поширення сметани інших країнах. Продукт використовується не тільки в гастрономії, а й у домашніх косметичних засобах.

У минулому, до винаходу сепаратора сметану отримували досить просто: з кислого молока знімали («змітали») верхній шар і витримували його в прохолодному місці.

Технологія сметани допускає виготовлення її 2 способами: термостатним (сквашування продукту відбувається у споживчій тарі та у спеціальній термостатній камері) та резервуарним (розлив готового продукту проходить після сквашування сметанною закваскою у спеціальному резервуарі).

Виробництво сметани включає такі ж початкові етапи, як для молока.

Етапи наступні: прийом сировини та визначення показників якості, очищення, охолодження та зберігання. Температурі 85-90°C, від 15 секунд до 10 хвилин, чи 90-95°C, від 10 секунд до 5 хвилин. Гомогенізація відбувається при температурі 60-70 °C та охолодження до температури заквашування 20-26, °C, 26-28°C відповідно до характеру закваски. Сквашують вершки мезофільними та/або термофільними стрептококами. Після того як вершки наберуть необхідну кислотність, їх охолоджують приблизно до 8 °C і залишають для дозрівання, яке триває близько доби, після чого вершки перетворюються на сметану, яка стає густою і набуває характерного їй специфічного смаку.

Після внесення закваски відбувається сквашування суміші до відповідного рівня кислотності, що враховує активну кількість білків, солей та газів. Наступний етап це охолодження до 20±2°C та перемішування сметани

(3-15хв), і тільки після цього отриману сировину фасують в пакувальний матеріал (не нижче 16°C). Після цього відбувається додатковий процес охолодження сметани до 4-2°C, та її визрівання в холодильній камері від 6 до 12 годин.

Почерговість етапів виробництва сметани зображено на рисунку 1.3.2.



Рис.1.3.2. Почерговість етапів виробництва сметани.

1.3.3 Технологія виробництва кефіру

Кефір — кисломолочний напій, продукт змішаного молочнокислого та спиртового бродіння, який виробляють шляхом сквашування молока кефірними грибами, симбіотичною кефірною закваскою або заквашувальним препаратом. Заквашується декількома видами мікроорганізмів: молочнокислих бактерій *Lactobacillus acidophilus* і дріжджів, таких як *Saccharomyces kefir*. Дріжджі — є характерною ознакою кефіру, вміст яких не менше 10^3 КУО (колонієтвірних одиниць) в 1 г продукту.

Для виробництва кефіру використовують свіже молоко, яке може бути коров'ячим, козиним або овечим. Традиційне виробництво кефіру складається з таких етапів, як: отримання сировини та її охолодження, очищення та зберігання. Наступний етап – це нормалізація, при цьому вміст жиру змінюється від 0,6% до 6%, однак стандартний вміст в готовій продукції 2,5% та 3,5%.

Гомогенізація здійснюється при температурі 65-70°C та тиску 15-20 МПа.

Теплова обробка при температурі 90-95°C протягом 5 хвилин. Закваску, що використовується в кефірі отримують не тільки з молока з різним вмістом жирів, а також із знежиреного та нормалізованого. Виробництво закваски зазвичай здійснюється в 2 етапи. Спочатку в підготовлену живильну сировину вводять активізовані грибки кефірів. Процес відбувається при температурі 23-25°C, при цьому частка грибів, що вноситься складає 5%-3.5%. Культивування проходить до 20 годин, при чому зерна починають активно осідати на дно, тому рекомендовано регулярно помішувати масу. При досягненні необхідного ступеня окислення, з готової маси виділяють зерна, шляхом проціджування. Гриби можна використовувати повторно, однак враховувати факт їх постійного наростання. Наступним етапом є охолодження отриманого фільтрату, або її пряме внесення в молоко, що підготовлене для виробництва кефіру.

Для отримання якісної продукції необхідно, щоб маса набула необхідного рівня кислотності, при цьому необхідно перемішувати згусток, та охолодити суміш до температури 14-16°C. Наступний етап дозрівання триває близько 12-14 годин, коли з'являється характерний дріжджовий смак. З цього моменту настає завершальний етап охолодження до температури 4-8

°С. Технологія виробництва кефіру може відрізнятися в залежності від виробника та регіону, але загальний процес залишається практично незмінним. Крім того, іноді до молока можуть додавати інші інгредієнти, такі як цукор, фрукти або пробіотики, для зміцнення корисних властивостей кефіру. Загалом, технологія виробництва кефіру є досить простою, але при цьому вимагає дотримання певних правил гігієни та якості молока, щоб отримати якісний та безпечний продукт. Кефір є корисним джерелом пробіотиків та інших корисних речовин, тому його вживання може бути корисним для здоров'я людини.

Відбувається чіткий контроль при фасуванні продукту задля уникнення потрапляння повітря та будь-яких механічних перемішувань.

1.3.4 Технологія виробництва сиру та масла

Технологія виробництва сиру та масла може відрізнятися в залежності від типу та сорту продукту, але загальний процес залишається практично незмінним. Також важливо відзначити, що технологія виробництва сиру та масла може бути різною залежно від регіону та традицій виробництва. Наприклад, для виробництва деяких сортів сиру можуть використовуватися спеціальні бактерії, які допомагають утворити певну структуру та смак сиру. У деяких регіонах масло може бути виготовлене з кисломолочних продуктів, наприклад, з кефіру, що додає йому особливого смаку та корисних властивостей. Основні кроки виробництва сиру та масла можна описати наступним чином:

1. Підготовка молока. Молоко проходить перевірку якості та очищення від забруднень. Потім його охолоджують до температури 4-6 градусів Цельсія.

2. Коагуляція молока. До охолодженого молока додають фермент, який збільшує кислотність та збурює білки молока. Це призводить до утворення сирного згустку або (гущі).

3. Різання сирного згустку. Отриманий згусток ріжуть на дрібні кубики або смужки, щоб допомогти вивільнити ту саму рідину яка могла там залишитися.

4. Спресування сирної гущі. Її ставлять у форму та спресовують, щоб зняти зайву рідину та сформувати сирну масу.

5. Спеціальна обробка. Отриману сиру масу можна обробити різними способами, в залежності від типу сиру, наприклад, можна додати сіль, спеції, трави або плісняву для надання певного смаку та аромату.

6. Дозрівання сиру. Отриманий сир ставлять на дозрівання, де йому дозволяють дозрівати на протязі деякого часу, підтримуючи оптимальні умови для його дозрівання, наприклад, температуру та вологість.

7. Упакування та зберігання сиру до його споживання.

Одним із способів виробництва кисломолочного сиру є кислотний спосіб, що базується на сквашуванні молока молочнокислими бактеріями, або так звана кислотна коагуляція білка, в результаті ми отримуємо знежирений сир та зниженої жирності, оскільки при нагріванні згустку значний відсоток жиру переходить в сироватку.

Далі слідують такі важливі операції як : приймання молока та його охолодження до температури 4-2°C, підігрів молока до 40-45°C, сепарування, нормалізація на пастеризація з витримкою 20-30с, для кращого відділення сироватки. Охолодження сировини до температури сквашування 28-30°C , далі в сировину вноситься мезофільні види мікроорганізмів, при кількості 3-5% в підготовлену молочну суміш. Сквашування триває протягом 12-6 годин.

Отриманий в результаті процесу сквашування згусток ріжуть кубиками та залишають для наростання кислотності і виділення сироватки. Далі згусток повільно підігрівається до температури 48°C, при цьому відбувається помішування верхніх та нижніх шарів, у між стінний простір подається вода для охолодження, а сироватку спускають, залишаючи окремо відділений сир. Охолоджений сир фасується, при цьому одержують нежирні сорти сиру до 9% жирності. Технологію виробництва сиру роздільним способом зображено на рисунку 1.3.4.

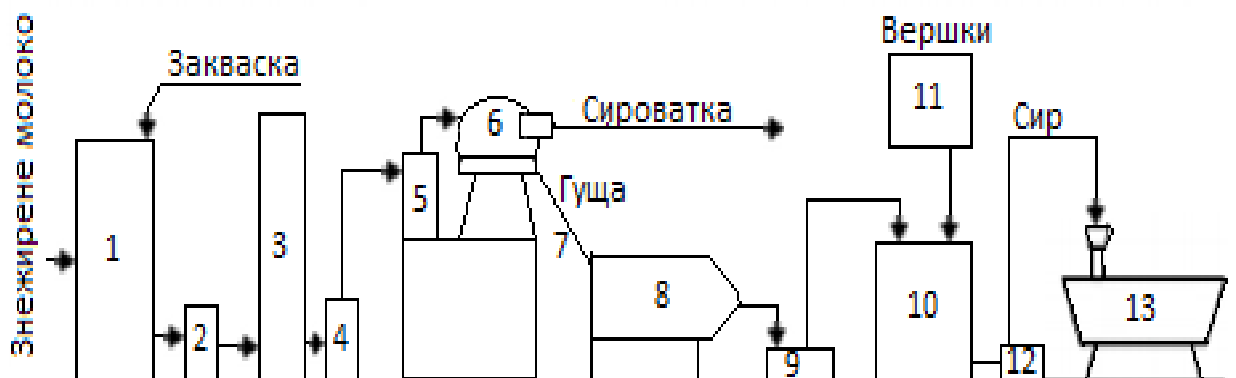


Рисунок 1.3.4. Технологія виробництва сиру роздільним способом

1-танк сквашування; 2,4,9,12 – насоси; 3-проміжний резервуар; 5-фільтр;6-сепаратор; 7-лоток;8-охолоджувач сиру; 10-змішувач; 11-ванна для вершків; 13-автомат для фасування сиру.

Технологія виробництва масла методом збивання ґрунтується на таких основних етапах як: - приймання молока; - сепарування молока, з отриманням вершків; - нормалізація вершків; - пастеризація без витримки; - фізичне дозрівання (після пастеризації , швидко охолоджують суміш до 4-6 градусів, та витримують до 10-15 годин); - збиття вершків (перед потраплянням в маслоробне устаткування вершки фільтрують, та заповнюють лише на 50%, від всього дозволеного об'єму. Збивання триває до 1 години, і в результаті утворюються жирові кульки, що являє собою масляне зерно відповідного розміру). - промивання масляного зерна, що підвищує його стійкість при зберіганні, при цьому вона повинна відповідати показникам якості, та маслоробка працювати при обертах до 10 за хвилину. Промивання здійснюється двічі.

- посолка масла, операція здійснюється шляхом просіювання та прожарювання солі, при цьому вміст її не перевищує 0,8-1,2%, що значно підвищує властивості масла при зберіганні. - механічна обробка зерна здійснюється для об'єднання масла в однорідну консистенцію, за рахунок валків або шнеків в маслоробці безперервної дії чи за рахунок лопатей. - фасування отриманого масла відповідно до тари.

1.3.5 Технологія виробництва йогурту

Технологія виробництва йогурту може варіюватися залежно від типу йогурту та виробника, але загалом вона складається з наступних етапів:

Приготування молочної основи. Для приготування йогурту використовують молоко, яке може бути коров'ячим, козиним, овечим або з інших джерел. Молоко пастеризують, щоб знищити шкідливі мікроорганізми, та охолоджують до температури близько 40-45 градусів Цельсія.

Додавання стартової культури. У молоко додають стартову культуру - живі бактерії, які викликають ферментацію молока. Найчастіше для виробництва йогурту використовують дві культури бактерій - *Lactobacillus bulgaricus* та *Streptococcus thermophilus*. Їх додають в молоко відповідно до рецептури, зазвичай в пропорції 1:1.

Ферментація. Після додавання стартової культури молоко перемішують та перекачують в спеціальні ємності для ферментації. Зазвичай це роблять при

температурі близько 40-45 градусів Цельсія, що сприяє активному розмноженню бактерій. Процес ферментації може тривати від кількох годин до кількох днів, залежно від типу йогурту та бажаної консистенції.

Охолодження та додавання інгредієнтів. Після завершення ферментації йогурт охолоджують, щоб зупинити процес росту бактерій та зафіксувати його консистенцію. До йогурту можуть додавати різні інгредієнти, наприклад фрукти, ягоди, мед або цукор, щоб надати смаку. А потім це все упаковується. Охолодження та зберігання. Після формування йогурт охолоджують до температури близько 4 градусів Цельсія та зберігають у холодильнику. У залежності від типу йогурту та вимог виробника його можуть зберігати в умовах, захищених від світла, вібрації та інших чинників, що можуть впливати на якість продукту.

Важливим етапом виробництва йогурту є контроль якості на різних етапах виробництва, від підбору молока до готового продукту. Це дозволяє забезпечити стабільну якість продукту та відповідність вимогам стандартів якості.

Для виробництва йогурту також можуть використовуватись інші стартові культури бактерій, такі як *Bifidobacterium*, *Lactobacillus acidophilus* та інші, які мають корисні властивості для здоров'я людини. Також можуть використовуватись різні інгредієнти, щоб створити різноманітні смаки та консистенції йогурту.

Виробництво йогурту здійснюється двома способами: термостатним та резервуарним. Обидва способи ґрунтуються на таких важливих етапах як: - підготовка сировини; - нормалізація; - очищення; - пастеризація; - гомогенізація; - охолодження; - закваска.

Для виробництва продукції використовується високоякісна сировина першого гатунку, кислотність не вище 20Т. Вміст жиру не перевищувати – 6%.

Теплова обробка здійснюється шляхом пастеризації при температурі 85-87°C, з витримкою 5-10 хвилин .

Гомогенізація – важливий етап, що покращує консистенцію молока та запобігає виділення сироватки, особливо при резервуарному способі приготування. Охолодження молока відбувається в спеціальних резервуарах, до температури заквашування його молочнокислими бактеріями.

Заквашування відбувається при внесенні відповідного виду закваски, та при попередньому його змішуванні із частиною молока, а потім отримана суміш потрапляє в потік. Сквашування залежить від внесеного виду молочнокислих бактерій та тривалістю до 2,5-3 годин.

Після набуття відповідної кислотності отриманий йогурт охолоджують при резервуарному охолодженні в спеціальних пластинчастих камерах, до температури 8°C, а вже потім розливають відповідно до тари, при термостатному окремі ємності з готово. Продукцією поміщають в холодильні установки.

1.3.6. Деякі кисломолочні напої які складно зробити на підприємствах

В деяких випадках повністю повторити процес виготовлення важко...

Тан — кисломолочний напій, що готується з коров'ячого або козячого молока з додаванням закваски молочнокислих, молочних дріжджів, води та кухонної солі. Широко поширений у гірських жителів Кавказу (де традиційно виробляється з мацони), Балкан і народів Середньої Азії. Промислове виробництво розпочалося у 90-х роках ХХ століття. Сьогодні в магазинах під найменуванням «тан» часто продаються напої, які часом лише віддалено нагадують оригінал і є довільними кисломолочними напоями, що розводять водою. Однак, хоча вони й далекі від автентичного смаку, мають багато корисних властивостей кисломолочних продуктів. В Україні серійне виробництво кисломолочного напою «Тан» розпочалося у 2009 р. на Кременчуцькому молокозаводі. Обсяг виробництва — 5 тонн щодня.

Ось декілька кроків, які необхідно виконати для виготовлення тану вдома:

Взяти 1 літр низькожирного йогурту та розбавити його 1-1,5 літрами простої води. Важливо, щоб вода була охолоджена.

Ретельно перемішати йогурт з водою до отримання однорідної консистенції.

Оставити суміш на 2-3 години при кімнатній температурі, щоб вона стабілізувалась. Протягом цього часу тан стане набагато більш легким та освіжаючим.

Добре охолодити напій перед подачею. Тан можна подавати з крижаним льодом, а також з додаванням свіжої м'яти, кропу або петрушки, щоб додати йому аромату та свіжості.

Тан - дуже корисний напій, який допомагає збільшити рівень пробіотиків та білка в організмі, а також знизити ризик розвитку серцево-судинних захворювань та покращити здоров'я шлунково-кишкової системи. Цей напій також допомагає зняти спрагу в спеку та освіжити організм в літню спеку.

Айран - кисломолочний напій на основі тураха , катика або різновид кефіру у тюркських , балканських , північнокавказьких , південнокавказьких народів .

У різних мовах і в різних народів точний зміст назви та технологія приготування трохи різняться, але загальним є те, що це молочний продукт, який отримується за допомогою молочнокислих бактерій . При цьому в осілих народів він рідкий і добре вгамовує спрагу, а у кочових — густий, як рідка сметана, що дуже зручно для зберігання та транспортування. Однак для вгамування спраги густий айран вимагає розведення водою, молоком або кумисом (розведений варіант у кочівників називається суусаб / чалап /шалап). Має різний рівень жирності.

Перша технологія виготовлення айрану у промислових масштабах з'явилася в СРСР у 1970-х роках у формі регіональної документації у Ставропілля, Узбекистані, Азербайджані. У 1990-х роках почалося промислове виробництво тану та айрану.

Його можна приготувати дуже просто вдома, а для цього потрібно:

Взяти 500 грамів натурального йогурту та залити його в 1,5 літра води.

Додати 1 чайну ложку солі та добре перемішати.

Процідити суміш через сито або газову тканину, щоб видалити зайві комочки Напій потрібно добре охолодити перед подачею. Його можна подавати з льодом та свіжими зеленими травами, такими як м'ята, кроп та петрушка.

У країнах Близького Сходу та Центральної Азії, де айран є популярним напоєм, його можуть виготовляти з різних сировин - від кислого молока до йогурту. Є також різні варіації в приготуванні напою, де додатково використовують спеції, такі як кумин або коріандр, для додання більш насиченого смаку.

Айран - дуже корисний напій, оскільки він містить багато пробіотиків, кальцію та білка, які допомагають підтримувати здоров'я шлунково-кишкової системи та зміцнюють кістки. Також він допомагає збільшити рівень гемоглобіну в крові та зменшити ризик розвитку серцево-судинних захворювань.

Турах - це різновид кисломолочного напою , що отримується з молока за допомогою суміші молочнокислих стрептококів та ацидофільної палички . Є національним продуктом чуваського народу . Також з напою «турах», шляхом розведення джерельною водою та додавання солі, роблять «уйран» (айран) для вгамування спраги. У верхових чувашів «турах» на смак

нагадує « катик ». У деяких чувашів із Татарстану цей продукт сильно відрізняється, нагадуючи смаком грецький йогурт — є густим кислим напоєм, який довго не псується і при цьому зберігає всі корисні властивості.

Цілісне молоко жирністю близько 4,0 % нагрівають до 95-98° і витримують протягом 3-4 год до побуріння. Потім його охолоджують до 27-30° і вносять закваску (5% від маси молока), що складається із суміші молочнокислих стрептококів та ацидофільної палички у співвідношенні 10:1. Сквашування триває протягом 12-14 год. Отриманий продукт нагадує ряжанку або варенец, але відрізняється більш тягучою консистенцією і кислотністю до 120 ° Т. Розфасовують турах. 0,5-літрові пляшки із закупорюванням...

Ось ще один промисловий варіант... Спочатку, молоко нагрівають до температури 80-90 градусів Цельсія, щоб знищити шкідливі мікроорганізми, і додають закваску. Потім суміш охолоджують до температури 25-30 градусів Цельсія і залишають на декілька годин, щоб закваска зробила свою роботу і змінила текстуру молока. Результат - напій зі значно більшою кислотністю і специфічним присмаком.

Проблема подібних напоїв в тому до них є абсолютно різні технології виготовлення. Аليшь подібні кисломолочні напої робилися в різних країнах (в основному країни де були кочеві народи алишь є і винятки). Наприклад рецептів турах дуже багато і кожен з них один на одного схожий. Молоко можна не розігрівати до необхідних температур 95-98 °С а одразу додати потрібні нам молочно-кислі бактерії в більшій консистенції... Тому деякі претензії можуть бути некоректними адже у кожного народу вони відрізняються один у одного... А також молоко буває різним за консистенцією, жирністю, вмістом козеїну, від різних тварин і так далі...

Наприклад Кумис...

Куміс — кисломолочний напій, що виготовляється зазвичай з молока кобили, виходить в результаті молочнокислого та спиртового бродіння за допомогою болгарської та ацидофільної молочнокислих паличок та дріжджів . Напій пінний, білуватого кольору, смак - кислувато-солодкий.

Залежно від закваски, тривалості та умов, кумис виходить різним. Буває кумис дуже міцний , з підвищеним вмістом спирту , який може сп'яняти , приводячи людину в збуджено-хмільний стан. Буває кумис, навпаки, слабозаквашений - саумал; він рекомендований як лікувально-профілактичний засіб....

Його вважають національним напоєм у багатьох країнах Центральної Азії, таких як Киргизстан, Казахстан, Таджикистан, Узбекистан, Монголія та інші. У народній медицині кумис використовується як засіб для поліпшення здоров'я та лікування різних захворювань.

Основні етапи виробництва кумису:

Підготовка молока. Кобиляче молоко ретельно фільтрують, щоб відокремити тверді домішки та бактерії.

Додавання стартерних культур. Для початку бродіння у молоко додають культури молочнокислих бактерій. Зазвичай використовують *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* та інші.

Бродіння. Молоко ставлять в спеціальні ємності, де його регулярно перемішують. Протягом бродіння молочні бактерії перетворюють лактозу на молочну кислоту, що призводить до кислого смаку та запаху кумису.

Витримка. Після завершення бродіння, кумис витримують протягом декількох годин або днів для досягнення бажаної консистенції та смаку.

Фільтрація та розлив. Остаточний етап - це фільтрація напою для видалення зайвих домішок та розлив у пляшки.

Інший спосіб виготовлення кумису полягає в додаванні кефіру до кінного молока. Для цього змішують свіжий кефір з кінним молоком у пропорції 1:4. Суміш ставлять на тепле місце на 24-48 годин, після чого отримане злегка газоване і легко алкогольне пиття відфільтровують та охолоджують.

Третій спосіб виготовлення кумису заснований на додаванні заквасок з дріжджів, що виробляються з квітів ягоди та меду. Суміш дріжджів додається до кінного молока разом з медом, після чого змішується та ставиться у тепле місце на декілька днів, доки не відбудеться процес бродіння.

Незалежно від способу виготовлення, кумис зазвичай має свіжий, кисло-сладкий смак та аромат з легкими трав'яними нотками. Він може бути вживаний як самостійний напій або використовуватись як інгредієнт у приготуванні різних страв.

Традиційний спосіб виготовлення кумису в Казахстані та Киргизстані полягає у зборі кінського молока та його зберігання в кожушині, що виготовляється з шкіри коня. Молоко необхідно збирати регулярно та віджимати рукою, додавати до нього закваску з попередньої партії кумису. Після цього молоко відкладається на 4-6 годин, після чого його необхідно збивати вручну або за допомогою спеціальних пристроїв до отримання однорідної консистенції. Кумис залишається в кожушині ще кілька днів для витримки, протягом якої він поступово стає алкогольним.

В Узбекистані традиційний кумис виготовляється з козиного молока. Для цього необхідно взяти свіже козине молоко та зберігати його в течію 3-4 днів в прохолодному місці, змішуючи кожні 8 годин. Після цього молоко збивається вручну або за допомогою міксера, і додається кефір, який виступає в ролі закваски. Суміш залишається на 10-12 годин для витримки при кімнатній температурі.

Технологія виготовлення кумису з використанням закваски.

Ця технологія включає в себе використання закваски, яка допомагає зберігати потрібну концентрацію молочнокислої бактерії, необхідної для виробництва кумису.

Крок 1. Підготування закваски. Для цього використовують коров'яче молоко і закваску. Закваску можна приготувати самостійно з кумисної закваски, яку можна придбати в магазині або виготовити зі старого кумису. Для приготування закваски потрібно змішати 1 частину старого кумису з 2 частинами свіжого молока і залишити на 12-18 годин при температурі 18-20 градусів.

Крок 2. Підготовка молока. Для приготування кумису використовують свіже коров'яче молоко, яке необхідно добре прокип'ятити і охолодити до температури 20-25 градусів.

Крок 3. Додавання закваски. Додайте до охолодженого молока 10-15% закваски і добре перемішайте.

Крок 4. Ферментація. Суміш молока і закваски залишають на протязі 5-6 годин при температурі 25-30 градусів. За цей час молочні бактерії превратять лактозу у молочну кислоту, що призведе до згущення молока.

Крок 5. Охолодження і збиття. Згущене молоко охолоджують до 15-18 градусів і збивають вручну або з використанням міксера протягом 10-15 хвилин. Після збивання кумис відстоюється на добу при температурі 5-8 градусів.

Безлактозне молоко як роблять

Відомий і поширений в технології виробництва безлактозної продукції це додавання ферменту лактази в сам Page 24 25 продукт. За своїми діями фермент розщипляє лактозу на 98% в молоці. За розрахунками є результат, що при вмісті 50 г лактози в 100 г молока при додаванні лактази залишається лактози тільки 1%.

Основні кроки технології виготовлення безлактозного молока:

Підігрійте молоко до 55-60 градусів Цельсія.

Додайте фермент, який розщеплює лактозу на глюкозу та галактозу.

Тримайте молоко підігрітим протягом кількох годин, щоб фермент мав час розщепити лактозу на глюкозу та галактозу.

Зупиніть процес розщеплення лактози, охолодивши молоко до температури 4-6 градусів Цельсія.

Процідіть молоко, щоб видалити фермент та залишки нерозщепленої лактози.

Безлактозне молоко готове до вживання.

Важливо знати, що безлактозне молоко має таку саму харчову цінність, як і звичайне молоко, оскільки не містить жодних інших додаткових інгредієнтів.

Однак, якщо ви маєте алергію на білок молока, то безлактозне молоко не є підходящим варіантом для вас.

2. ХОЛОДИЛЬНЕ ТА ІНШЕ ОБЛАДНАННЯ В МОЛОЧНИХ ЦЕХАХ ТА ПІДСОБНИХ ПРИМІЩЕННЯХ ДЕ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ХОЛОДИЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ А ТАКОЖ БІЛЬШ ДЕТАЛЬНО ПРО ДЕЯКІ ПРОЦЕСИ

2.1. Охолодження молока

Для збору, охолодження та зберігання великої кількості молока на фермах широко поширений резервуарний спосіб із застосуванням ванн та резервуарів охолоджувачів різних конструкцій. У цьому способі втрати молока проти іншими способами охолодження мінімальні. До недоліків резервуарного способу охолодження відносяться періодичність дії, високі енерговитрати, низький коефіцієнт теплопередачі.

Також поширення набули зрошувальні охолоджувачі, охолодні поверхні яких складаються з ряду горизонтальних трубок, розташованих одна над іншою. У зрошувальних охолоджувачах охолодна рідина проходить у закритих каналах, а продукт стікає до відкритої поверхні зверху вниз. Основним недоліком зрошувальних охолоджувачів є відкрита поверхня охолодження, що виключає забруднення молока. Охолодження супроводжується випаровуванням частини вологи з молока. При цьому втрати молока від випаровування можуть досягати 1%.

Для охолодження та теплової обробки молока найбільшого поширення набули пластинчасті апарати. Пластинчасті теплообмінники забезпечують обробку продукту без доступу навколишнього повітря та найбільш повно відповідають вимогам промислової санітарії. Вони вирізняються компактністю, високими теплотехнічними показниками, універсальністю. Молоко, що підлягає охолодженню, температурою до +35°C подається насосом у секцію водяного охолодження, де воно охолоджується до температури +13°C. З охолоджувача молоко подається у ємність для зберігання.

Молочні пластинчасті охолоджувачі складаються з двох секцій охолодження: холодною водою та розсолем. Завдяки цьому досягається ефективне охолодження продукту при порівняно невеликій витраті холоду.

На молочних фермах для очищення та охолодження молока також застосовують очисно-охолоджувальні установки. Їх випускають у комплекті з відцентровим сепаратором-молокоочисником та насосом. Пластинчастий охолоджувач змонтований на стійці, що кріпиться на станині приводного

механізму сепаратора. Для охолодження застосовують крижану чи холодну воду. Парне молоко з доїльних установок надходить безпосередньо в відцентровий молокоочисник, де відбувається очищення його від механічних домішок. Потім молоко подається в пластинчастий охолоджувач, де воно охолоджується і прямує у ванни або танки для зберігання.

2.2.Виробництво цільномолочної продукції

Аналіз технологічних схем виробництва основних цільномолочних продуктів показує, що з головних технологічних операцій є охолодження. Воно необхідне отримання готового продукту необхідної за умовами виробництва температури; питне молоко повинне мати температуру +4..+6°C, вершки - не вище +6°C, кисломолочні напої - не вище +8°C, сир -6..-8°C, сметана -5..-8 °C, кисломолочні пасти – до +8°C. Охолодження необхідно також під час приготування закваски.

У цільномолочному виробництві для охолодження молока та молочних продуктів застосовують в основному пластинчасті пастеризаційно-охолоджувальні установки, ванни та резервуари, а також заквасочники. Крім того, для охолодження сиру застосовують спеціальні охолоджувачі. В окремих випадках, коли потрібно резервувати сир, його заморожують.

З пастеризаційно-охолоджувальних установок, що застосовуються на промислових підприємствах, найбільшого поширення набули пластинчасті пастеризаційно-охолоджувальні установки. Пластинчасті теплообмінні установки складаються з кількох секцій різного призначення: для пастеризації, регенерації тепла та охолодження. Кожна секція має кілька пакетів. Тепло- або холодоносій і продукт зазвичай подаються протитечією, рухаються у зустрічних напрямках по пакетах, суміжних каналах і міжпластинних зазорів.

Пластинчасті пастеризаційно-охолоджувальні установки призначені для виробництва кисломолочних продуктів та сиру, де не потрібно охолоджувати молоко до +4°C. Пастеризоване молоко цих установках охолоджують до +20..+35° 3. Температура охолодження визначається температурою сквашування і може регулюватися порівняно широким межах.

З іншого обладнання найпоширенішими є звані ванни тривалої пастеризації, для приготування кисломолочних продуктів також використовуються спеціальні резервуари, які можна використовуватиме зберігання молока.

Після пастеризації молоко охолоджують до $+4..+6^{\circ}\text{C}$ на пластинчастих або зрошувальних охолоджувачах (проміжний охолоджувач — розсіл або «крижана» вода). Пастеризоване молоко після фасування у пляшки, пакети та фляги, після маркування та укладання в ящики направляють у камеру з температурою 0°Z відносною вологістю повітря 80-85%.

Температура молока при вступі до камери дорівнює $+8^{\circ}\text{C}$ (молоко при розливі в тару нагрівається). Температура молока, що випускається із заводу, повинна бути не вище 4°C .

Процеси охолодження у технологічній схемі вироблення топленого молока не відрізняються від пастеризованого. У процесі виготовлення його витримують (томлять) протягом 3-4 години при температурі $+95 \dots +98^{\circ}\text{C}$ у ваннах або універсальних танках, а потім охолоджують до $+8^{\circ}\text{C}$. Зберігають топлене молоко за температури $+4^{\circ}\text{C}$.

2.3.Вершки та солодковершкове масло

Для охолодження вершків застосовують ті ж самі апарати, що і для молока. При виробництві олії збиванням пастеризовані та охолоджені вершки витримують у ємностях для фізичного дозрівання. У разі вироблення кисловершкового масла у цих же ємностях сквашують вершки. Основними факторами, що впливають на ефективність процесу фізичного дозрівання вершків, є температура, тривалість та механічна дія. На вибір режиму дозрівання значною мірою впливає склад вершків, який залежить від багатьох факторів, зокрема від пори року. Олія з вершків, отриманих у зимових умовах, гірша, ніж олія, отримана влітку. У зв'язку з цим велике значення має заморожування літніх вершків, які взимку розморозують, змішують із вершками, отриманими в цей час, а потім збивають масло.

Вершки, призначені для заморожування, піддають пастеризації високотемпературної ($95-98^{\circ}\text{C}$) з витримкою 15 с. Потім їх охолоджують до $3-5^{\circ}\text{C}$ і заморожують. Для заморожування використовують пластинчасті морозильні установки, що призначена для швидкого заморожування вершків у пакетах з полімерної плівки. Тривалість зберігання заморожених вершків до 8 місяців.

При повільному заморожуванні молока та вершків порушується структура жирових кульок, у них руйнується оболонка, внаслідок чого виділяється жир. Наявність вільного жиру зовні оболонок призводить до агрегації жирових кульок. Якщо охолодження молока здійснювалося повільно

(особливо в інтервалах температур 5-0 ° С), то агрегати жирових кульок утворюють жирові конгломерати, що піднімаються на поверхню. Швидкозаморожені молоко та вершки зберігають свою однорідність. Якщо це молоко швидко розморозити, то натуральні властивості та структура молока суттєво не змінюються.

Вершкове масло відноситься до таких продуктів, які необхідно одразу після отримання зберігати при низькій температурі. Для цього на всіх підприємствах, що виробляють олію, є олієсховища. Якщо температура в камерах маслосховища позитивна, то в них слід зберігати масло не більше трьох днів. Рекомендується на маслоробних заводах в маслосховищах підтримувати температуру не вище -5...-8°C.

При зберіганні олії з наповнювачами (шоколадна, фруктовая, медова) в камерах маслосховища повинна підтримуватися температура від +2 до -5°C. При зниженні температури погіршується якість олії цих видів. Палену олію, щоб уникнути зміни кольору, слід зберігати на маслозаводах при температурах не нижче -5..-8°C. На холодильниках, куди олія надходить із заводів на тривале зберігання, температуру зберігання встановлюють залежно від виду олії та намічених термінів її зберігання. Олію заморожують при температурі повітря в камері -30°C протягом 24 годин від +2 до -12°C.

2.4.Кисломолочна сиркова маса і сметана

Основним способом зберігання сиру є заморожування (особливо швидке). Швидке заморожування фасованого сиру проводять у скороморозильних апаратах при температурі -25...30°C. Олію заморожують при температурі повітря в камері -30°C протягом 24 годин від +2 до -12°C. Для охолодження сиру застосовують різні охолоджувачі. Заморожуванням сиру створюються його резерви для безперебійного постачання. Сир доцільно заморожувати в скороморозильних апаратах при температурах -28...30°.

Іноді сир заморожують безпосередньо в морозильних камерах при температурі не вище -18°C. У всіх випадках температура в середині бруску нежирного сиру повинна бути не вище -18 ° С, жирного - не вище -12 ° С; нежирний сир у великій фасуванні (для промислової переробки) дозволяється заморожувати до температури не вище -12°C.

У молочній промисловості в окремих випадках досі застосовується малоефективний спосіб заморожування сиру, наприклад, у великій

тарі. Заморожування і розморожування в такій тарі відбувається повільно, внаслідок чого погіршується якість продукту і є значні втрати його. Крім того, недостатньо ефективно використовується площа холодильної камери.

Заморожений нежирний сир можна зберігати до 2 місяців при температурі -14...18°C, а жирний - при температурі -8...12°C. Нежирний сир у великій фасуванні дозволяється зберігати до 8 місяців при температурі не вище -12°

3. При зберіганні замороженого сиру спостерігаються зміни його маси, які залежить від виду упаковки.

На якість сиру при зберіганні значно впливають коливання температури. Сир із вадами смаку, запаху та консистенції непридатний для резервування навіть у замороженому стані, оскільки ці вади під час зберігання посилюються.

Технологія приготування сметани складається з наступних операцій: нормалізація по жиру, пастеризація, гомогенізація та охолодження вершків до температури заквашування, внесення закваски, сквашування вершків, охолодження, дозрівання та фасування сметани. Вершки сквашують і охолоджують у сливкозреваючих ваннах і танках. Технологія виготовлення всіх видів сметани, крім аматорської, майже однакова.

Для скорочення тривалості технологічних операцій запропоновано та впроваджується прискорений спосіб виробництва сметани. Відразу після пастеризації вершки охолоджують до 2+5 °C і витримують при цій температурі протягом 1+2 год. Потім їх обережно нагрівають до 25+27 °C і заквашують спеціальною закваскою. При цьому процес дозрівання сметани триває не більше 12 год. Після сквашування та дозрівання сметану охолоджують до температури 0+2 °C. При досягненні цієї температури сметана вважається готовою. Зберігають сметану за температури 2+4 °C.

При виробленні аматорської сметани гомогенізовані вершки направляють у ванни для заквашування. Заквашені вершки перемішують і залишають на сквашування, після чого обережно перемішують та охолоджують до температури 4+6 °C, використовуючи для цього охолоджувач сиру.

Після охолодження сметана має консистенцію, яка дозволяє фасувати її на автоматах. Після фасування брикети сметани складають у картонні коробки або дерев'яні ящики та направляють у холодильну камеру для дозрівання та зберігання (температура 0+6 °C). Тривалість дозрівання 6+12 год. залежно від температури.

2.5.Виробництво сиру

При виробництві сирів однією із специфічних операцій є посол. Ця операція необхідна для надання сиру бажаних смакових якостей. Температура при посолі повинна підтримуватися в межах $+10...12^{\circ}\text{C}$. Крім того, найважливішою складовою технологічного процесу є дозрівання сирів, яке має відбуватися за точної підтримки температурно-вологісного режиму, який має змінюватись на різних стадіях дозрівання.

Посол сиру впливає структуру і консистенцію готового продукту. Одним із широко застосовуваних і найменш трудомістких способів є посол головок сиру в розсолі. На процес посолу сирів значний вплив чинить температура. Вона повинна підтримуватися в межах $+10...12^{\circ}\text{C}$. Зниження температури до $+5...+8^{\circ}\text{C}$ призводить до посиленого набухання сиру, що погіршує його якість, підвищення температури до $+15^{\circ}\text{C}$ призводить до усихання і, отже, скорочення виходу готового продукту. Для посолу застосовують механізовані циркуляційні установки, забезпечені зрошувальними охолоджувачами.

Важливою операцією під час виробництва сирів є дозрівання. Дозрівають сири у спеціальних підвалах, де підтримують певний температурний та вологий режим, який відповідає виду сиру. У період посолу (перший період) температуру підтримують постійною ($+8..+12^{\circ}\text{C}$), підвищують її тільки для драгобузького сиру до $+14..+15^{\circ}\text{C}$ та закубочного - до $+16..+18^{\circ}\text{C}$. У другому періоді (початок дозрівання) температура дорівнює $+12. 20.. +25^{\circ}\text{C}$.

У третьому періоді (закінчення дозрівання) підтримують температуру в межах $+10..+12^{\circ}\text{C}$. Підтримується наступна вологість повітря: для першого періоду 92-95%, для другого – 90-93% (для м'яких сирів та чеддера – 85-88%) та для третього – 87-90%. Тенденція зниження вологості при дозріванні обумовлена необхідністю захистити сири від висихання в початковий період та забезпечити ущільнення кірок до кінця дозрівання. Для підтримки певних режимів дозрівання сирів застосовують автоматизовані установки кондиціонування повітря.

Сири, призначені для зберігання, повинні бути зрілими, мати добре виражений специфічний аромат та смак, не мати механічних пошкоджень кірки чи покриття. Режими холодильного зберігання сирів залежить від їх відг і необхідного терміну зберігання. Так, встановлено, що при зберіганні до 12 місяців радянського, голландського, костромського та ярославського сирів

слід підтримувати температуру -3°C . Відносна вологість повітря має бути 85-90%. Підвищувати температуру вище -2°C і знижувати нижче -5°C не дозволяється. При холодильному зберіганні сирів необхідно стежити, щоб сири не злежувалися і було б забезпечена достатня циркуляція повітря в кожній голівки сиру.

2.6. Молочні консерви

Випускається широкий асортимент молочних консервів: молоко незбиране згущене з цукром, вершки згущені з цукром, молоко нежирне згущене з цукром, згущене молоко і вершки з різними наповнювачами (кава, какао), згущене молоко і вершки стерилізовані і т.д. процеси охолодження. Також використовуються вакуум-випарні установки, які працюють на використанні холодильного циклу.

Згущене стерилізоване молоко повинне містити не більше 74,5% вологи та не менше 25,5% сухих речовин (у тому числі не менше 7,2% жиру). Допускається додавання стабілізуючих речовин (динатрійфосфат та ін.). Технологічні процеси виробництва молока, що згущує, внесення стабілізаторів, охолодження).

При виробництві всіх видів згущених молочних консервів основним процесом є згущення молока, яке здійснюється в основному у вакуум-випарних установках, що використовують водяну пару. З метою економії води, необхідної для конденсації вторинних парів, почали набувати все більшого промислового значення вакуум-випарні установки, що працюють на використанні холодильного циклу на основі застосування в якості гріючих агентів аміаку і фреону.

При виробництві молочних продуктів, що згущують з цукром, застосування холоду має велике значення для здійснення процесу кристалізації лактози. У цьому випадку згущене молоко з цукром охолоджують і температури кристалізації лактози. При цьому вирішуються дві технологічні завдання – охолодження продукту та кристалізація молочного цукру.

Охолодження слід проводити так, щоб утворювалася велика кількість дуже дрібних кристалів лактози (6-10 мкм). При недостатньо повній кристалізації лактози зберігання продукту, як правило, супроводжується довільною кристалізацією з утворенням великих кристалів (20-25 мкм). Це зумовлює появу вад - борошністості та піщанистості.

Для збільшення центрів кристалообранования вносять затравку у вигляді тонкоподрібненої лактози (розмір частинок 3-4 мкм) у кількості 0,02% від маси молока, що охолоджується. Іноді як затравку використовують згущене молоко з цукром попередніх виробок, що відрізняється м'якою, бархатистою консистенцією. У цьому випадку кількість затравки, що вноситься, становить не менше 1% від кількості охолоджуваного продукту.

При виробництві молока, що згущує, застосовують одноступінчастий режим охолодження, рідше - триступінчастий. Одноступеневий режим застосовують при безперервному охолодженні, при якому молоко, що згущує, охолоджується в закритих вакуум-охолоджувачах без витримки з +65°C до +15..+18°C.

Триступеневий режим охолодження характерний для вакуум-охолоджувачів періодичної дії. В цьому випадку охолодження ведуть у три ступені з дворазовою витримкою по 45 хв кожна в межах температур масової кристалізації лактози.

Для кристалізації застосовують апарати переважно періодичної дії. Ванна для охолодження та кристалізації згущеного молока використовується для охолодження згущеного молока при безперервному перемішуванні, що сприяє утворенню дрібних кристалів лактози. Після наповнення ванни згущеним молоком температурою до 52°C включають мішалку і подають охолоджувальну воду. Охолоджують молоко до температури кристалізації +30..+32° С. Потім охоложене молоко вносять затравку (тонкоподрібнену лактозу) і витримують протягом 40-50 хвилин при цій температурі. За цей період відбувається утворення кристалів молочного цукру розміром до 10 мкм (кристалізація). Після цього молоко, що згущує молоко, охолоджують до +18°C і готовий продукт випускають з ванни.

2.7.Морозиво

Морозиво одержують заморожуванням у спеціальних апаратах (фризерах, мороженицях) збитої суміші, що містить у певному співвідношенні молочні продукти або плодово-ягідну (овочеву) сировину, сахарозу, стабілізатори, ванілін або його замітники. Морозиво також гартують у спеціальних холодильних низькотемпературних камерах та апаратах. Оптимальна температура зберігання морозива не вище -24 °С.

Для розширення асортименту передбачається додавання до приготовленої на молочній основі суміші як так званих наповнювачів плодів,

ягід, кави, какао, горіхів та ін. У деяких рецептурах замість молочної та плодово-ягідної сировини застосовують органічні харчові кислоти, ароматичні харчові есенції та барвники. М'яким називається морозиво, яке виготовляють на підприємствах комунального харчування та вживають у їжу відразу після виходу з фризера (температурою $-5..-7^{\circ}\text{C}$). За консистенцією та зовнішнім виглядом воно нагадує крем. Загартоване морозиво - це морозиво, що виготовляється у виробничих умовах, яке після виходу з фризера заморожене (загартоване) до низьких температур (-18°C та нижче). Загартоване морозиво має високу твердість.

У виробництві морозива тепло приділяється при виконанні наступних технологічних операцій: охолодження молока, вершків, сумішей морозива; фризерування сумішей морозива; загартовування морозива в морозильних апаратах, розсольних генераторах, гартувальних камерах; дозагартовування морозива в загартованих камерах.

При необхідності зберігання готового морозива до реалізації морозиво, упаковане в коробки, контейнери і гільзи, поміщають у холодильні камери. Зберігають морозиво при температурі повітря не вище -24°C , у деяких випадках не вище від -18°C ($\pm 2^{\circ}\text{C}$). Температура морозива при випуску в реалізацію повинна бути для плодово-ягідного та ароматичного не вище -14°C , а для інших видів - не вище -12°C .

Висновки до розділу 1 та 2

1. Відображено загальні відомості про підприємство, що спеціалізується в напрямку виробництва кисломолочної та молочної видів продукції.

2. Охарактеризовано фізико-географічні особливості місця розташування підприємства – м. Южне, , Одеської області: природня зона, тваринний та рослинний світ, кількість опадів, характеристики вітру та температурна характеристика.

3. Наведено технічні етапи виробництва молочної продукції: молока, кефіру, ряжанки, масла, сиру та йогурту. Охарактеризовано технічне обладнання, що використовується при виробництві продукції та етапи підготовки сировини. А також які процеси використовуються в холодильній техніці...

3. ОСНОВНІ ВИХІДНІ ДАНІ ПРОЕКТУ

Характеристика будівельних конструкцій :

Місцезнаходження об'єкту – місто Южне

Найменування об'єкту – “молокозавод”

Географічна широта - 47°.

Визначаємо необхідну товщину теплоізоляції стін та покрівлі.

Початкові дані:

Місто : Южне

$t_n=28^\circ\text{C}$, $h_n=67,5$ кДж/кг.

Параметри у приміщенні: $t_b=18^\circ\text{C}$, $\varphi_b=40\%$.

Висота приміщення: 5,5 м.

Напрямок фасаду : Захід

Стіна: штукатурка $\delta=25$ мм; залізобетон $\delta=100$ мм; пінополіуритан $\delta=90$ мм, штукатурка $\delta=25$ мм.

Кровля: безгорищне покриття: залізобетона плита $\delta=100$ мм; Пінополіуритан $\delta=160$ мм;

вирівнюючий слой (цементно-пісчаний) $\delta=20$ металлочерепиця $\delta=1$ мм.

Визначаємо необхідну товщину термоізоляції стін:

Стіни виконані з таких матеріалів:

штукатурка $\delta = 25$ мм; $\lambda = 0,7$ Вт/(м · К);

залізобетон $\delta = 100$ мм; $\lambda = 2,04$ Вт/(м · К);

штукатурка $\delta = 25$ мм; $\lambda = 0,7$ Вт/(м · К);

Пінополіуритан $\lambda = 0,0135$ Вт/(м · К);

Отже, у цьому розділі розраховано коефіцієнт теплопередачі стіни і перекриття з врахуванням всіх їхніх шарів.

4. РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСІВ ЛІТНЬОГО ТА ЗИМОВОГО КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

4.1 Вибір розрахункових параметрів внутрішнього та зовнішнього повітря

Розрахункові літні параметри повітря категорії Б : (таблиця 1)

барометричний тиск - $P = 970$ мм. рт. стовпа;
ентальпія зовнішнього повітря - $h = 67,5$ кДж/кг;
температура зовнішнього повітря - $t = 28$ °С;
розрахункова швидкість руху повітря - $3,0$ м/с.

Розрахункові зимові параметри зовнішнього повітря.

Керуючись нормами проектування, приймаємо такі значення температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в приміщенні :

температура повітря у приміщенні влітку - $t_{п} = 18$ °С;
температура повітря у приміщенні взимку - $t_{п} = 18$ °С;
відносна вологість повітря у приміщенні влітку - $\varphi_{п} = 40\%$;
відносна вологість повітря у приміщенні взимку - $\varphi_{п} = 40\%$;
амплітуда добових коливань температури $\Delta t = 10,5$ °С.

Для міста Южного , особливо чистого приміщення для прецизійних робіт, для всіх кондиціонуючих приміщень виконати тепловий розрахунок для теплого і холодного періоду року. Підібрати центральний кондиціонер. Підібрати холодильну машину. Виконати 2 графічні листи (формату А3: план приміщення з розташуванням устаткування і базова схема, апарат КВ)

Дано:

Тип покрівлі: безчердачне покриття, залізобетонна плита $\delta=100$ мм,
Пінополіуритан $\delta=160$ мм; вирівнюючий шар (цементно-піщаний) $\delta=20$ мм;
руберойдовий килим $\delta=1$ мм.

Конструкція зовнішніх стін: штукатурка $\delta=25$ мм; вапняно-піщаний розчин $\delta = 20$ мм; цегла глиняна звичайна $\delta = 380$ мм; цементно-піщаний розчин $\delta = 50$ мм. Вікна: металева палітурка, двійне скління, розмір 2×3 м.

Висота приміщення: $5,5$ м.

Напрямок фасаду: південне.

Шаг вікон приймається рівним шагу колон. Приміщення $2,3$ розташовані на фасаді будівлі.

У приміщенні 1 знаходиться бак з водою $F_{\delta}=2,4$ м², $t_w=32$ °С.

У приміщеннях відбувається обробка верстатів емульсією, співвідношення верстатів з обробкою емульсією $1:3$.

Кількість людей, кількість устаткування та його потужність представлені в таблиці 1.

Таблиця 3. 1

Кількість людей, кількість устаткування та його потужність

№ приміщення	Кількість людей, $n_{л}$, чол.	Кількість устаткування, $n_{у}$, шт.	Потужність устаткування, $N_{у}$, кВт
1	19	19	1,8
2	10	10	1,6
3	7	7	2

Додаткові дані

За ДБН-13 визначаємо температуру зовнішнього повітря, питому ентальпію, швидкість вітру, для теплої пори року барометричний тиск - $P = 970$ мм. рт. стовпа;

ентальпія зовнішнього повітря - $h = 67,5$ кДж/кг;

температура зовнішнього повітря - $t = 28$ °С;

розрахункова швидкість руху повітря - $3,0$ м/с

амплітуда добових коливань температури $\Delta t = 10,5$ °С

Визначаємо відносну вологість для типу робіт температуру всередині приміщення і відносну вологість.

Параметри	1	2	3
$t_{вн} = ^\circ C$	18	18	18
$\varphi_{вн} = \%$	40	40	40
$h_{вн} = \text{кДж/кг}$	31	31	31
$d_{вн} = \text{кг/кг.с.в}$	$5,1 \cdot 10^{-3}$	$5,1 \cdot 10^{-3}$	$5,1 \cdot 10^{-3}$

Для виготовлення мікропроцесорів у другому приміщенні встановлена ємкість з водою.

4.2 Розрахунок загальних теплоприпливів у приміщенні

$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{огр}} + Q_{\text{інф}} + Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{обор}} + Q_{\text{бак}}$, кВт, де

$Q_{\text{огр}}$ – тепло приплив через огородження.

Надходження тепла через зовнішні непрозорі огородження в контрольній роботі визначається за спрощеним інженерним методом .Теплоприпливи через зовнішні огородження визначаються рівнянням:

$Q_{\text{огор}} = Q_{\text{кр}} + Q_{\text{н.ст}} + Q_{\text{в.}} + Q_{\text{ост}}$, Вт

де

$Q_{кр}$ – кількість теплоти, що надходить крізь покрівлю, Вт;

$Q_{н.ст}$ - кількість теплоти, що надходить крізь зовнішні конструкції, Вт;

$Q_{в}$ - кількість теплоти, що надходить крізь внутрішні огороження, Вт;

4.3 Розрахунок теплоприпливів через зовнішні масивні огороження для теплого періоду року

Розрахунок теплоприпливів через покрівлю

Розрахунок теплоприпливів для теплого періоду року проводиться за формулою

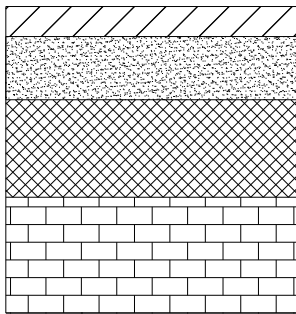
$$Q_{кр} = m \cdot k_{кр} \cdot F_{кр} \cdot \theta_{\text{ед}}, \text{ Вт}, \quad (4.3.1)$$

де k_2 – коефіцієнт теплопередачі для покрівлі,

$$k_2 = \left(\frac{1}{\alpha_{вн}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3} \right)^{-1}, \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К}) \quad (4.3.2)$$

На підставі експериментальних даних можна приймати:

$$\alpha_3 = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad \alpha_{вн} = 7 - 10 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$



1. руберойдовий килим $\delta=8$ мм, $\lambda=0,17$ Вт/(м·К).
2. вирівнюючий шар (цементно-піщаний) $\delta=25$ мм, $\lambda=0,93$ Вт/(м·К);
3. В=Пінополіуритан $\delta=200$ мм, $\lambda=0,0135$ Вт/(м·К); *
4. залізобетонна плита $\delta=160$ мм, $\lambda=2,04$ Вт/(м·К);

За формулою 2, з урахуванням вихідних даних типу покрівлі визначаємо коефіцієнт теплопередачі для покрівлі

$$k_{кр} = \left(\frac{1}{8} + \frac{0.16}{2.04} + \frac{0.08}{0.0135} + \frac{0.025}{0.93} + \frac{0.008}{0.16} + \frac{1}{23} \right)^{-1} = 0.160 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

m – коефіцієнт, який характеризує конструкцію покрівлі, довідкова величина, залежить від виду покрівлі

$\theta_{кр}$ – умовний температурний тиск між зовнішнім повітрям і кондиціонуємим, визначається з табл.1 (стр.10), за умови, що кровля важка

$F_{кр}$ – площа даху будівлі, (м²)

	Приміщення		
	№ 1	№ 2	№ 3
Коефіцієнт теплопередачі для покрівлі, Вт/м ² ·К	0,160	0,160	-
Коефіцієнт, який характеризує конструкцію	1	1	-
Площа покрівлі, м ²	76.5	28	-
Умовний температурний тиск, $\theta_{\text{до}}$	11,5	11,5	-
Теплової потік крізь покрівлі, Вт	140,76	51,52	-

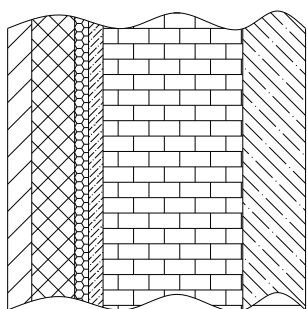
Розрахунок теплоприпливів крізь стіни

Кількість теплоти, що поступає крізь несучі стіни розраховується для стін будівель, що знаходяться північних широтах

$$Q_{\text{н.ст}} = a \cdot k_{\text{ст}} \cdot (F_c \cdot + 0,5 F_z), \text{ Вт}, \quad (4.3.3)$$

На підставі експериментальних даних можна приймати:

$$\alpha_z = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad \alpha_{\text{вн}} = 7 - 10 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$



1. Штукатурка $\delta = 20 \text{ мм}; \lambda = 0,7 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$
2. Теплоізоляція з пінополіуритану $\delta = 50 \text{ мм}; \lambda = 0,0135 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К};$
- 3 Пароізоляція – 2 шара гідроізолу на бітумній мастиці $\delta = 0,004 \text{ мм}; \lambda = 0,3 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$
4. Вапняно-піщаний розчин $\delta = 20 \text{ мм}; \lambda = 0,7 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$
5. Цегла глиняна звичайна $\delta = 380 \text{ мм}; \lambda = 0,81 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$
6. Цементно-піщаний розчин $\delta = 50 \text{ мм}; \lambda = 0,9 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$

$$k_{cm} = \left(\frac{1}{8} + \frac{0.02}{0.7} + \frac{0.05}{0.0135} + \frac{0.020}{0.7} + \frac{0.38}{0.81} + \frac{0.05}{0.9} + \frac{1}{23} \right)^{-1} = 0,2245 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

a – коефіцієнт затемнення, довідкова величина(0,7- 0,9)

F_c – загальна площа всіх сонячних стін, [м²]. Визначається, як різниця між загальною площею всієї сонячної стіни і площею вікон, які знаходяться на цій стіні.

F_z – загальна площа всіх затемнених стін, [м²]. Визначається, як різниця між загальною площею всієї затемненої стіни і площею вікон, які знаходяться на цій стіні.

θ_{cm} – умовний температурний тиск між зовнішнім повітрям і кондиціонуємим, довідкова величина з табл.2

	Приміщення		
	№ 1	№ 2	№ 3
Коефіцієнт теплопередачі для стіни, Вт/м ² ·К	0,2245	0,2245	-
Коефіцієнт затемнення	0,7	0,75	-
Загальна площа всіх сонячних стін, м ²	0	0	-
Площа затемнених стін, м ²	27	5	-
Умовний температурний тиск, $\theta_{п0}$	2,9	2,9	-
Тепловий потік крізь стіни, Вт	6,016	1,22	-

Надходження теплоти через внутрішні огороження

Надходження теплоти із суміжних приміщень варто розраховувати за формулою:

$$Q_B = k \cdot F \cdot \Delta t_{розр}, \text{ Вт} \quad (4.3.4)$$

де k - коефіцієнт теплопередачі через внутрішні огороження,
 $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

Внутрішні огороження:

штукатурка $\delta = 25$ мм; $\lambda = 0,81 \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$,

залізобетон $\delta = 80$ мм; $\lambda = 2,04 \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$,

штукатурка $\delta = 25$ мм; $\lambda = 0,81 \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$.

Коефіцієнт теплопередачі через внутрішні огороження розраховується за формулою:

$$k = \left(\frac{2 \cdot 1}{\alpha_{\text{вн}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} \right)^{-1}, \text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К} \quad (4.3.5)$$

$$k = \left(\frac{1}{2 \cdot \alpha_{\text{вн}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{7} + \frac{1}{7} + \frac{0.025}{0.81} \cdot 2 + \frac{0.08}{2.04} \right)^{-1} = 2.58 \text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$$

$$Q_{\text{в}} = k_{\text{в.ст}} \cdot F_{\text{в.ст}} \cdot (t_{\text{см.п}} - t_{\text{п}}), \text{Вт} \quad (4.3.6)$$

де k -коефіцієнт теплопередачі перегородок або перекриттів.

Температура в суміжних приміщеннях, які не кондиціонуються приймається:

а) $t_{\text{см.п}} = 0,5 \cdot (t_{\text{н}} + t_{\text{в}})$, $[\text{°C}]$, - у суміжному приміщенні за малі збитки теплоти;

	Приміщення		
	№ 1	№ 2	№ 3
Коефіцієнт теплопередачі, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$	2,58	2,58	-
Тепловий потік через внутрішні огороження, Вт	1104	579,73	-

Надходження теплоти за рахунок інфільтрації

Кількість теплоти, що надходить у приміщення з інфільтраційним повітрям через нещільності в огороженнях, визначають за рівнянням:

$$Q_{\text{інф}} = G_{\text{інф}} \cdot (h_3 - h_{\text{в}}), \text{кВт}, \quad (4.3.7)$$

де $G_{\text{інф}}$ - масова витрата повітря, що надходить в приміщення через нещільності в огороженнях (вікна і двері), $\text{кг}/\text{с}$;

h_3 і h_B - ентальпія зовнішнього повітря і повітря в приміщенні, відповідно, кДж/кг.

$$G_{\text{інф}} = G_{\text{ок}} + G_{\text{дв}}, \text{ кг/с}, \quad (4.3.8)$$

За умов герметичності віконних прорізів

$$G_{\text{дв}} = n \cdot g_{\text{інф}}, \text{ кг/с},$$

де n – кількість людей, що проходять через двері в одиницю часу;

$g_{\text{інф}}$ – кількість повітря, що проникає в приміщення через двері з одною минаючою людиною, [кг/чіл], приймається для

стулчастих дверей $g_{\text{інф}} = 3 \dots 5$ кг/чіл;
 для обертових дверей $g_{\text{інф}} = 0,5 \dots 1$ кг/чіл.

Розрахункова формула

$$Q_{\text{інф}} = G_{\text{інф}} \cdot (h_n - h_e) = (G_{\text{ок}} + G_{\text{дв}}) \cdot (h_n - h_e) = ((n \cdot q_{\text{дв}}) + (c \cdot F_{\text{ок}} \cdot W_e)) \cdot (h_n - h_e) \quad G_{\text{ок}} - \text{масова}$$

витрата інфільтраційного повітря, кг/с

$G_{\text{дв}}$ – масова витрата інфільтраційного повітря, кг/с

n – кількість людей, які проходять в одну секунду

$q_{\text{дв}}$ – кількість повітря, який проникає у приміщення крізь двері з одною людиною, кг/чел, довідкова величина.

c – коефіцієнт, який враховує структуру вікон, довідкова величина.

$F_{\text{ок}}$ – площа вікон, м²

	Приміщення		
	№ 1	№ 2	№ 3
Кількість повітря, яке надходить з однією людиною	4	3	-
Кількість людей, які проходять в 1 секунду	0,002	0,002	-
Кількість повітря, яке надходить крізь двері	0,008	0,006	-
Теплової потік за рахунок	0,33	0,22	-

інфільтрації, кВт			
----------------------	--	--	--

Надходження теплоти через засклені поверхні за рахунок сонячної радіації та теплопередачі

Теплоприпливи від сонячної радіації через засклені поверхні розраховують за формулою:

$$Q_{cp} = F \cdot [q_c \cdot k_{п} \cdot k_{заб} \cdot k_{зат} + k_o \cdot (t_z - t_v)], \text{ Вт}, \quad (4.3.9)$$

де

q_c - питомий тепловий потік внаслідок сонячної радіації (прямої та розсіяної) через чисте одинарне скло, $[\text{Вт}/\text{м}^2]$, визначається по табл. 3 (стр.12)

k_o - коефіцієнт теплопередачі, $[\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})]$,

t_z і t_v - температури відповідно зовнішнього і внутрішнього повітря, $[\text{°C}]$;

F - площа прорізу огорожень (за найменшими розмірами), що залишається для рами, $[\text{м}^2]$.

$k_{п}$, $k_{заб}$, $k_{зат}$ – коефіцієнти, що враховують, відповідно, вплив плетінь і конструкцій заскленої поверхні, можливість забруднення,

$k_{заб} = 0.75$, затінення шторами, маркізами і т.д.

t_n – температура зовнішнього повітря, $[\text{°C}]$

t_v – температура повітря всередині приміщення, $[\text{°C}]$

Приймаємо, що вікна приміщення №1 і №2 виходять на північну сторону будівлі. Вікна приміщення №3 виходять на південну сторону. В усіх приміщеннях встановлені жалюзі. Вікна всіх приміщень за конструкцією представляють собою подвійне вікно з металевим перетином. Кількість вікон. В першому приміщенні – 4 вікна (орієнтація – північ). У другому – 3 вікна (орієнтація – північ). В третьому – 2 вікна (орієнтація – південь). Площа кожного вікна $6,6 \text{ м}^2$.

	Приміщення		
	№ 1	№ 2	№ 3
Площа вікон, м^2	8	2	-
Коефіцієнт, який враховує вигляд вікон	0,72	0,72	-
Коефіцієнт, який враховує забруднення	0,75	0,75	-

вікон			
Коефіцієнт, який враховує наявність штор	0,6	0,6	-
Питомий теплоприток від радіації, Вт/м ²	40	40	-
Коефіцієнт теплопередачі крізь вікна, Вт/(м ² К)	1,2	1,2	-
Тепловий потік крізь вікна, Вт	199,68	49,92	-

Загальний теплоприплив через зовнішні огороження

$$Q_{\text{огор}} = Q_{\text{кр}} + Q_{\text{н.ст}} + Q_{\text{в.}} + Q_{\text{ост}}, \text{ Вт}, \quad (4.3.10)$$

де $Q_{\text{кр}}$ – теплоприплив через покрівлю, Вт,

$Q_{\text{н.ст}}$ – теплоприплив через несучі стіни, Вт,

$Q_{\text{в.}}$ – теплоприплив через внутрішні огороження, Вт,

$Q_{\text{ост}}$ – теплоприпливи через засклені поверхні, Вт

	Приміщення		
	№ 1	№ 2	№ 3
Загальний тепло приплив через зовнішні огороження, Вт	1450,46	682,39	-

Тепловиділення від інших джерел

Розрахунок теплоприпливів від людей

У розрахунку теплоприпливів від людей необхідно враховувати явні $Q_{\text{л}}^{\text{я}}$, скриті $Q_{\text{л}}^{\text{ск}}$ та повні $Q_{\text{л}}^{\text{п}}$ тепло припливи при роботі середньої важкості:

$$Q_{\text{л}}^{\text{я}} = n \cdot q_{\text{я}}, \text{ Вт} \quad (4.3.11)$$

$$Q_{\text{Л}}^{\text{П}} = n \cdot q_{\text{П}}, \text{Вт} \quad (4.3.12)$$

$$Q_{\text{Л}}^{\text{СК}} = n \cdot q_{\text{СК}}, \text{Вт} \quad (4.3.13)$$

де $q_{\text{я}}$, $q_{\text{п}}$, $q_{\text{ск}}$ – питомі кількості теплоти, відповідно, явної, повної, скритої, що виділяються однієї людиною, Вт,

n – кількість людей.

	Приміщення		
	№ 1	№ 2	№ 3
Кількість людей	18	4	15
Питомий явний теплоприплив від 1 людини, Вт/чол	105,0	105,0	-
Теплонадходження від людей, Вт	1890,0	420	-
Питомий повний теплоприплив від 1 людини, Вт/чол	204,0	204,0	-
Теплонадходження від людей, Вт	3 672	816	-

Розрахунок теплоприпливів від устаткування

Кількість теплоти, яка виділяється механічним устаткуванням, визначається за формулою:

$$Q_{\text{об}} = k_{\text{од}} \cdot k_{\text{загр}} \cdot \xi \cdot \sum_{i=1}^n N_{\text{y}}, \text{кВт} \quad (4.3.14)$$

де $k_{\text{од}}$ – коефіцієнт одночасності,;

$k_{\text{загр}}$ – коефіцієнт завантаження, що характеризує відношення дійсної потужності до номінальної або встановленої;

N_{y} – настановна (номінальна) потужність, [кВт];

ξ – витрачена частина потужності і теплоти, приймається:

1) $\xi = 1$. У цьому випадку вся потужність, споживана електродвигунами, цілком переходить у теплоту приміщення;

2) $\xi = \eta_{\text{эл.дв}}$ – коли електродвигуни розміщені за межами кондиціонованого приміщення;

3) $\xi = 1 - \eta_{\text{эл.дв}}$ – коли електродвигуни розміщені в кондиціонованому приміщенні.

	Приміщення		
	№ 1	№ 2	№ 3

Число одиниць обладнання	18	10	-
Встановлена потужність обладнання, кВт	150	100	-
Коефіцієнт завантаження обладнання	0,7	0,7	-
Коефіцієнт одночасності обладнання	0,6	0,6	-
Частина потужності, що витрачається всередині	0,75	0,75	-
Теплонадходження від обладнання, кВт	850,5	351	-

Розрахунок теплоприпливів від штучного освітлення

Розрахунок теплоприпливів від штучного освітлення визначають за формулою:

$$Q_{\text{осв.}} = \beta_{\text{осв.}} \cdot \Phi_{\text{осв.}} \cdot F_{\text{п}}, \text{ кВт}, \quad (4.3.15)$$

де $F_{\text{п}}$ – площа підлоги приміщення, $[\text{м}^2]$;

$\Phi_{\text{осв.}}$ – питома теплота від освітлення, $\Phi_{\text{осв.}} = 12 \dots 20 \text{ Вт/м}^2$;

β – коефіцієнт, що враховує частку теплоти, яка передається у вищерозташоване приміщення, приймають:

1) для люстр $\beta = 1$;

2) для світильників, розташованих на стелі, $\beta = 0,4 \dots 0,6$.

	Приміщення		
	№ 1	№ 2	№ 3
Площа підлоги, м^2	76	27,7	-
Питомий тепловий потік, Вт/м^2	12	12	-
Коефіцієнт, що враховує частку	1,0	1,0	-

теплоти			
Повний тепловий потік, Вт	912	332,4	-

Розрахунок теплоприпливів від бака, що знаходиться в приміщенні

Для розрахунку явних теплоприпливів:

$$Q_{\text{явн}}^{\text{бак}} = (5.6+4v) \cdot (t_w - t_{\text{п}}) \cdot F, \text{ Вт} \quad (4.3.16)$$

де F – площа бака, $[m^2]$, $F = 2 m^2$;

v – швидкість руху повітря над поверхнею води, $[m/c]$,

$v = 0,1 m/c$.

t_w – температура води, $[^{\circ}C]$, $t_w = 23 ^{\circ}C$;

$t_{\text{п}}$ – температура повітря у приміщенні, $[^{\circ}C]$, $t_{\text{п}} = 18,1 ^{\circ}C$.

$$Q_{\text{явн}}^{\text{бак}} = (5,6+4 \cdot 0,1) \cdot (23 - 18,1) \cdot 2 = 29,4 \text{ Вт}$$

Для розрахунку повних теплоприпливів:

$$Q_{\text{повн}}^{\text{бак}} = \sigma \cdot F \cdot (h_w - h_{\text{п}}), \text{ кВт} \quad (4.3.17)$$

де F – площа бака, $[m^2]$, $F = 2 m^2$;

h_w – ентальпія води, $h_w = 88 \text{ кДж/кг}$;

$h_{\text{п}}$ – ентальпія повітря у приміщенні, $h_{\text{п}} = 31 \text{ кДж/кг}$;

$\sigma = \alpha_v / C_p^{\text{в.в}}$, - співвідношення Л'юїса;

$C_p^{\text{в.в}}$ - теплоємність вологого повітря, $[\text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})]$;

α_v - коефіцієнт тепловіддачі, $[\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})]$;

$$C_p^{\text{в.в}} = C_p^{\text{с}} + C_p^{\text{п}} \cdot d_{\text{ср}} = 1,006 + 1,86 \cdot 10^{-3} \cdot 14,5 = 1,033 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$$

$$\sigma = 7 \cdot 10^{-3} / 1,033 = 0,0068 \text{ кг}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$$

$$Q_{\text{повн}}^{\text{бак}} = 0,0068 \cdot 2 \cdot (88 - 35) = 720,8 \text{ Вт}$$

	Приміщення		
	№ 1	№ 2	№ 3
Температура поверхні води, $^{\circ}C$	18,1	-	-
Температура у приміщенні, $^{\circ}C$	20	-	-

Площа поверхні води, м ²	2	-	-
Явний теплоприплив від води, Вт	27,6	-	-
Повний теплоприплив від води, Вт	775,2	-	-

Розрахунок вологовиділень

$W = W_{л} + W_{вол} + W_{інф} + W_{бак} + W_{ох}$, рід кг/с, де

Вологовиділення від людей

Вологовиділення від людей визначають за формулою:

$$W_{л} = n \cdot w_{л}, \text{ кг/с}, \quad (4.3.18)$$

де $w_{л}$ – питомі вологовиділення, що залежать від температури приміщення, [кг/с];

	Приміщення		
	№ 1	№ 2	№ 3
Кількість людей	18	4	-
Питоме вологонадходження від 1 людини, кг/с	0,029	0,036	-
Вологовиділення від людей, кг/с	0,522	0,144	-

Вологовиділення з поверхні відкритої води, вологої або мокрої підлоги

Вологовиділення з поверхні відкритої води, вологої або мокрої підлоги визначають за рівнянням:

$$W = \sigma \cdot F \cdot (d''_{в} - d_{в}), \text{ кг/с}, \quad (4.3.19)$$

де $\sigma = \alpha_{в} / C_{р}$, - із співвідношення Л'юїса;

$C_{р}$ - теплоємність вологого повітря, [кДж/(кг·К)];

$\alpha_{в}$ - коефіцієнт тепловіддачі, [Вт/(м²·К)];

F- площа відкритої поверхні води або підлоги [м²];

$d''_{в}$ - вологовміст насиченого повітря в приміщенні, [кг/кг];

$d_{в}$ - вологовміст повітря в приміщенні, [кг/кг].

	Приміщення		
	№ 1	№ 2	№ 3
Площа підлоги, м ²	10	3	-
Вологовиділення від мокрої підлоги, кг/с	0,0136	0,00408	-

Вологовиділення з поверхні відкритої води (бак)

Вологовиділення з поверхні води відкритого бака розраховується за формулою 3.2.

Із співвідношення Л'юіса:

$$\sigma = \alpha_B / C_p$$

Вологовміст насиченого повітря в приміщенні $d''_B = 14,5$ г/кг.

Вологовміст повітря в приміщенні $d_B = 2,2$ г/кг.

$$W = 0,0068 \cdot 2 \cdot (14,5 - 2,2) \cdot 10^{-3} = 0,16 \cdot 10^{-3}, \text{ кг/с.}$$

	Приміщення		
	№ 1	№ 2	№ 3
Площа бака м ²	2	-	-
Вологовиділення від бака, кг/с	$0,16 \cdot 10^{-3}$	-	-

Вологовиділення з відкритої поверхні киплячої води

Вологовиділення з відкритої поверхні киплячої води розраховується за формулою

$$W = K_y \cdot (Q/r), \text{ кг/с,} \quad (4.3.20)$$

де Q – кількість теплоти, що підводиться до води;

$$Q = \sum N_{об} \text{ кВт}$$

K_y – коефіцієнт, що враховує ступінь прихованості води,

$$K_y = 0,1 \dots 0,26$$

r – прихована теплота паротворення, [кДж/кг].

$$r = (r_0 - 2,3 \cdot t_w) = (2500 - 2,3 \cdot 9) = 2479 \text{ кДж/кг.}$$

$$W = 0,26 \cdot (3/2479) = 0,4 \cdot 10^{-3}, \text{ кг/с.}$$

	Приміщення		
	№ 1	№ 2	№ 3
Навантаження обладнання, кВт	30	0.1	-

Вологовиділення від обробки деталей емульсією , кг/с	0,4·10 ⁻³	0,94·10 ⁻³	-
------------------------------------------------------	----------------------	-----------------------	---

Кількість вологи, яка надходить у приміщення за рахунок інфільтрації.

Розрахункова формула $W_{инф} = G_{инф} \cdot (d_n - d_e)$ [кг/с]

$G_{инф}$ – масова витрата повітря, яке надходить у приміщення крізь щілини [кг/с]

d_n – вологозміст зовнішнього повітря, [кг/кг с.в]

d_e – вологозміст внутрішнього повітря, [кг/кг с.в]

	Приміщення		
	№ 1	№ 2	№ 3
Вологовиділення від інфільтрації , кг/с	0,00423	0,002818	-

Визначення схованого теплоприпливу

Схований тепло приплив від поверхні відкритої води (бак)

$$Q_{скр} = W \cdot r, \text{Вт} \quad (4.3.21)$$

де W - вологовиділення від поверхні відкритої води, кг/с,

$r = (r_0 - 2,3 \cdot t_w)$ - схована теплота пароутворення

	Приміщення		
	№ 1	№ 2	№ 3
Вологовиділення від баку, кг/с	0,16·10 ⁻³	-	-
Схований тепло приплив , кВт	0,392	-	-

Схований тепло приплив від вологої або мокрої підлоги

$$Q_{скр} = W \cdot r, \text{Вт} \quad (4.3.22)$$

де W - вологовиділення від вологої підлоги кг/с,

$r = (r_0 - 2,3 \cdot t_w)$ - схована теплота пароутворення

	Приміщення
--	------------

	№ 1	№ 2	№ 3
Вологовиділення , кг/с	0,00024	0,00018	-
Схований тепло приплив , кВт	5,87	4,4	-

Схований тепло приплив від обробки деталей емульсією

$$Q_{\text{скр}} = W \cdot r, \text{Вт} \quad (4.3.23)$$

де W - вологовиділення від обробки деталей емульсією, кг/с,

$r = (r_0 - 2,3 \cdot t_w)$ - схована теплота пароутворення

	Приміщення		
	№ 1	№ 2	№ 3
Вологовиділення від обробки деталей емульсією, кг/с	$1,26 \cdot 10^{-3}$	$0,94 \cdot 10^{-3}$	-
Схований тепло приплив від обробки деталей емульсією, кВт	3,08	2,3	-

Звідна таблиця розрахункових тепло- і вологовиділень для всіх приміщень в теплий період року приведена нижче .

Схований теплоприплив в приміщеннях

	Приміщення		
	№ 1	№ 2	№ 3
Схований тепло приплив, Вт	9,34	6,7	-

Явний теплоприплив в приміщеннях

$$Q_{\text{явн}} = Q_{\text{общ}} - Q_{\text{схов}}, \text{Вт} ,$$

	Приміщення		
	№ 1	№ 2	№ 3
Явний тепло приплив , Вт	1441,12	675,69	-

Звідна таблиця розрахункових тепло- і вологовиділень для всіх приміщень (теплий період року)

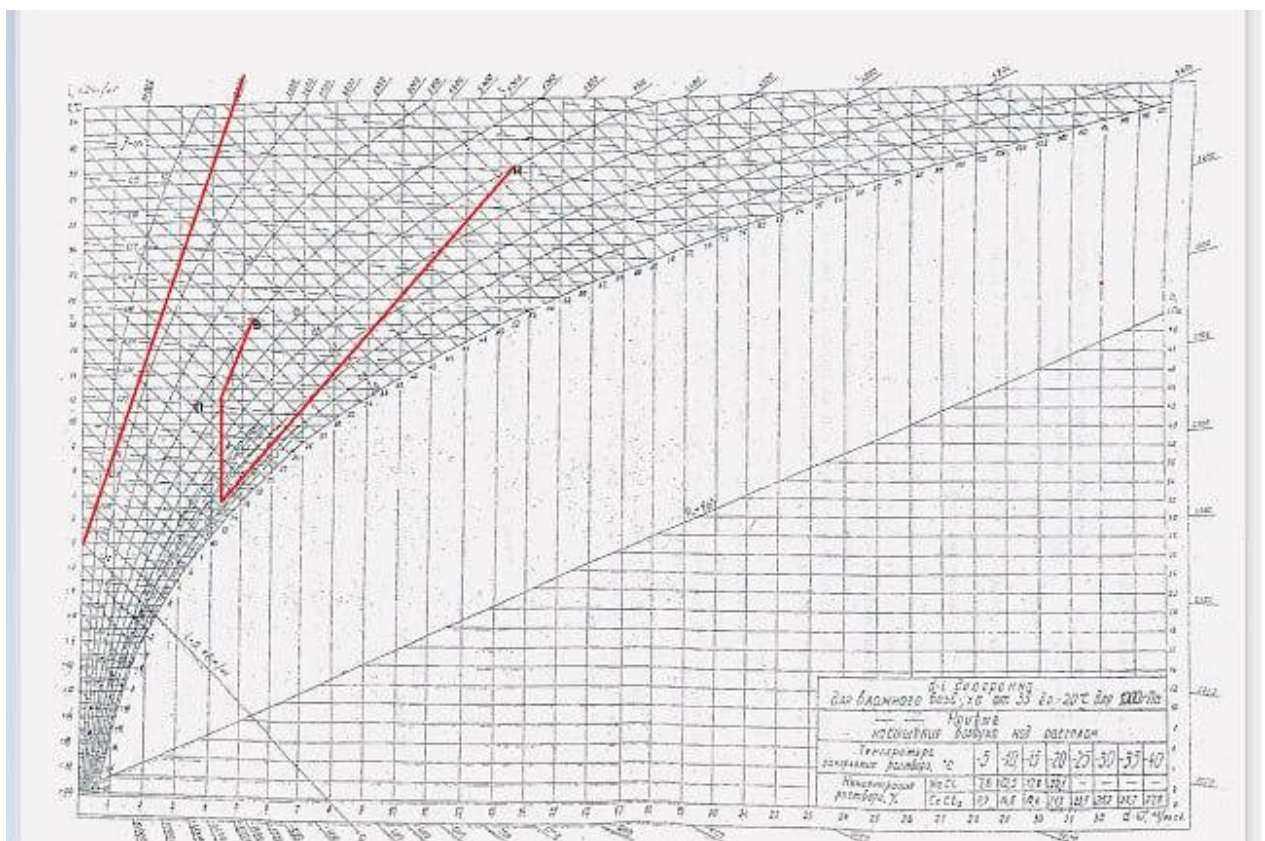
	Приміщення		
	№ 1	№ 2	№ 3
Повні тепло припливи, Вт	11577,5	7670,69	-
Скриті тепло припливи, Вт	9340	6700	-
Явні тепло припливи, Вт	1441,12	675,69	-
Повні волого-виділення, кг/с	0,74	0,186	-

5. Визначення витрати повітря систем кондиціонування повітря

Для визначення витрати повітря системи кондиціонування повітря тепловологісної характеристику і будуємо в d,h- діаграмі процесів кондиціонування повітря для теплого періоду року.

$$\varepsilon = \frac{Q_{\text{общ}}}{W_{\text{общ}}}, \text{ кДж/кг}$$

	Приміщення		
	№ 1	№ 2	№ 3
Тепловологісна характеристика процесу, кДж/кг	10600	7180	-



Для розрахунку продуктивності систем кондиціонування повітря величина G_B приймається максимальною з розрахованих за різними балансами:

- за надлишками загальної теплоти в теплий період:

$$G_1 = \frac{Q_{\text{обб}}}{(h_{\text{в}} - h_{\text{п}})}, \text{ кг/с,} \quad (5.1)$$

$$G_1 = \frac{10/07}{(31-26)} = 2.31, \text{ кг/с,}$$

де

$Q_{\text{обш}}$, - повні надлишки тепла в теплий період, кВт;

$h_{\text{в}}$, - ентальпія у приміщенні, [кДж/кг];

$h_{\text{п}}$ - ентальпія припливного повітря [кДж/кг];

	Приміщення		
	№ 1	№ 2	№ 3
$G_1, \text{ кг/с}$	2,31	-	-

- за надлишками явної теплоти в теплий період:

$$G_2 = \frac{Q_{\text{явн}}}{(t_{\text{в}} - t_{\text{п}}) \cdot C_{\text{вв}}}, \text{ кг/с,} \quad (5.2)$$

де

$Q_{\text{явн}}$ - явні надлишки тепла в теплий період, кВт;

$t_{\text{в}}$, - температура у приміщенні [$^{\circ}\text{C}$];

$t_{\text{п}}$ - температура припливного повітря;

$$G_2 = \frac{1.64}{5 \cdot 1.1} = 0.254, \text{ кг/с,}$$

Приміщення

	№ 1	№ 2	№ 3
G ₂ , кг/с	0,254	0,109	-

- за вологовиділеннями:

$$G_3 = \frac{W_{\text{общ}}}{(d_B - d_{\text{п}})}, \text{ кг/с}, \quad (5.3)$$

$$G_3 = \frac{0.711}{(6-5) 1000} = 0.71, \text{ кг/с},$$

де

W – надходження вологи в приміщення, кг/с;

d_B – вологовміст у приміщенні, відповідно, кг/кг;

d_п – вологовміст припливного повітря, , кг/кг;

	Приміщення		
	№ 1	№ 2	№ 3
G ₃ , кг/с	0,71	0,186	-

За максимальним значенням витрати припливного повітря визначаємо корисну продуктивність кондиціонера за формулою:

$$L_{\text{кд}} = \frac{3600 \cdot G_{\text{max}}}{\rho_B}, \text{ м}^3/\text{ГОД}, \quad (5.4)$$

де G_{max} - максимальна витрата повітря, кг/с

$$G_{\text{max}} = G_1 + G_2 + G_3 = 2,12 + 0,254 + 0,71 = 2.38 \text{ кг/с},$$

ρ_B = 1,2 кг/м³ - густина повітря

$$L_{\text{кд}} = \frac{3600 \cdot G_{\text{max}}}{\rho_B} = \frac{3600 \cdot 2,38}{1,2} = 7140 \text{ м}^3/\text{ГОД}.$$

Продуктивність систем кондиціонування повітря обумовлюється необхідною кількістю повітря, яка подається в приміщення для асиміляції шкідливостей і забезпечення заданих параметрів повітря в робочій зоні

$$G = k \cdot \Sigma G_{\text{max}}, \text{ кг/с}, \quad (5.5)$$

де G – продуктивність системи кондиціонування повітря, [кг/год];

ΣG_{max} – кількість припливного повітря в окреме приміщення, [кг/год];

k = 1,03 - коефіцієнт запасу;

$$G = k \cdot \Sigma G_{\text{max}} = 1,03 \cdot 13290 = 13688,7, \text{ кг/с}.$$

Після вибору кондиціонера остаточно розраховуємо масову витрату припливного повітря:

$$G_{кд} = \frac{\rho_{в} \cdot L_{кд}}{3600}, \text{ кг/с.} \quad (5.6)$$

За значеннями масової витрати надалі виконуються розрахунки тепломасообмінних апаратів .

Розрахунок теплоприпливів для холодного періоду року

Враховуємо, що для холодного періоду року :

$$G_{кд}^x = G_{кд}^m$$

Для холодного періоду року перераховуємо тільки теплоприпливи через зовнішні масивні огороження.

Розрахункові параметри мікроклімату в холодний період року для м.Южний:

$$t_{зовн.} = -5^{\circ}\text{C}, h_{зовн.} = -0,40 \text{ кДж/кг.}$$

Тепловтрати через зовнішні огороження(стіни)

$$Q_{ст.} = k_{ст.} \cdot F_{ст.} \cdot \Delta t, \text{ Вт,} \quad (5.7)$$

де $k_{ст.}$ – коефіцієнт теплопередачі зовнішньої стіни, приймається з теплового періоду, $k_{ст.} = 0,2245 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$;

$F_{ст.}$ – площа зовнішньої стіни, м^2 ;

Δt – різниця між температурою повітря в приміщенні та зовнішньою температурою

$$\Delta t = t_{зовн.} - t_{вн.}, \text{ }^{\circ}\text{C.}$$

	Приміщення		
	№ 1	№ 2	№ 3
Коефіцієнт теплопередачі для стін , Вт/м ² ·К	0,2245	-	-
Площа стін, м ²	11,9	-	-
Тепловтрати крізь зовнішні стіни, Вт	61,45	-	-

Теплоприпливи через покрівлю

$$Q_{\text{покр.}} = k_{\text{покр.}} \cdot F_{\text{покр.}} \cdot \Delta t, \text{ Вт}, \quad (5.8)$$

де $k_{\text{покр.}}$ – коефіцієнт теплопередачі покрівлі, приймається з теплого періоду,
 $k_{\text{покр.}} = 0,160 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

$F_{\text{ст}}$ – площа проекції покрівлі, м^2 ;

Δt – різниця між температурою повітря в приміщенні та зовнішньою температурою

$$\Delta t = t_{\text{вн.}} - t_{\text{зовн.}}, \text{ } ^\circ\text{C}.$$

	Приміщення		
	№ 1	№ 2	№ 3
Коефіцієнт теплопередачі для покрівлі, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$	0,160	-	-
Площа покрівлі, м^2	76,5	-	-
Тепловтрати крізь покрівлю, Вт	281,52	-	-

Тепловтрати через внутрішнє огороження

$$Q_{\text{вн. огор.}} = k_{\text{вн. огор.}} \cdot F_{\text{вн. огор.}} \cdot \Delta t, \text{ Вт}, \quad (5.9)$$

де $k_{\text{вн. огор.}}$ – коефіцієнт теплопередачі внутрішнього огороження, приймається з теплого періоду, $k_{\text{ст}} = 2,58 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

$F_{\text{вн. огор.}}$ – площа внутрішнього огороження, м^2 ;

Δt – різниця між температурою повітря в приміщенні та зовнішньою температурою

$$\Delta t = t_{\text{вн.}} - t_{\text{вн. огор.}}, \text{ } ^\circ\text{C},$$

де $t_{\text{вн. огор.}}$ – температура внутрішнього огороження, $^\circ\text{C}$

$$t_{\text{вн. огор.}} = t'_{\text{вн. роси}} + 2 \text{ } ^\circ\text{C}, \text{ } ^\circ\text{C},$$

$t'_{\text{вн. роси}}$ – температура точки роси повітря в приміщенні, $^\circ\text{C}$.

$$F_{\text{вн. огор.}} = 36 \text{ м}^2$$

$$t_{\text{вн. огор.}} = t'_{\text{вн. роси}} + 2 \text{ } ^\circ\text{C} = 6,8 + 2 \text{ } ^\circ\text{C} = 8,8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = t_{\text{вн.}} - t_{\text{вн. огор.}} = 18 - 8,8 = 9,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

	Приміщення		
	№ 1	№ 2	№ 3

Коефіцієнт теплопередачі для стін, Вт/м ² ·К	2.58	-	-
Площа стін, м ²	36	-	-
Тепловтрати крізь зовнішні стіни, Вт	830,76	-	-

Тепловтрати через засклені поверхні

$$Q_{\text{заскл. пов.}} = k_{\text{заскл. пов.}} \cdot F_{\text{заскл. пов.}} \cdot \Delta t, \text{ Вт}, \quad (5.10)$$

де $k_{\text{заскл. пов.}}$ – коефіцієнт теплопередачі засклених поверхонь, приймається з теплового періоду, $k_{\text{заскл. пов.}} = 1,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

$F_{\text{заскл. пов.}}$ – площа заскленої поверхні, м²;

Δt – різниця між температурою повітря в приміщенні та зовнішньою температурою

$$\Delta t = t_{\text{зовн.}} - t_{\text{вн.}}, \text{ } ^\circ\text{C}.$$

	Приміщення		
	№ 1	№ 2	№ 3
Площа вікон	8		
Температура зовнішнього повітря	-5	-	-
Температура внутрішнього повітря	18	-	-
Тепловий потік крізь вікна	220,8	-	-

Тепловтрати через інфільтрацію не враховуємо так як забезпечений підпір повітря

Тепловтрати через зовнішні масивні огороження

$$Q_{\text{зовн. огор.}} = Q_{\text{ст}} + Q_{\text{покр}} + Q_{\text{вн. огор.}} + Q_{\text{заскл. пов.}} \text{ Вт}, \quad (5.11)$$

де $Q_{\text{ст}}$ – тепловтрати через зовнішні огороження(стіни), Вт,

$Q_{\text{покp}}$ – тепловтрати через покрівлю, Вт,

$Q_{\text{вн. огор}}$ – тепловтрати через внутрішнє огороження, Вт,

$Q_{\text{заскл. пов.}}$ – тепловтрати через засклені поверхні, Вт.

	Приміщення		
	№ 1	№ 2	№ 3
Тепловтрати крізь огороження, Вт	1394,53	-	-

Загальні тепло- і вологовиділення в приміщенні в холодний період року
Враховуючи, що в холодний період року приміщення опалюються, компенсація теплоприпливів через зовнішні масивні огороження за рахунок опалення складає 40-50 %.

$$Q_{\text{общ.}} = (0,4 \div 0,5) \cdot Q_{\text{зовн. огор.}} + Q_{\text{осв.}} + Q_{\text{об.}} + Q_{\text{люд.}}, \text{ Вт} \quad (5.12)$$

$$1 Q_{\text{общ.}} = 0,4 * (1394,53) + 3672 + 912 + 850,5 = 5110,36$$

Приміщення	1№	2№	3№
Qобщ.	5110,36	-	-

6. ВИБІР І РОЗРАХУНОК АППАРАТІВ ЦЕНТРАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

Вибрані установки модель КЦКП-10

У установки такі переваги:

- Сертифікат Eurovent
- Легкий в обслуговуванні
- Алюцинкове покриття корпусу

6.1 Розрахунок обладнання системи

Розрахунок охолоджувача повітря.

Охолоджувачем повітря називається теплообмінний апарат, призначений для охолодження (а в більшості випадків і для осушення) повітря. Рух повітря в охолоджувачах повітря – примусовий. Процес охолодження та осушення повітря в повітроохолоджувачі протікає в наступній послідовності: в перших рядах по ходу повітря охолоджується при постійному вмісті вологи; найбільш інтенсивне охолодження повітря відбувається в нижній частині ребер у місцях, де ребра примикають до поверхні трубок, в тих рядах повітроохолоджувача, де охоложене повітря зустрічається з поверхнею ребер, що має температуру нижче точки роси потоку повітря, починається процес конденсації вологи з повітря; найбільша конденсація вологи матиме місце в останніх рядах охолоджувача повітря. По висоті ребра інтенсивність вологовипадання при осушенні повітря буде різною.

Найбільша інтенсивність випадання вологи має місце в основі ребра і знижується за його висотою. На виході з охолоджувача повітря при перемішуванні частини охолодженого повітря і частини осушеного повітря біля основи ребер, отримуємо суміш з відносною вологістю порядку 90%. розрахунків використовуємо побудову умовного процесу охолодження та осушення, яке проводиться шляхом з'єднання прямою лінією точок початкового та кінцевого стану повітря.

Вихідні дані для розрахунку:

$t_{в1} = 27,8\text{C}$ - початкова температура повітря;

$h_{в1} = 58,6\text{кДж/кг}$ - початкова ентальпія повітря;

$t_{в2} = 15,6\text{C}$ - кінцева температур повітря;

$G_B=2,39\text{кг/с}$ – витрата повітря через охолоджувач повітря;

$Q_0 = 41 \text{ кВт}$ – кількість тепла;

$W_0=0.0011\text{кг/с}$ – кількість вологи;

$\rho=0.0003\text{м}$ – товщина ребра;

$S_p = 0.002\text{м}$ - крок ребра;

$d_n=0.01\text{м}$ – зовнішній діаметр трубки;

$d_{вн} = 0.008\text{м}$ - внутрішній діаметр трубки;

$S_1=0.02\text{м}$ - крок труби по висоті охолоджувача повітря;

$S_2 = 0.02\text{м}$ - крок труби по ходу повітря;

$H=1.455\text{м}$ – висота охолоджувача повітря;

$B=1.3\text{м}$ – ширина охолоджувача повітря;

$n = \frac{1}{S} = \frac{1}{0.02} \approx 50 \text{ шт.}$ - Кількість ребер.

Основною метою теплового розрахунку охолоджувача повітря при його проектуванні є визначення необхідної поверхні теплообміну для забезпечення заданої холодопродуктивності (теплового навантаження) та компанування цієї поверхні

Коефіцієнт живого перерізу:

$$k_f = \frac{(S_1 - d_n)(S_p - \delta_p)}{S_1 \cdot S_p} \quad (6.1)$$

$$k_f = \frac{(0.02 - 0.01)(0.002 - 0.0003)}{0.02 \cdot 0.002} = 0.42$$

Швидкість повітря в фронтальному й вузькому перерізі:

$\omega_{B.H.} = 1.5..3\text{м/с}$, приймаємо $\omega_{B.H.} = 1.5\text{м/с}$;

$$\omega_{B.H.} = k_f \cdot \omega_B \quad (6.2)$$

Звідси: $\omega_B = 3.5\text{м/с}$.

Площадь фронтального перерізу:

$$f'_B = \frac{G_B}{\gamma_B \cdot \omega_{B.H.}}, \text{ м}^2, \quad (6.3)$$

де γ_B - густина повітря при початкових параметрах;

$$f_B' = \frac{2,39}{1,05 \cdot 1,5} = 1,517 \text{ м}^2$$

Ентальпія повітря на виході з повітряохолоджувача:

$$h_{B2} = h_{B1} - \frac{Q_0}{G_B}, \text{ кДж/кг} \quad (6.4)$$

$$h_{B2} = 58,6 - \frac{41}{2,39} = 41,45 \text{ кДж/кг}$$

Знаходимо коефіцієнт вологовипадення:

$$\xi_n = \frac{h_{B1} - h_{B2}}{C_{B1} (t_{B1} - t_{B2})} \quad (6.5)$$

де C_{B1} - теплоємність повітря, знаходиться по середній температурі:

$$t_{B,cp} = 0,5(t_{B1} + t_{B2}) = 0,5(27,8 + 15,6) = 21,43^\circ\text{C}, \quad C_{B1} = 1,005 \text{ кДж/(кг К)} \quad (6.6)$$

$$\xi_n = \frac{58,6 - 41,45}{1,005(27,8 - 15,6)} = 1,4$$

Температурний напор:

$$\theta_n = \frac{t_{B1} - t_{B2}}{2,31g \frac{t_{B1} - t_n}{t_{B2} - t_n}}, ^\circ\text{C} \quad (6.7)$$

$$\theta_n = \frac{27,8 - 15,6}{2,31g \frac{27,8 - 12}{15,6 - 12}} = 6,2075^\circ\text{C}$$

Потрібна поверхність теплообміну:

$$F_n = \frac{10^3 \cdot Q_0}{\alpha_n \cdot \xi_n \cdot \theta_n}, \text{ м}^2 \quad (6.8)$$

$$F_n = \frac{10^3 \cdot 41}{23 \cdot 1.4 \cdot 6.2075} = 251,9 \text{ м}^2$$

Коефіцієнт ефективності ребра:

$$E_p = \frac{th(h_p \cdot \sqrt{B})}{h_p \cdot \sqrt{B}} \quad (6.9)$$

$$B = \frac{2 \cdot \alpha_n \cdot \xi}{\delta_p \cdot \lambda_n}, \text{м}^2 \quad (6.10)$$

$$B = \frac{2 \cdot 23 \cdot 1,4}{0.0003 \cdot 45} = 4770 \text{ м}^2$$

$$E_p = \frac{th(0.01 \sqrt{4770})}{0.01 \cdot \sqrt{4770}} = 0,76$$

Коефіцієнт ефективності ребристої поверхні:

$$E_n = \frac{t_e - t_n}{t_e - t_T} \quad (6.11)$$

$$E_n = 1.25$$

Питома теплова навантаження на внутрішню поверхність повітреохолоджувача

$$q_{Fa} = \beta \cdot \alpha_n \cdot \xi \cdot \theta_n, \text{Вт/м}^2 \quad (6.12)$$

де β - ступінь оребрення, $\beta = 16.9$;

$$q_{Fa} = 16.9 \cdot 23 \cdot 0.5 \cdot 5.2 = 3374 \text{ Вт/м}^2$$

Температура кипіння фреону:

$$t_0 = 11^\circ\text{C}$$

Температура конденсації:

$$t_k = 27,8 + 11 = 38,8^\circ\text{C}$$

$$t_1 = t_0 + 10 = 11 + 10 = 21^\circ\text{C}$$

$$t_3 = t_k - 3 = 38,8 - 3 = 35,8^\circ\text{C}$$

(6.13)

Точку 4 знаходимо по величині ентальпії:

$$h_4 = h_3 - (h_1 - h_6) = 434 - (432 - 263) = 265 \text{ кДж/кг} \quad (6.14)$$

Витрата фреону:

$$G_0 = \frac{Q_0}{q_0} = \frac{Q_0}{(h_6 - h_5)}, \text{кг/с} \quad (6.15)$$

$$G_0 = \frac{41}{(263 - 235)} = 1,33 \text{ кг/с}$$

Оптимальна массова швидкість фреону:

$$\omega_a \rho_a = 19.3 \cdot q_{Fa}^{0.24}, \text{ кг/} \quad (6.16)$$

$$\omega_a \rho_a = 19.3 \cdot 3374^{0.24} = 135.6 \text{ кг/м}^2\text{с}$$

Витрата фреону через трубку:

$$G_a = 0,785 \cdot d_{\text{вн}}^2 \cdot \omega_a \rho_a, \text{ кг/с} \quad (6.17)$$

$$G_a = 0,785 \cdot 0.01^2 \cdot 101 = 0.01065 \text{ кг/с}$$

Коефіцієнт тепловідачи від трубок до киплячого фреону:

$$\alpha_a = A \cdot q_{Fa}^{0.6} \cdot (\omega_a \rho_a)^{0.2} \cdot d_{\text{вн}}^{-0.2}, \text{ Вт/м}^2 \quad (6.18)$$

$$\alpha_a = 5.83 \cdot 3374^{0.6} \cdot (135,6)^{0.2} \cdot 0,008^{-0.2} = 2080 \text{ Вт/м}^2$$

Повний температурний напор:

$$\theta = \frac{t_{B1} - t_{B2}}{2.31 \lg \frac{t_{B1} - t_0}{t_{B2} - t_0}} \quad (6.19)$$

$$\theta = \frac{27,8 - 15,6}{2,31 \lg \frac{27,8 - 11}{15,6 - 11}} = 6,372$$

Коефіцієнт теплопередачі:

$$k_n = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_n \cdot \xi_n \cdot F_n} + \frac{1}{\alpha_a} \cdot \beta}, \text{ Вт/м}^2\text{К} \quad (6.20)$$

$$k_n = \frac{1}{\frac{1}{23 \cdot 1,4 \cdot 1,3} + \frac{1}{2080} \cdot 16,9} = 31,2 \text{ Вт/м}^2\text{К}$$

Знаходим потрібну поверхність теплообміну:

$$F_n = \frac{Q_0}{10^{-3} \cdot k_n \cdot \theta}, \text{ м}^2 \quad (6.21)$$

$$F_n = \frac{41}{10^{-3} \cdot 31,2 \cdot 6,372} = 203,23$$

Поверхність теплообміну одного ряду трубок:

$$F_{n1} = \pi \cdot d_n \cdot L \cdot n_1 \cdot \beta', \text{ м}^2 \quad (6.22)$$

$$F_{n1} = 3.14 \cdot 0.01 \cdot 1,4 \cdot 13.5 \cdot 50 = 29,7 \text{ м}^2$$

Число рядів трубок по ходу повітря:

$$n_2 = n_2' = \frac{F_n}{F_{n1}}, \text{ рядів} \quad (6.23)$$

$$n_2 = n_2' = \frac{203,23}{29,7} = 7 \text{ рядів}$$

Уточнюємо повну поверхність теплообміну:

$$F_{n1} = \pi \cdot d_n \cdot B \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot \beta', \text{ м}^2 \quad (6.24)$$

$$F_{n1} = 3.14 \cdot 0.01 \cdot 0.5 \cdot 13.5 \cdot 50 \cdot 7 = 207 \text{ м}^2$$

Осушуюча здатність повітроохолоджувача:

$$W_0 = \frac{Q_0}{q} \left(1 - \frac{1}{\xi_n} \right), \text{ кг/с} \quad (6.25)$$

$$W_0 = \frac{41}{2741} \left(1 - \frac{1}{1,4} \right) = 0.0048 \text{ кг/с}$$



7 РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ОСНОВНОГО ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОЛАДНАННЯ

7.1 Тепловий розрахунок компресора

Вихідними даними для розрахунку холодильної машини є кількість холоду, яку вона повинна виробити для ВКВ, а також режим роботи.

Для роботи холодильної машини використовуємо фреон R410a, який має досить хороші термодинамічні властивості.

Режим роботи холодильної установки визначається температурою кипіння холодильного агента (t_0) та температурою конденсації (t_k).

Температура кипіння залежить від робочої температури води, що виходить з чиллера: $t_{\text{води}} = 10.2 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$\begin{aligned} t_0 &= t_w, \text{ } ^\circ\text{C} \\ t_0 &= t_w = 2 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned} \quad (7.1)$$

Приймаємо $\Delta t_0 = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$ – розрахункова різниця температур для пластинчатих, випарників використаних в чиллерах.

Температура конденсації використовується по емпіричній залежності:

$$t_k = t_{\text{нм}} + (10 \dots 14) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (7.2)$$

$t_{\text{н}} = 28 \text{ } ^\circ\text{C}$ – температура зовнішнього повітря.

$$t_k = 28 + 14 = 42 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Задається переохолодженням рідкого холодильного агента в конденсаторі:

$$\Delta t_k = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Визначаємо температуру в точці 3:

$$\begin{aligned} t_3 &= t_k - \Delta t_k, \text{ } ^\circ\text{C}. \\ t_3 &= 42 - 5 = 37 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned} \quad (7.3)$$

Задаємося перегріванням пари холодильного агента в обмотках ел.двигуна компресора: $\Delta t_{\text{вс}} = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$.

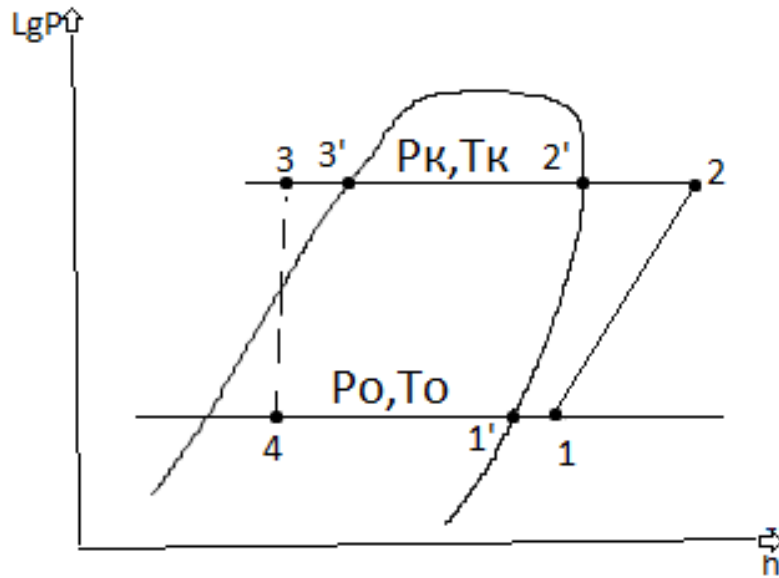
Перегрів в випарнику - $\Delta t_0 = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Визначаємо температуру в точці 1:

$$\begin{aligned} t_1 &= t_0 + \Delta t_{\text{вс}}, \text{ } ^\circ\text{C}. \\ t_1 &= 2 + 10 = 12 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned} \quad (7.4)$$

Побудуємо цикл у lgr-h діаграмі та визначимо параметри точок процесів.

Рис. 7.1 – Цикл холодильної системи



Робочий хол. агент: R-410a;

Холодовидатність:

$$Q_o = 1,1 * G_B * (h_n - h_k) = 1,1 * 2,39 * (74 - 29) = 118,3 \text{ кВт}; \quad (7.5)$$

Температура кипіння фреону: $t_o = +2^\circ\text{C}$;

Температура конденсації фреону: $t_k = 42^\circ\text{C}$;

Будуємо холодильний цикл у $\lg P-h$ діаграмі та знімаємо дані з точок циклу, які заносимо в таблицю 6.1

Таблиця 6.1 – Параметри холодильного циклу

	1	2	3	4
P, бар	8,5	25	25,3	8,5
t, °C	12	70	37	42
h, кДж/кг	434	464	264	261
v, м ³ /кг	0,034	-	-	-

Далі керуючись :

Питома масова холодовидатність:

$$q_o = h_1 - h_4 = 434 - 261 = 173 \text{ кДж/кг}; \quad (7.6)$$

Питома робота компресора:

$$l_{\text{км}} = h_2 - h_1 = 464 - 434 = 30 \text{ кДж/кг}; \quad (7.7)$$

Питома теплота конденсації:

$$q_k = h_2 - h_3 = 464 - 264 = 200 \text{ кДж/кг}; \quad (7.8)$$

Питома об'ємна холодовидатність:

$$q_v = \frac{q_o}{v_1} = \frac{173}{0,034} = 5089 \text{ кДж/м}^3; \quad (7.9)$$

Хол. коефіцієнт Карно:

$$\text{cop}_k = \frac{T_o}{(T_k - T_o)} = \frac{275}{(315 - 275)} = 6,9; \quad (7.10)$$

Адіабатний хол. коефіцієнт:

$$\text{cop}_a = q_o / l_{\text{км}} = 173 / 30 = 5,77; \quad (7.11)$$

Ступінь термодинамічної досконалості:

$$\text{сгс} = \frac{\text{cop}_a}{\text{cop}_k} = \frac{5,77}{6,9} = 0,84; \quad (7.12)$$

Масова витрата хол. агенту:

$$M_a = Q_o^q / q_o = 118,3 / 173 = 0,69 \text{ кг/с}; \quad (7.13)$$

Дійсний об'єм всмоктуваного пару:

$$V_d = M_a \cdot V_{\text{вс}} = M_a \cdot V_1 = 1,08 \cdot 0,043 = 23,46 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}; \quad (7.14)$$

З графіку залежності виду компресора та співвідношення

$$\left(\frac{P_k}{P_o}\right) = 2,94 \text{ знаходимо коефіцієнт подачі компресора } \lambda = 2,35;$$

Теоретичний об'єм спірального компресора:

$$V_h = \frac{Q_o^q}{(\lambda \cdot q_v)} = \frac{118,3}{(2,35 \cdot 58,09)} = 0,865 \text{ м}^3/\text{с}; \quad (7.15)$$

Адіабатна потужність компресора:

$$N_a = M_a \cdot l_{\text{км}} = 0,69 \cdot 30 = 20,7 \text{ кВт}; \quad (7.16)$$

Індикаторна потужність компресора:

$$N_i = \frac{N_a}{\eta_i} = \frac{20,7}{0,9} = 23 \text{ кВт}, \quad (7.17)$$

де η_i - індикаторний к.п.д.;

Ефективна потужність компресора:

$$N_e = N_i + N_{\text{тр}} = 23 + 0,3 = 23,3 \text{ кВт}, \quad (7.18)$$

де $N_{\text{тр}}$ - потужність тертя, кВт;

Електрична потужність компресора:

$$N_{\text{ел}} = \frac{N_e}{\eta_{\text{ед}}} = \frac{23,3}{0,9} = 25,89 \text{ кВт}, \quad (7.19)$$

де $\eta_{\text{ед}}$ - к.п.д. електродвигуна, кВт;

Дійсний хол. коефіцієнт:

$$\text{cop}_d = \frac{Q_o^q}{N_{\text{ел}}} = \frac{118,3}{25,89} = 4,6; \quad (7.20)$$

Ступінь термодинамічної досконалості:

$$\text{сгс} = \frac{\text{cop}_d}{\text{cop}_k} = \frac{4,6}{6,9} = 0,649;$$

Підібрав модель компресору Crownwell CWD110A-PM, 110-150 кВт, Д*Ш*В
2400*1470*1840, маса 2500 кг.

7.2 Підбір чилера та розрахунок діаметра труб

Виходячи з рівняння теплопередачі

$$C_p \cdot G_w \cdot \Delta t = (G_b \cdot \rho \cdot \Delta h) / 3600, \quad (7.2.1)$$

де Δt - перепад температури води в повітроохолоджувачі;

C_p , кДж/кг·К- теплоємність води;

G_w , кг/с - витрата води;

$L'_п$, м³/год. - витрата повітря;

ρ , кг/ м³ – щільність повітря;

Δh , кДж/кг – різниця ентальпій на вході та виході з повітроохолоджувача;

Розрахуємо витрату води:

$$G_w = \frac{L'_п \cdot (h_{вх} - h_{вих}) \cdot \rho}{3600 \cdot \Delta t \cdot C_p} = \frac{7140 \cdot (58,6 - 41,45) \cdot 1,2}{3600 \cdot 4 \cdot 4,19} = 2,44 \text{ кг/с.} \quad (7.2.2)$$

Звідси витрата води:

$$L_w = \frac{G_w}{\rho_w} = \frac{2,44}{1000} = 2,44 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}; \quad (7.2.3)$$

Теоретична площа перерізу трубки:

$$F_T = \frac{L_w}{v} = \frac{(2,44 \cdot 10^{-3})}{1,5} = 0,00163 \text{ м}^2, \quad (7.2.4)$$

де ρ_w , кг/ м³ – щільність води;

Визначимо теоретичний діаметр трубки:

$$d_T = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0054}{3,14}} = 0,045 \text{ м}; \quad (7.2.5)$$

Беремо трубку екопластик PN 16 з фактичним діаметром $d_\phi = 50$ мм.

Перераховуємо швидкість рідини в трубках:

$$v = \frac{L_w}{F_\phi} = \frac{L_w}{(\pi \cdot d_\phi^2) / 4} = \frac{0,00817}{(3,14 \cdot (0,09)^2) / 4} = 0,384 \text{ м/с}, \quad (7.2.6)$$

де F_ϕ - фактична площа перерізу трубки, м².

Підбираємо модель чилера по холодовидатності:

$$Q_o^ч = 1,1 \cdot G_b \cdot (h_n - h_k) = 1,1 \cdot 2,39 \cdot (74 - 29) = 118,3 \text{ кВт}; \quad (7.2.7)$$

Підбираємо модель фірми Galletti WRE 132

$Q_o = 135$ кВт

Д/Ш/В, мм = 3819 /2266/2150

Маса =619, кг ; Шум=82Дб.

Підбираємо модель гідромодуля по необхідній витраті води для камери зрошення :

$$G_w = V \cdot L_{\Pi} \cdot \rho_{\Pi} = 0,38 \cdot 7140 \cdot 1,2 = 3256 \text{ кг/ч} = 0,75 \text{ л/с} \quad (7.2.8)$$

7.3 Розрахунок повітряного конденсатору.

Конденсатор служить передачі теплоти робочої речовини охолоджувальному середовищі чи джерелу теплоти високої температури. За родом охолоджуючого середовища конденсатори можна розділити на великі групи: з водяним і повітряним охолодженням. У цьому розрахунку застосовується конденсатор з повітряним охолодженням. Завдання теплового розрахунку полягає у визначенні площі теплопередаючої поверхні апарату та його основних геометричних розмірів.

Теплове навантаження:

$$Q_k = Q_0 + N_e, \text{ кВт}, \quad (7.3)$$

де Q_0 - холодопродуктивність, кВт;

N_e - ефективна потужність, кВт.

$$Q_k = 118,3 + 10 = 128,3 \text{ кВт}$$

Приймаємо $\Delta t_{\text{воз}} = 6^\circ\text{C}$,

$$t_{\text{в}2} = t_{\text{в}1} + \Delta t, \text{ }^\circ\text{C}, \quad (7.3.1)$$

де $t_{\text{в}1}$ – зовнішня температура повітря, $^\circ\text{C}$.

$$t_{\text{в}2} = 28 + 6 = 34 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Температура конденсації

$$t_k = \frac{t_{\text{в}1} + t_{\text{в}2}}{2} + 10, \text{ }^\circ\text{C}, \quad (7.3.2)$$

$$t_k = \frac{28 + 34}{2} + 10 = 41 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Средня логарифмічна різниця температур

$$\theta = \frac{\Delta T_B}{\ln \frac{T_K - T_{B1}}{T_K - T_{B2}}}, K, \quad (7.3.3)$$

$$\theta = \frac{6}{\ln \frac{314 - 301}{314 - 307}} = 9,7 K.$$

Витрата повітря через конденсатор

$$G_g = \frac{Q_K}{c_p \cdot \Delta T_g}, KZ/c, \quad (7.3.4)$$

$$G_g = \frac{128,3}{1.006 \cdot 6} = 21.26 KZ/c,$$

$$V_B = \frac{G_B}{\rho_B}, M^3/c \quad (7.3.5)$$

де $\rho_B = 1,139 \text{ кг/м}^3$ - густина повітря при $T_{B1} = 301 \text{ К}$.

$$V_g = \frac{21.26}{1.139} = 18,65 M^3/c$$

Живе січення апарату

$$F_{ж} = \frac{V_B}{\omega}, M^2, \quad (7.3.6)$$

де $\omega = 5 \text{ м/с}$ – принята швидкість повітря.

$$F_{ж} = \frac{18,65}{5} = 3,73 M^2,$$

Основні розміри, характеризуючі поверхність теплообміну:

Зовнішній діаметр труби $d_n, \text{ м} - 0,014$

Внутрішній діаметр труби $d_{вн}, \text{ м} - 0,012$

Крок труб по фронту та в глибину $s, \text{ м} - 0,028$

Товщина ребер $\delta_p, \text{ м} 0,0005$

Шаг ребер $u, \text{ м} - 0,004$

Матеріал труб Мідь

Матеріал ребер -Сталь

Ребра Пластинчаті - суцільні

Розлаштування труб в пучці -Коридорні

Розміри апарату по фронті. Живе січення апарату зв'язано з основними розмірами, характеризуючими поверхність теплообміна співвідношенням

$$F_{\text{ж}} = L_1 \cdot (s - d_{\text{н}}) \cdot \left(1 - \frac{\delta_{\text{п}}}{u}\right), \text{ м}^2 \quad (7.3.7)$$

Звідси загальна діна труб в одній секції конденсатора

$$L_1 = \frac{F_{\text{ж}}}{(s - d_{\text{н}}) \cdot \left(1 - \frac{\delta_{\text{п}}}{u}\right)}, \text{ м}, \quad (7.3.8)$$

$$L_1 = \frac{3,73}{(0,028 - 0,014) \cdot \left(1 - \frac{0,0005}{0,004}\right)} = 305 \text{ м},$$

Коефіцієнт тепловідачі із сторони повітря, віднесений до наружної поверхності оребреної труби. При коридорному розташуванні труб з пластинчатим оребренням при $Re = 500..10000$; $L/d_{\text{екв}} = 4..50$; $u/d_{\text{н}} = 0,18..0,35$; $s/d_{\text{н}} = 2..5$; $t_{\text{ж}} = -40..40$ °C

$$Nu_{\text{ж}} = c \cdot Re_{\text{ж}}^n \cdot \left(\frac{L}{d_{\text{екв}}}\right)^m. \quad (7.3.9)$$

$$d_{\text{екв}} = \frac{2(s - d_{\text{н}}) \cdot (u - \delta_{\text{п}})}{(s - d_{\text{н}}) + (u - \delta_{\text{п}})}, \text{ м}, \quad (7.3.10)$$

$$d_{\text{екв}} = \frac{2(0,028 - 0,014) \cdot (0,004 - 0,0005)}{(0,028 - 0,014) + (0,004 - 0,0005)} = 0,0056 \text{ м}.$$

Число Рейнольдса

$$Re_{\text{ж}} = \frac{\omega \cdot d_{\text{екв}}}{\nu}, \quad (7.3.11)$$

де $\nu = 16 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ – коефіцієнт кінематичної густини повітря.

$$\text{Re}_{жс} = \frac{7 \cdot 0,0056}{16 \cdot 10^{-6}} = 2450.$$

$$\frac{u}{d_{\text{н}}} = \frac{0,004}{0,014} \approx 0,285; \quad \frac{s}{d_{\text{н}}} = \frac{0,028}{0,014} = 2$$

$$\frac{L}{d_{\text{ЭКВ}}} \geq 20.$$

Довжина пластини по ходу повітря L залежить від числа паралельних секцій конденсатора і визначається по рівнянню

$$L = a \cdot s. \quad (7.3.12)$$

Коефіцієнти

$$n = 0,45 + 0,0066 \cdot \frac{L}{d_{\text{ЭКВ}}}, \quad (7.3.13)$$

$$n = 0,45 + 0,0066 \cdot 20 = 0,582,$$

$$m = -0,28 + 0,08 \cdot \frac{\text{Re}_{жс}}{1000}, \quad (7.3.14)$$

$$m = -0,28 + 0,08 \cdot \frac{2450}{1000} = -0,084,$$

$$c = A \cdot B, \quad (7.3.15)$$

$$B = 1,36 - 0,24 \cdot \frac{\text{Re}_{жс}}{1000}, \quad (7.3.16)$$

$$B = 1,36 - 0,24 \cdot \frac{2450}{1000} = 0,772,$$

$$A = f\left(\frac{L}{d_{\text{ЭКВ}}}\right), \quad (7.3.17)$$

$$A = f\left(\frac{L}{d_{\text{ЭКВ}}}\right) = 0,201,$$

$$c = 0,201 \cdot 0,772 = 0,155,$$

$$Nu_{ж} = 0,155 \cdot 2450^{0,582} \cdot (20)^{-0,084} = 11,31,$$

$$\alpha_{вГВН} = \frac{Nu_{ж} \cdot \lambda_{в}}{d_{эКВ}}, \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}, \quad (7.3.18)$$

$$\alpha_{вГВН} = \frac{11,31 \cdot 2,67 \cdot 10^{-2}}{0,0056} = 53,92 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}.$$

тут $\lambda_{в} = 2,67 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ – коефіцієнт теплопровідності повітря.

Коефіцієнт теплопровідності із сторони повітря, приведені до внутрішньої поверхності труб

$$\alpha_{в.тр} = \alpha_{в} \cdot \left(\frac{F_{н}}{F_0} \cdot E + \frac{F'_{тр}}{F_0} \right) \frac{d_{н}}{d_{вн}}, \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}, \quad (7.3.19)$$

де $F'_{тр}$ - поверхність труб між ребрами,

$$F'_{тр} = \pi \cdot d_{н} \cdot \left(1 - \frac{\delta_p}{u} \right), \text{ м}^2 / \text{м}, \quad (7.3.20)$$

$$F'_{тр} = 3,14 \cdot 0,014 \cdot \left(1 - \frac{0,0005}{0,004} \right) = 0,038465 \text{ м}^2 / \text{м},$$

де F_p – поверхність ребер,

$$F_p = 2 \cdot \left(s^2 - \frac{\pi \cdot d_{н}^2}{4} \right) \frac{1}{u}, \text{ м}^2 / \text{м}, \quad (7.3.21)$$

$$F_p = 2 \cdot \left(0,028^2 - \frac{3,14 \cdot 0,014^2}{4} \right) \frac{1}{0,004} = 0,31507 \text{ м}^2 / \text{м}.$$

$F_{н}$ – наружная поверхність оребреної труби,

$$F_{н} = F'_{тр} + F_p, \text{ м}^2 / \text{м}, \quad (7.3.22)$$

$$F_{н} = 0,038465 + 0,31507 = 0,353535 \text{ м}^2 / \text{м}.$$

F_0 – основна поверхність труб,

$$F_0 = \pi \cdot d_{н}, \text{ м}^2 / \text{м}, \quad (7.3.23)$$

$$F_0 = 3,14 \cdot 0,014 = 0,04396 \text{ м}^2 / \text{м}$$

E – ступінь ефективності ребра,

$$E = \frac{\text{th}(m \cdot h')}{m \cdot h'}, \quad (7.3.24)$$

$$m = \sqrt{\frac{2\alpha_B}{\delta_p \cdot \lambda_p}}, 1/\text{м}, \quad (7.3.25)$$

$\lambda_p = 45,4 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ – коефіцієнт теплопровідності сталі; h' – умовна висота ребра.

$$m = \sqrt{\frac{2 \cdot 53,92}{0,0005 \cdot 45,4}} = 68,92 \text{ 1}/\text{м},$$

$$h' = \frac{d_H}{2} (\rho' - 1) (1 + 0,805 \lg \rho'), \text{ м}, \quad (7.3.26)$$

$$\rho' = 1,28 \frac{s}{d_H} \sqrt{\frac{s_1}{s_2} - 0,2}, \quad (7.3.27)$$

$$\rho' = 1,28 \frac{0,028}{0,014} \sqrt{1 - 0,2} = 2,29,$$

$$h' = \frac{0,014}{2} (2,29 - 1) (1 + 0,805 \cdot \lg 2,29) = 0,0116 \text{ м},$$

$$E = \frac{\text{th}(0,7994)}{0,7994} = 0,83$$

$$\alpha_{\text{в.пр}} = 53,92 \cdot \left(\frac{0,353535}{0,04396} \cdot 0,83 + \frac{0,038465}{0,04396} \right) \cdot \frac{0,014}{0,012} = 475 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Коефіцієнт тепловідачі із сторони робочого тіла

$$\alpha_a = 0,72 \cdot \sqrt[4]{\frac{r \cdot \rho^2 \cdot \lambda^3 \cdot g}{\mu \cdot d_{\text{вн}} (T_{\text{к}} - T_{\text{ст}})}} = \frac{3952}{\sqrt[4]{T_{\text{к}} - T_{\text{ст}}}}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad (7.3.28)$$

де r – теплота конденсації, кДж/кг;

ρ – густина рідини, кг/м³;

μ – коефіцієнт динамічної густини рідини Па · с.

Питомий тепловий потік в апараті

із сторони робочого тіла

$$q_{\text{аФвФ}} = 3952 (T_{\text{к}} - T_{\text{ст}})^{0,75}, \text{ Вт}/\text{м}^2. \quad (7.3.29)$$

із сторони повітря

$$q_{вФвн} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{в.пр}} + \frac{F_{вн}}{F_{вн} + F_{н}} \sum \frac{\delta}{\lambda}} (T_{ст} - T_{в}), \text{ Вт/м}^2, \quad (7.3.30)$$

де $F_{вн} = \pi \cdot d_{вн} = 3,14 \cdot 0,012 = 0,03768 \text{ м}^2/\text{м}$ – внутрішня поверхність труби;

$\lambda = 385 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ – коефіцієнт теплопроводності стінки труб (мідь).

$$q_{вФвн} = \frac{1}{\frac{1}{475} + \frac{0,03768}{0,03768 + 0,353535} \cdot \frac{0,001}{385}} (T_{ст} - T_{в}) = 475(T_{ст} - T_{в}) \text{ Вт/м}^2.$$

Таблиця 5.2

$T_{ст}, \text{ К}$	$T_{к} - T_{ст}, \text{ К}$	$q_a, \text{ Вт/м}^2$	$T_{ст} - T_{в}, \text{ К}$	$q_{в}, \text{ Вт/м}^2$
309	5,6	14386	7,4	3515
311	3,6	10328	9,4	4465
313	1,6	5622	11,4	5415
314	0,6	2694	12,4	5890

Поверхність теплообміна (внутрішня)

$$F_{вн} = \frac{Q}{q_{Фвн}}, \text{ м}^2, \quad (7.3.31)$$

$$F_{вн} = \frac{310 \cdot 10^3}{5500} = 56,37 \text{ м}^2.$$

Загальна довжина оребрених труб

$$L = \frac{F_{вн}}{\pi \cdot d_{вн}}, \text{ м}, \quad (7.3.32)$$

$$L = \frac{56,37}{0,03768} = 1495,85 \text{ м}.$$

Число секцій

$$a = \frac{L_{общ}}{L_1}, \quad (7.3.33)$$

$$a = \frac{1495,85}{620,47} \approx 3.$$

Коефіцієнт теплопередачі

$$\kappa_{\text{ФВВ}} = \frac{q_{\text{ФВВ}}}{\theta_{\text{м}}}, \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}, \quad (7.3.34)$$

$$\kappa_{\text{ФВВ}} = \frac{5500}{9,7} = 567 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}.$$

Основні конструктивні розміри апарату. При числі секцій $a = 3$ довжина труб в одній секції:

$$L_1 = \frac{L_{\text{общ}}}{a}, \text{ м}, \quad (7.3.35)$$

$$L_1 = \frac{1495,8}{3} = 498,62 \text{ м}.$$

Живе січення

$$F_{\text{ж}} = 498,62 \cdot (0,028 - 0,014) \cdot \left(1 - \frac{0,0005}{0,004}\right) = 6,1 \text{ м}^2.$$

При висоті апарату рівній його ширині числа рядів труб по висоте

$$n = \sqrt{\frac{L_1}{s}}, \quad (7.3.36)$$

$$n = \sqrt{\frac{380}{0,028}} = 116,5.$$

Температура повітря після конденсатора

$$\Delta T_{\text{в}} = T_{\text{в2}} - T_{\text{в1}} = \frac{Q}{c_{\text{р}} \cdot F_{\text{ж}} \cdot \omega \cdot \rho}, \text{ } ^{\circ}, \quad (7.3.37)$$

$$\Delta T_{\text{в}} = \frac{310000}{1,06 \cdot 10^3 \cdot 6,1 \cdot 7 \cdot 1,169} = 5,86 \text{ } ^{\circ}$$

Тут із метою збереження колишнього коефіцієнта теплопередачі доцільно зберегти прийняту швидкість повітря.

Збільшення живого перерізу апарата, порівняно з визначеним, повинно зменшити швидкість повітря або змінити ступінь його нагрівання. Зменшення перепаду температур на 0,13 в порівнянні з прийнятим практичного значення не має.

Аеродинамічний опір. Опір коридорного пучка труб із пластинчастим ребранням за формулою Гоголіна:

$$\Delta\rho = A \left(\frac{L}{d_{\text{екв}}} \right) (\omega \cdot \rho)^{1,7}, \text{ Па}, \quad (7.3.38)$$

де $A = 0,007$ для ретельного виготовлення поверхності.

$$\Delta\rho = 0,007(20)(7 \cdot 1,169)^{1,7} = 4,989 \text{ мм вод. ст.} \approx 48,9 \text{ Па.}$$

Підібрав модель Dantex DP-UPC710BOD/F, 2 штуки, 144кВт, ДхШхВ
385х913х2045 мм-

7.4 Розрахунок випарника

Кожухотрубний випарник водоохолоджуючої холодильної машини з кипінням робочого тіла всередині труб

Вихідні данні для розрахунку:

$Q_0 = 118,3 \text{ кВт}$ - холодопродуктивність

$t_{w1} = 12 \text{ }^\circ\text{C}$ - температура води при вході в апарат

$t_{w2} = 9 \text{ }^\circ\text{C}$ - температура води при виході із апарату

$t_0 = 3 \text{ }^\circ\text{C}$ - температура кипіння робочого тіла

Конструктивні розміри труб:

Зовнішній діаметр труби – $d_H = 0.02 \text{ м}$.

Внутрішній діаметр труби – $d_{BH} = 0.017 \text{ м}$.

Наружна поверхність – $F_H = 0.0628 \text{ м}^2/\text{м}$

Внутрішня поверхність – $F_{BH} = 0.15838 \text{ м}^2/\text{м}$

Еквівалентний діаметр каналу – $d_{\text{екв}} = 0.003 \text{ м}$.

Коефіцієнт ребрення – $\beta = 2.52$

Визначаємо середню логарифмічну різницю температур в апараті:

$$\theta_m = \frac{\Delta t_w}{\ln \frac{t_{w1} - t_0}{t_{w2} - t_0}}, \text{ }^\circ\text{C} \quad (7.4)$$

$$\theta_m = \frac{12-9}{\ln \frac{12-3}{9-3}} = 7.4^\circ\text{C}$$

Приймаємо масову витрату робочого тіла в випарнику:

$$G_a = \frac{Q_0}{q_0}; \text{кг/с} \quad (7.4.1)$$

$$G_0 = \frac{118,3}{173} = 0.69 \text{кг/с}$$

Приймаємо швидкість руху рідини (фреону), вступаючи в трубки:

$$W = 0,5 \text{ м/с}$$

Розраховуємо число труб в одному ході апарату:

$$n = \frac{G_a}{f_{жс} \cdot \omega \cdot \rho}; \quad (7.4.2)$$

де $f_{жс} = 1,1724 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ - живе січення однієї труби з внутрішнім оребренням;

$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ - щільність рідини при $t_0 = 2^\circ\text{C}$

$$n = \frac{0.69}{1.1724 \cdot 10^{-4} \cdot 0.5 \cdot 1000} = 11,77$$

Приймаємо $n = 20$

$$\omega = \frac{G_a}{n \cdot f_{жс} \cdot \rho}, \text{ м/с} \quad (7.4.3)$$

$$\omega = \frac{0.69}{20 \cdot 1,1724 \cdot 10^{-4} \cdot 1000} = 0,3 \text{ м/с}$$

Обчислюємо питомий тепловий потік з боку робочого тіла:

$$q_{F_{вн}} = 0,88 \cdot \left(\frac{\omega \cdot \rho}{d_{екв}} \right)^{0,5} \cdot A^{2,5} \cdot (t_{cm} - t_0)^{2,5}, \quad (7.4.4)$$

$$q_{F_{вн}} = 0,88 \cdot \left(\frac{0,3 \cdot 1000}{0,003} \right)^{0,5} \cdot 1,157^{2,5} \cdot (t_{cm} - t_0)^{2,5} = 400,7 \cdot (t_{cm} - t_0)^{2,5},$$

де $A = 1,157$ – коефіцієнт, що залежить від властивостей робочого тіла та температури кипіння ($t_0 = 7^\circ\text{C}$);

$$q_{F_{нар}} = q_{F_{вн}} \cdot \beta, \quad (7.4.5)$$

$$q_{F_{нар}} = 400.7 \cdot 2,52 \cdot (t_{cm} - t_0)^{22,5} = 1009,764 \cdot (t_{cm} - t_0)^{2,5}$$

Коефіцієнт тепловіддачі з боку води:

Рух теплоносія має складний характер. На одній частині поверхні рідина рухається впоперек труб, на іншій – вздовж. Однак перша частина поверхні переважна, тому коефіцієнт тепловіддачі вважається за рівнянням для поперечного обтікання пучка труб.

$$Nu_{жс} = c Re_{жс}^m Pr_{жс}^{0,36}, \quad (7.4.6)$$

$$c = 0,36 \cdot \left(\frac{a}{b}\right)^{0,2}, \quad (7.4.7)$$

a – відносний поперечний крок;

b – відносний поздовжній крок пучка.

$$a = \frac{S_1}{d_n}, \quad (7.4.8)$$

$$a = \frac{0,03}{0,02} = 1,5,$$

$$b = \frac{S_2}{d_n}, \quad (7.4.9)$$

$$b = \frac{0,03}{0,02} = 1,5,$$

при швидкості води $\omega = 0,5 \text{ м/с}$ число Рейнолдса:

$$Re_{жс} = \frac{\omega \cdot d_n}{\gamma}, \quad (7.4.10)$$

де $\gamma = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}$ - коефіцієнт кінематичної в'язкості води за температури

$$t_{w_{ep}} = t_0 + \theta_m, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (7.4.11)$$

$$t_{w_{ep}} = 3 + 3.2 = 6.2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Re_{жс} = \frac{0.5 \cdot 0.02}{1.6 \cdot 10^{-6}} = 6250$$

При $Re_{жс} = 1 \cdot 10^3 \div 2 \cdot 10^5$ та шаховому пучку коефіцієнти мають значення: $m = 0.6$

$$Nu_{жс} = 0.371 \cdot 6250^{0.6} \cdot 10.02^{0.36} = 161,14$$

$$\alpha_{\omega} = \frac{Nu_{жс} \lambda}{d_n}; \quad (7.4.12)$$

где $\lambda = 60,6 \cdot 10^{-2} \text{ Вт} / \text{м}^2 \text{К}$ - коефіцієнт теплопровідності води при $t_{\omega_{ср}} = 6.2^{\circ}\text{C}$

$$\alpha_{\omega} = \frac{61,14 \cdot 60,6 \cdot 10^{-2}}{0,02} = 4882,54 \text{ Вт} / \text{м}^2 \text{К}$$

Розраховуємо питомий тепловий потік в апараті:

$$q_{\omega_{F_n}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\omega}} + \sum \frac{\delta}{\lambda}} \cdot \Delta t, \quad (7.4.13)$$

де $\sum \frac{\delta}{\lambda}$ - термічний опір стінки та забруднень,

$$\sum \frac{\delta}{\lambda} = 0.3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

$$q_{\omega_{F_n}} = \frac{1}{\frac{1}{4882,54} + 0,3 \cdot 10^{-3}} \cdot \Delta t = 1980,9 \cdot \Delta t \text{ Вт} / \text{м}^2$$

При $\Delta t = 2$ $q_{\omega_{F_n}} = 3961,8 \text{ Вт} / \text{м}^2$

Таблиця 5.3. Будуємо графік $q_{0F_n} = f(T)$

$\Delta T, ^{\circ}\text{C}$	1	1,5	2	2,5
$q_{0F_n} = 785 \cdot \Delta t^{2.5}$	785	2164	4441	7758

Из графіку $q_{F_n} = 3855 \text{ Вт} / \text{м}^2$

Розраховуємо величину теплопередаючої поверхні:

$$F_H = \frac{Q_0}{q_{F_n}}, \text{ м}^2 \quad (7.4.14)$$

$$F_{\text{вн}} = \frac{102300}{4270} = 24 \text{ м}^2$$

$$F_n = F_{\text{вн}} \cdot \beta, \text{ м}^2 \quad (7.4.15)$$

$$F_n = 24 \cdot 2.52 = 60.3$$

Підібрав модель випарника DALGAKIRAN ECH-130, 139кВт.147кг.

8 РОЗРАХУНОК ПОВІТРЯНОГО КАРМАНОВОГО ФІЛЬТРУ

У припливних агрегатах першими в процесі повітря встановлюються повітряні фільтри, що дозволяє захистити поверхню наступних технологічних блоків від забруднення пилом.

Робота повітряних фільтрів характеризується такими показниками: ефективністю очищення, пилоємністю, питомим повітряним навантаженням. У кишенькових фільтрів поверхня матеріалу, що фільтрує, збільшена шляхом його кишенькового розташування. Це дозволяє значно збільшити фронтальний переріз і поверхню фільтра для проходження через нього повітря, що очищається. Розвиток поверхні, що фільтрує, дає можливість знизити питомі повітряні навантаження на фільтр.

Як фільтрувальний матеріал у кишенькових фільтрах застосовуються полотна з гнучких зв'язаних волокон або матеріал з голкопробивними отворами.

Ступінь очищення повітря від пилу оцінюється показником ефективності очищення

$$A_m = ((C_{вх} - C_{вих})/C_{вх}) \cdot 100\% \quad (8.1)$$

Концентрація пилу в зовнішньому припливному повітрі на вході у фільтр

$C_{вх}$, мг/м³ характеризує початкову запиленість.

Для чистого повітря $C_{вх} = 0,15$ мг/м³.

Обчислимо запилення припливного повітря на виході з кишенькового фільтра при $A_m = 80\%$

$$C_{вих} = C_{вх} - (A_m \cdot C_{вх})/100, \text{ мг/м}^3, \quad (8.2)$$

$$C_{вих} = 0,15 - (80 \cdot 0,15)/100 = 0,03 \text{ мг/м}^3. \quad (8.3)$$

Для оцінки пропускної спроможності фільтрів застосовується показник
питомого навантаження

$$УФ = L/F_{\phi}, \text{ м}^3/\text{г} \cdot \text{м}^2, \quad (8.4)$$

де F_{ϕ} - фронтальна поверхня фільтруючого матеріалу, м²;

$$УФ = 7168/3.8 = 1886,32 \text{ м}^3/\text{г} \cdot \text{м}^2. \quad (8.5)$$

Обчислюємо час роботи фільтра

$$\tau_{\phi} = ПФ \cdot 1000 \cdot \frac{F_{\phi}}{[(C_{вх} - C_{вых}) \cdot L]}, \text{ з,} \quad (8.6)$$

де L - витрата проходить через фільтр повітря, що очищається, м³/ч;

F_φ - фронтальна поверхня фільтруючого матеріалу, м²;

C_{вх}, C_{вих} – концентрація маси пилу до та після фільтру, мг/м³.

$$\tau_{\phi} = 570 \cdot 1000 \cdot \frac{3.8}{[(0.15_x - 0.03] \cdot 6000]} = 2519 \text{ г} \quad (8.7)$$

Тривалість у робочих днях експлуатації кишенькових фільтрів

$$\tau = \frac{\tau_{\phi}}{\tau_{сут}}, \text{ днів} \quad (8.8)$$

$$\tau = \frac{2519}{12} = 210 \text{ днів} \quad (8.9)$$

9 ОХОРОНА ПРАЦІ

Розглянемо охорону праці на підприємстві в м.Южний. Безпека життєдіяльності - це стан діяльності, при якому з певною вірогідністю виключаються потенційні небезпеки, що впливають на здоров'я людини.

Для забезпечення безпеки конкретною діяльністю мають бути вирішене три завдання.

1) Виробити повний детальний аналіз небезпек формованих в діяльності, що вивчається.

2) Розробити ефективні заходи захисту людини і місця існування від виявлених небезпек. Під ефективними мається на увазі такі заходи по захисту, які при мінімумі матеріальних витрат, будуть мати максимальний ефект.

3) Розробити ефективні заходи захисту від залишкового ризику даної діяльності. Вони необхідні, оскільки забезпечити абсолютну безпеку діяльності не можливо.

Забезпеченням безпеки життєдіяльності людини (робітника, обслуговуючого персоналу) займається «охорона праці».

Охорона праці - це зведення законодавчих актів і правил, відповідних їм гігієнічних, організаційних, технічних, і соціально-економічних заходів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатність людини в процесі праці.

Токсичність робочої речовини

Як робоча речовина в холодильній установці використовується хладагент R407C - азеотропна суміш R32/R125/R134a (масові долі компонентів відповідно 23/25/52%). Розроблений як основна заміна R22. При звичайній температурі і тиску це - безбарвний газ.

Даний фреон був розроблений як альтернатива хладагенту R22 по холодавидатності і тиску насиченої пари.

Гранично допустима концентрація на робочому місці

ПДК = 1000 ppm.

Температура самозаймання, 733 ° C.

При високій температурі, в результаті розкладання холодильного агента (R-407C вживаного в холодильній машині водоохолоджуючого пристрою), одним з видів хімічно небезпечних і шкідливих речовин утворюється фосген.

Фосген - безбарвний газ з неприємним запахом прілого сіна або гнилих яблук. У газоподібному поляганні важче повітря в 3,5 разу.

Температура кипіння $t_{\text{кип}} = +8\text{C}$, ПДК_{сс}=0,003мг/м³, ПДК_{рз}=0,5мг/м³. Погано розчиняється у воді.

Для знезараження рекомендується вода, розчини лугів і лужні оксиди виробництва, газоподібним аміаком і його водні розчини. Симптоми ураження - солодкуватий присмак в роті, нудота, кашель, задуха, ніяковість в грудях, загальна слабкість. Газоподібний фосген потрапляє в організм через органи дихання і викликає набряк легенів. Потрапляючи в легені фосген, наводить до певних біохімічних і структурних змін в легеневій тканині і капіляри, підвищуючи проникних останніх, що наводить до заповнення легенів плазмою крові (набряк легенів). Токсичний набряк легенів розвивається швидко. При цьому з'являється часте і поверхневе дихання, болісний кашель з рясним виділенням піннявої мокроти, синюшність обличчя та рук. Подальше наростання кисневого голодування і ослаблення серцево-судинної діяльності погіршує стан людини. У цьому періоді за відсутності необхідної невідкладної допомоги настає, смерть.

Хоча в приміщення подається вже холодна вода, а не хладагент, і самі чиллера знаходяться на вулиці, а не усередині приміщень, то все одно існує можливість поразки цією шкідливою речовиною, тому потрібно передбачити необхідні заходи захисту.

Класифікація виробництва за мірою вибухової, взривопожарної і пожежної небезпеки згідно ОНТП24-86

Виробництва по вибухопожежній і пожежній небезпеці, згідно з ОНТП24-86 розподіляються на категорії А, Б, В, Г і Д.

Дане приміщення відноситься до категорії Д, тобто в приміщенні знаходяться негорючі речовини і матеріали в холодному стані. Всі машинні й апаратні відділення хладонових установок відносяться до категорії Д.

Об'ємно-планувальні рішення по розміщенню проекрованої установки

При розміщенні проекрованої установки необхідно забезпечити: зручність монтажу, обслуговування і ремонту установки і її елементів, компактність розташування устаткування, що дозволяє скоротити площу для його установки і протяжність трубопроводів; можливість реконструкції і розширення без тривалої зупинки устаткування; дотримання вимог техніки безпеки і протипожежного захисту.

Двері машинних відділень повинні виходити назовні будівель або в коридори, відокремлені дверима від інших приміщень і відкриваються у бік виходу.

Будівельно-монтажні і архітектурні вимоги включають в себе: скорочення площ приміщень для устаткування систем КП і їх елементів. Естетичну ув'язку елементів систем КП з інтер'єром приміщень, забезпечення мінімальних витрат часу на монтаж, випробування і наладку систем з можливістю по зонного введення їх в експлуатацію. Ув'язку робіт по спорудженню конструкцій будівель з монтажем систем КП. Звуко- і віброізоляцію рухомого устаткування від елементів будівельних конструкцій.

Електробезпека

Електробезпека - система організаційних і технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливої і небезпечної дії електричного струму. Небезпека електричного струму на відміну від інших небезпек посилюється тим, що людина не в змозі без спеціальних приладів виявити напругу дистанційно, а також швидкоплинність поразки - небезпека виявляється, коли людина вже уражена. Аналіз смертельних нещасних випадків показує, що на долю поразок електричним струмом доводиться на виробництві до 40%, в енергетиці - до 60 % ; велика частина

поразок (до 80 %) відбувається в електроустановках напругою до 1000 В (110- 380 В).

Проходячи через живі тканини людини, електричний струм надає термічну (опіки), електролітичну (електроліз) і біологічну дію. Розрізняють також механічні пошкодження від дії електричного струму. Це приводить до різних порушень в організмі, викликавши як місцеве ураження тканин і органів, так і загальну поразку організму. Розрізняють два види поразок електричним струмом: місцеві електричні травми (електротравми) і електричний удар.

Однофазні замикання струму, які можуть виникнути в електричних машинах, апаратах, приладах, на ЛЕП, небезпечні тим, що на корпусах і опорах з'являється напруга, достатня для поразки людини і виникнення пожежі. Струм замикання створює небезпечну напругу не лише на самому устаткуванні, але і біля нього, розтікаючись з підстав і фундаментів.

Захист від поразки електричним струмом і спалахів можна здійснити захисним відключенням (відключають пошкоджену ділянку мережі швидкодіючим захистом), або захисним заземленням (знижують напругу дотику і кроку), або зануленням (відключають устаткування і знижують напругу дотику і кроку на період, поки не спрацює відключаючий апарат).

Електробезпека устаткування

Згідно правилам пристрою електроустановок, всі електричні установки діляться на дві групи залежно від напруги до 1000 В і понад 1000 В. Для комфортного СКП в експлуатації знаходяться установки лише першої групи з напругою до 1000 В

Виробниче приміщення всіх типів залежно від ступеня ураження електричним струмом діляться на три категорії:

1) Приміщення без підвищеної небезпеки - без струмопровідного пилу, без великої кількості сповільнених металевих предметів (адміністративні, учбові приміщення і т. д.).

2) Приміщення з підвищеною небезпекою - сирі, з $\phi > 75\%$, температурою повітря більше 30°C , з підлогою із струмопровідних матеріалів (цегельні, бетонні) з можливістю дотику до металевих корпусів устаткування і заземлених металоконструкцій (вентилі, камери, камери холодильників і ін.).

3) Особливо небезпечні приміщення - особливо сирі, з наявністю хімічно активного середовища і два і більш за ознаки, що характеризують приміщення з підвищеною небезпекою.

Дане приміщення холодильної установки відноситься до першої категорії..

Пожежна профілактика

Заходи щодо пожежної профілактики розділяються на організаційні, технічні, режимні і експлуатаційні.

Організаційні заходи передбачають правильну експлуатацію машин, правильний вміст будівель, території, протипожежний інструктаж робітників і службовців, організацію добровільних пожежних дружин.

До технічних заходів відносяться дотримання протипожежних норм і правил при проектуванні будівель, при обладнанні електропроводів і устаткування, опалювання, вентиляції, освітлення, правильне розміщення устаткування.

Заходи режимного характеру - це заборона куріння в не встановленому місці, виробництво зварювальних і інших вогневих робіт в пожароопасних приміщеннях.

Експлуатаційними заходами є своєчасні профілактичні огляди, ремонти і випробування технологічного устаткування.

Здатність конструкцій чинить опір дії пожежі в перебігу певного часу при збереженні експлуатаційних функцій називається вогнестійкістю. Залежно від величини межі вогнестійкості основних будівельних конструкцій і меж поширення вогню по цих конструкціях будівлі і споруди по вогнестійкості підрозділяються на вісім мір.

Основні конструкції машинних залів мають бути II мірі вогнестійкості з негорючих матеріалів з межею вогнестійкості 0,75 ч.

Підвищити вогнестійкість будівель і споруд можна облицюванням або обштукатурюванням металевих конструкцій. Велике значення має захист дерев'яних конструкцій, оскільки при нагріві їх поверхні до 270 - 280 °С вони спалахують і продовжують горіти самостійно.

Захист від поширення полум'я в установках вентиляторів досягається за допомогою вогнепреградителів, швидкодіючих заслінок, водяних завіс і тому подібне. Вогнепреградителі - це установки які перешкоджають поширенню полум'я по каналах систем вентиляції і кондиціонування повітря.

У приміщеннях як автоматична пожежна сигналізація використовується АДО (автоматичною димовий оповіщувач). Принцип його дії заснований на тому, що продукти горіння впливають на іонізаційний струм, що наводить в дію електромагнітне реле, яке включає систему сигналізації.

Засоби і матеріали, за допомогою яких припиняється горіння, називаються вогнегасящими засобами. Вогнегасники по вигляду вогнегасячих засобів підрозділяють на рідинні, вуглекислотні, хімпінні, повітря - пінні, хладонові, порошкові і комбіновані. Вибір типу і розрахунок необхідної кількості вогнегасників слід виробляти залежно від вогнегасячої здатності, граничної площі, класу пожежі горючих речовин і матеріалів приміщенні, що захищається, або на об'єкті згідно ИСО N 3941 - 77.

У нашому випадку для гасіння пожежі можна використовувати порошкові вогнегасники. Необхідна кількість цих вогнегасників для гасіння пожежі:

- у торговельному залі ресторану площею 116 м² -дорівнює 2 болон на 5л;

- у приміщенні де знаходиться припливно-витяжна установка і пульт управління - дорівнює 1 болон на 5 л.

Відстань від можливого вогнища пожежі до місця розміщення вогнегасника не повинна перевищувати 20 м - для громадських будівель і споруд.

Особливу увагу необхідно приділяти евакуації людей з приміщень. Евакуація проводиться по заздалегідь спланованих дорогах, які прагнуть зробити мінімальними для проходження людьми до безпечного місця. Схеми евакуації розташовані в доступних для погляду людини місцях. Всі люди знаходяться в будівлі повинні строго дотримувати ці розроблені інструкції для того, щоб під час екстреної ситуації не сталося тисняви, травм, пошкоджень або інших неприємних речей.

Освітлення

Освітлення відноситься до одного з основних зовнішніх чинників ,що постійно впливають на людину в процесі праці. Позитивний вплив освітлення на продуктивність праці і його якість не викликає сумніву. Так, сонячне освітлення збільшує продуктивність праці в середньому на 10%, а штучне на 13%, при цьому можливість браку знижується на 20-25%.

Ретельний і регулярний догляд за установками природного і штучного освітлення має важливе значення для створення раціональних умов освітлення, зокрема, забезпечення необхідних величин освітленості без додаткових витрат електроенергії.

Своєчасно потрібно чистити скло світлових отворів, замінювати лампи, що перегоріли, перевіряти рівень освітленості в контрольних точках виробничого приміщення.

Захист від шуму і вібрації

Механічні коливання устаткування і його вузлів, комунікацій і споруд при дозвукових і частково звукових частотах називають вібрацією.

Розрізняють локальну (місцеву) вібрацію, що передається через руки і загальну вібрацію, що передається через опорні поверхні на тіло людини.

Методи захисту від шуму і вібрації підрозділяють на архітектурно-планувальні і організаційно-технічні. До архітектурно-планувальних належать раціональне акустичне планування будівель і генеральних планів об'єктів. Раціональне розміщення устаткування.

Організаційно-технічні методи захисту передбачають: вживання малощумних машин, вдосконалення технології ремонту і обслуговування машин.

Засоби захисту від шуму і вібрації розділяють на такі види:

- засоби, що знижують шум в джерелі його виникнення;
- засоби, що знижують шум на дорозі його поширення;
- засоби індивідуального захисту.

Шум і вібрацію в джерелі його виникнення зменшують, замінюючи ударні процеси ненаголошеними, застосовуючи деталі з не звучних матеріалів, підтримуючи оптимальні зазори у вузлах, покращуючи умови обтікання деталей і вузлів повітряними, газовими і рідинними потоками.

Шум і вібрацію на дорогах їх поширення ослабляють акустичними засобами звуко- і віброізоляції, звуко- і вібропоглинання, глушення звуку.

Звукоізоляцію забезпечують вживанням ефективних по ізоляції шуму конструкцій обгороджувань; ущільненням вікон, дверей, отворів і місць проходу комунікацій через конструкції, що захищають; установкою звукоізолюючих кожухів, екранів, обгороджувань і кабін. Матеріал повинен добре відображати звукові хвилі, перешкоджаючи їх поширенню.

Звукопоглинання передбачає вживання звукопоглинальних облицювань і об'ємних поглиначів звуку.

Віброізоляцію здійснюють, застосовуючи віброізолюючі опори і пружні прокладки, виконуючи конструкційні розриви між джерелом вібрації і будівельними конструкціями.

Як віброізолюючі опори використовують віброізолюючі фундаменти і опори з пружинними, пружинно-гумовими і гумово-металевими амортизаторами.

Вібропоглинання забезпечують нанесенням на вібруючі поверхні обгороджувачів, трубопроводів і воздуховодов матеріалів з великим коефіцієнтом внутрішнього тертя.

Глушники застосовують для зниження аеродинамічного шуму систем вентиляції, кондиціонування повітря і повітряного опалювання. Зменшення шуму в глушниках досягається шляхом вживання звукопоглинальних матеріалів.

До засобів індивідуального захисту від шуму відносять проти галасливі навушники, вкладиші, шлеми і каски, що дозволяють понизити рівень шуму залежно від його частоти на 5-40 дБ. Для захисту від шуму високого рівня застосовують проти галасливі костюми.

Індивідуальний захист від вібрації забезпечується вживанням рукавиць і рукавичок, вкладишів і прокладок, спеціального взуття, нагрудників, поясів і спеціальних костюмів, виготовлених з упругодемпфіруючих матеріалів.

Долікарська допомога.

Перша допомога - це комплекс заходів, направлений на відновлення здоров'я людини, або по можливості збереження його життя, потерпілого в результаті нещасного випадку, травмування, ударів, поразки електричним струмом, переломів і інше.

Перша допомога при поразці електричним струмом.

Перш за все необхідно швидко звільнити людину, що потерпіла від дії струму, і потім негайно приступити до надання першої допомоги.

Звільнити людину, що потерпіла від дії струму, можна декількома засобами. Найбільш простий спосіб - відключення відповідної частини електроустановки. Окрім того, при напрузі до 1000 В можна перерізувати або перерубати дроти або відтягнути потерпілого від струмоведучої частини, відкинути від нього дріт і так далі. При напрузі вище 1000 В застосовують ті ж способи, але при цьому обов'язково застосовують діелектричні рукавички, боти. Після звільнення потерпілого від дії струму, йому надають необхідну медичну допомогу тут же на місці.

Заходи першої медичної допомоги залежать від його стану. Якщо потерпілий в свідомості, але до цього був в непритомності або нетривалий час знаходився під впливом струму, йому необхідно створити повний спокій. За відсутності свідомості, але якщо збереглося дихання слід укласти потерпілого на м'яку підстилку, забезпечити приплив свіжого повітря, давати нюхати нашатирний спирт.

Якщо потерпілий дихає насилу - необхідно робити штучне дихання і масаж серця. За відсутності ознак життя, тобто за відсутності дихання серцебиття, пульсу, не можна вважати потерпілого мертвим. В цьому випадку також треба робити штучне дихання і масаж серця.

Перша допомога при поразці хладагентами.

Перш за все при отруєнні хладагентом необхідно негайно вивести потерпілого на свіже повітря. Якщо дихання припинилося, треба провести штучне дихання. За наявності дихання проводять інгаляцію теплою парою лимонної кислоти.

При попаданні рідкого аміаку на шкіру обережно розтирають обморожену ділянку стерильною ватяною кулькою або марлевою серветкою до почервоніння шкіри. Обморожене місце після цього обтирають спиртом і накладають на нього марлеву пов'язку. В разі утворення на тілі міхурів шкіру розтирати не можна - на обморожену ділянку тіла необхідно також накласти стерильну пов'язку.

При попаданні в очі негайно промивають їх струменем води кімнатної температури, а потім пускають в очі декілька крапель 2-4 % - ного розчину борної кислоти.

При задусі, викликаній недоліком кисню в приміщенні, заповненому газоподібним хладоном, необхідно негайно вивісь пострадавшего на свіже повітря. Рекомендується пиття, вдихання кисню в течії 30 -45 мин. В разі припинення дихання слід робити штучне дихання до приходу лікаря.

При попаданні хладону в очі їх промивають струменем води кімнатної температури під невеликим тиском і закачують в очі стерильне вазелінове масло, після чого необхідно звернутися до лікаря.

Перша допомога при опіках і обмороженні

Обморожену частину тіла обережно розтирають сухою шерстяною ганчіркою або сукниною, аби відновити кровообіг і відігріти її до нормальної температури тіла. Після почервоніння шкіри, що свідчить про відновлення кровообігу, її змащують борним вазеліном або несолоним харчовим жиром, накладають стерильну пов'язку і вкривають пострадавшего теплим одягом або ковдрою.

При опіках першого ступеня (почервоніння і припухлість шкіри) на уражене місце накладають примочки із слабкого розчину марганцевий - кислого калія, після чого місце опіку забинтовують. При опіках другої (водяні міхури) і третій (глибокі пошкодження і омертвляння тканин) мірі одяг або взуття краще не знімати, а розрізати, зробити перев'язку, як при пораненнях, і направити пострадавшего в здравпункт.

При дуже сильних опіках викликають швидку допомогу; пострадавший повинен лежати непорушно; уражені місця накривають чистим простирадлом.

При опіках міцними кислотами або рідким аміаком уражене місце треба негайно промити сильним струменем води, а потім 5% - ним розчином марганцевий - кислого калія або 10% - ним розчином питної соди; після промивання накладають марлю, просочену сумішшю рослинної олії і

вапняної води в рівному співвідношенні. У випадках попадання кислоти або її пари в порожнину рота або в очі їх треба промити 5% - ним розчином питної соди.

Глибокі поразки відбуваються при опіках їдкими лугами. В цьому випадку уражене місце необхідно промити швидкоплинним струменем води, а потім додатково слабким розчином оцетової кислоти або розчином борної кислоти.

Усі виробничі приміщення повинні бути обладнані загальнообмінною примусовою вентиляцією, місця можливого пилу - місцевими відсмоктувачами, повітря яких перед викидом в атмосферу має прямувати на очищення.

При виготовленні та фасуванні карбаміду повинні дотримуватися загальних вимог пожежної безпеки та гігієнічних вимог.

Усі роботи з карбамідом необхідно проводити з дотриманням заходів індивідуального захисту (спеціальні костюми, черевики або чоботи, гумотрикотажні рукавички, респіратор, ватно-марлева пов'язка).

Гранично допустима середньодобова масова концентрація карбаміду в атмосферному повітрі населених місць – 0,2 мг/мі.

Промивання води після промивання обладнання та комунікацій мають бути спрямовані на біоочисні споруди. Гранично допустима концентрація карбаміду для води водних об'єктів, що мають рибогосподарське значення – 80 мг/дмі.

Тверді відходи виробництва або застосування карбаміду (після очищення обладнання та комунікацій, розсипу) повинні бути спрямовані на технологічну переробку або бути реалізовані за погодженням із споживачем.

При зберіганні та транспортуванні карбаміду необхідно дотримуватись заходів, що виключають його неконтрольоване потрапляння в навколишнє середовище.

Деякі процеси у виробництві сечовини є вогне- та вибухонебезпечними. Небезпека та шкідливість окремих стадій виробництва визначаються:

а) наявністю машин та рухомих механізмів; комунікацій, що працюють під тиском, можливістю скупчення в каналах та отворах оксиду та діоксиду вуглецю, наявністю олії та кисню, що застосовується як добавка до експанзерного газу, а також електрообладнання високої напруги.

б) можливістю виділення аміаку з розчинів, що кристалізуються; наявністю великої кількості електрообладнання; машин, що працюють під високим тиском (насоси); наявністю гарячих розчинів.

в) можливістю виділення діоксиду вуглецю.

При проведенні технологічного процесу ретельно стежать за роботою компресорів, що зріджують діоксид вуглецю, не допускається перевищення температури та тиску газу на кожному ступені цієї машини, контролюється режим мастила маслом циліндрів та підшипників. Не допускається зниження тиску олії у трубопроводі після масляного насоса, а також перевищення температури підшипників. Необхідно суворо дотримуватись нормативів пробілу апаратів. Особливу увагу слід звертати на можливість утворення вибухової суміші кисню з інертними газами воднем; оксидом вуглецю; метаном, що виходить з конденсатора аміаку та хвостового абсорбера. Відбір проб сечовини, вимірювання температури пульпи роблять тільки при зупиненому шнеку. Не дозволяється застосовувати шланги, складені зі шматків або зношені.

Необхідно суворо підтримувати рівень рідкого аміаку у збірнику перед аміачним насосом високого тиску та рівень вуглеамонійних солей перед насосом високого тиску, т.к. попадання газу в насоси може спричинити гідравлічні удари та призвести до порушення цих машин. Забороняється проводити по ходу чищення та ремонт транспортерів та елеваторів.

Вентиляція приміщень у виробничих цехах

На відміну від житлових приміщень усередині будівель промислових підприємств протікають різні технологічні процеси, від них у простір цехів виділяється безліч шкідливостей. Головне завдання, яке має виконувати вентиляція виробничих приміщень, - це видалення забрудненого повітря, що негативно впливає на здоров'я людини та заміщення її свіжим обробленим повітрям ззовні. Під обробкою зовнішнього повітря мається на увазі процес, у якому система вентиляції очищає, нагріває (чи охолоджує) і зволожує повітряні маси з вулиці, як направити їх усередину будівлі. У той самий час промислова витяжна вентиляція має крім видалення шкідливостей розсіяти їх у необхідній висоті поза будівлі або взагалі обмежити їх викид у повітря (за необхідності). У всіх випадках у цехах повинна передбачатися як витяжка, так і приплив, інакше повноцінний повітрообмін неможливий. Щоб виконувати проектування вентиляції промислової будівлі відповідно до нормативних документів, шкідливості поділяються на такі групи:

- виділення зайвої теплоти;
- шкідливі чи вибухонебезпечні гази та аерозолі;
- надмірне надходження водяної пари в повітря приміщення;
- підвищена запиленість;
- газо- і тепловиділення від людей, які займаються працею різного ступеня важкості.

Залежно від призначення відбувається наступна класифікація промислових об'єктів:

- загальнообмінна природна вентиляція виробничих приміщень;
- припливно-витяжна вентиляція з примусовим (механічним) спонуканням.

Види вентиляції промислових цехів

Залежно від способу переміщення повітря вентиляція виробничих цехів може бути:

- природна;

- механічна.

У першому випадку повітряобмін відбувається за рахунок температурної різниці і різниці в тиску потоків повітря. Такий тип вентилявання може бути неорганізованим (заснованим на елементарних фізичних явищах – наприклад, протяг) та організованим (аерація). Для цього задіяні спецконструкції (наприклад, короби із заслонами), що дозволяють регулювати величину і силу повітряного потоку. Механічна вентиляція дозволяє проводити попередню обробку припливного повітря (охолодження, нагрівання, зволоження) та фільтрацію забрудненого повітря перед викидом в атмосферу. Як інженерно-технологічний об'єкт, вентиляцію промислових цехів можна умовно поділити на 2 види, за способом організації повітрообміну:

- місцевого типу;
- загальнообмінного типу.

У першому випадку, головне завдання місцевої вентиляції полягає у локалізації та подальшому видаленні шкідливих та токсичних речовин та викидів, безпосередньо у місці їх виникнення. Насправді, джерело забруднення ховається з усіх боків т.зв. щитами, формуючи своєрідний ковпак. У середині подібного укриття виникає розрідження при відсмоктуванні повітряних мас тому, що тиск усередині нижче атмосферного. Такий захід перешкоджає надходженню шкідливих домішок у приміщення. Місцева система вентиляції цеху досить ефективно справляється з очищенням повітря, та її організація досить бюджетна. У тих випадках, коли місцева вентиляція не може локалізувати джерела забруднення в повному обсязі, використовують загальнообмінний тип вентиляції. Його мета полягає в комплексному очищенні повітря у всіх виробничих приміщеннях (або їх значної частини), за допомогою розведення концентрації шкідливих домішок,

пилу та бруду, теплових випромінювань та ін. Загальнообмінна вентиляція добре справляється з поглинанням тепла і, переважно, застосовується у випадках, коли немає викиду шкідливих домішок у повітря виробничих приміщень. Якщо специфіка виробництва передбачає викид газів, шкідливих парів, канцерогенів та пилу, застосовують вентиляцію змішаного типу: загальнообмінні+місцеві відсмоктувачі.

Фотографія.9.1.Приклад вентиляції



В окремих випадках підприємства, виробництво яких пов'язане зі значним пиловиділенням або викидом токсичних домішок, повністю відмовляються від загальнообмінної вентиляції. Пояснюється це тим, що потужна загальнообмінна система може просто рознести ці шкідливості та пил по всій території цеху. Ключова концепція побудови вентиляційних систем полягає в тому, щоб видалити максимальний обсяг шкідливостей за допомогою місцевих відсмоктувачів (а це головний базис, на якому будується промислова витяжна вентиляція), а домішки, що залишилися, розбавити припливом свіжого повітря, знизивши їх концентрацію до граничного допустимого рівня. Класифікація вентиляції промислових цехів за способом дії:

- припливна вентиляція цеху;
- витяжна вентиляція цеху;
- припливно-витяжна вентиляція цеху.

Припливна система вентиляції цеху націлена на забезпечення вільного припливу свіжого повітря в обсягах, якого буде достатньо повноцінного функціонування виробництва. У системах припливного типу, в основному, використовують каналні вентилятори, які виробляють забір повітря ззовні з подальшим його пропуском через калорифери, де відбувається нагрівання та зволоження (якщо потрібно). Такі системи здатні повністю забезпечити примусове надходження повітряних мас до цеху. При цьому, тиск повітря збільшується в порівнянні з показниками атмосферного тиску, що сприяє природному (неорганізованому) видавлюванню відпрацьованого повітря на вулицю через щілини, виходи або отвори. Місцева припливна вентиляція може бути декількох видів та включати таке обладнання, як:

- повітряний душ (потік чистого повітря, що спрямовується на робоче місце: стаціонарні та мобільні)
- повітряні та повітряно-теплові завіси (з підігрівом та без)
- оази (обслуговують цілі ділянки цеху, де повітря рухається з розрахованою швидкістю та температурою)

Витяжна система виконує видалення

забрудненого/вологого/гарячого/токсичного повітря, а його заміщення на чисте відбувається неорганізовано — через віконні та дверні отвори тощо. при значному штаті задіяних з виробництва співробітників.

Усі види витяжних вентиляційних установок виробничих цехів складаються з кількох компонентів:

- відсмоктування (відкритого типу — що складаються із захисного кожуха, витяжної парасольки, шарнірно-телескопічних/бортових відсмоктувачів, повітроприймачів; або закритого типу

до яких можна віднести витяжні шафи (для виробництв з підвищеним виділенням токсичних газів та отруйних пар), камери, бокси (для роботи з особливо отруйними та радіоактивними речовинами), кабіни)

- вентилятора (відцентрового або осьового);
- витяжного каналу;
- фільтра;
- повітровода

10. ОЦІНКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ НОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ, НОВОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ІНШИХ ІННОВАЦІЙ

В умовах відкритої ринкової економіки розширюється діапазон оцінки ефективності науково-технічних розробок, а отже, збільшується кількість основних видів ефективності НДДКР, які необхідно визначити з метою цієї оцінки. До них належать:

– *науково-технічний ефект*, який проявляється у підвищенні науково-технічного рівня, поліпшенні параметрів техніки і технологій, що впливає з відкриття нових законів та закономірностей у природі, а отже, і нових технологічних засобів виробництва речовин, матеріалів та видів продукції;

– *економічний ефект* полягає в отриманні економічних результатів від науково-технічних розробок як в цілому для народного господарства, так і для кожного виробничого суб'єкта. Економічна ефективність науково-технічних розробок за відповідною системою показників має відображати вплив їхньої результативності на розвиток економіки країни в цілому, а також регіонів, галузей, організацій і підприємств, що беруть участь у реалізації технологічних нововведень;

– *соціальний ефект*, що відображає зміни умов діяльності людини в суспільстві. Його прояв спостерігається в змінах характеру та умов праці, підвищенні життєвого рівня населення, поліпшенні побутових його умов, розширенні можливостей духовного розвитку особистості, у змінах стану довкілля;

– *маркетинговий ефект*, що відображає потреби ринку в наукових дослідженнях і розробках та можливість їх реалізації.

Науково-технічну ефективність (НТЕ) результатів прикладних робіт визначають на основі показників науково-технічного рівня. Оцінка науково-технічної ефективності НДДКР відбувається на основі показника $O_{НТЕ}$, який представляє собою ступінь досягнення максимально можливого рівня, значення якого дорівнює 1 (одиниці):

$$O_{НТЕ} = K^{\Phi}_{НТЕ} / K^{\Pi}_{НТЕ} \quad , \quad (10.1)$$

де $K^{\Phi}_{НТЕ}$ – показник (коефіцієнт) фактичного рівня науково-технічної ефективності;

$K_{НТЕ}^П$ – показник (коефіцієнт) потенціально можливого рівня науково-технічної ефективності (дорівнює одиниці).

Значення показника $K_{НТЕ}^Ф$ визначають на основі шкали експертних оцінок (табл. 10.2).

Таблиця 10.1

Шкала експертних оцінок для виміру рівня науково-технічної ефективності проектів

№	Групи показників	Характеристика показників	Інтервал рейтингового числа	Коефіцієнт значущості показників
1	Науково-технічний рівень	Перевищує кращі світові аналоги	10	0,35
		Відповідає світовому рівню	7 – 9	
		Нижче кращих світових аналогів	5 – 6	
		Перевищує кращі вітчизняні аналоги	3 – 4	
		Відповідає вітчизняному рівню	1 – 2	
		Нижче вітчизняного рівня	0	
2	Перспективність	Першочергова значущість	8 – 10	0,35
		Значущий	5 – 7	
		Корисний	1 – 4	
3	Потенційний масштаб практичного використання	Світовий ринок	10	0,20
		Галузі національної економіки	7 – 9	
		Галузь (регіон)	3 – 6	
		Окремі підприємства (об'єднання)	1 – 2	
4	Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів	Великий	10	0,10
		Середній	5 – 9	
		Малий	1 – 4	

Примітка: об'єкт оцінки і аналог(и), які порівнюють за однаковими показниками, наведеними у співставленому вигляді відхилення в значеннях кожного з показників, мають бути однаковими для варіантів, що порівнюються.

Проведення оцінки

Визначають $K_{НТЕ}^Ф$ на основі експертної оцінки науково-технічного рівня розробки.

З цією метою:

- розробляють перелік специфічних показників, необхідних для виміру науково-технічного рівня розробки;
- формують групу аналогів, які реалізовані на світовому і вітчизняному ринках;
- здійснюють відповідні розрахунки для співставлення показників і визначення балів по табл. 10.1.

До числа специфічних показників відносять:

- для нової техніки: продуктивність, споживання інженерних ресурсів на виробітку одиниці продукції, потреба в робочих, які обслуговують обладнання, експлуатаційні витрати на одиницю продукції;
- для нових матеріалів і речовин: вміст корисних речовин для виробітки готової продукції, питома вага відходів у загальному обсязі переробленої сировини, вартість одиниці ... нового матеріалу;
- для нових технологій: якість виробленої продукції, енергоємність і трудомісткість продукції, собівартість одиниці продукції.

З метою спрощення визначення $K_{НТЕ}^{\Phi}$ у табл. 10.2 не введено показника витрат на одиницю продукції.

Таблиця 10.2

Порівняльні показники для виконання оцінки НТЕ

ПОКАЗНИКИ	Варіанти технології	
	розробленої	співвідносної (аналога)
Рівень новізни	світовий	-
Якість продукції	найвища	вища
Споживання на 1 т продукції		
– тепла, Гкал	5,14	6,85
– електроенергії, кВт·годину	46,72	54,36
– води, м ³	4,13	3,12
Трудомісткість виробництва, людино-годин/ тонну	17,5	6,17

На основі співставлення даних таблиці встановлюють бали по характеристиках чотирьох груп і на цій основі розраховують значення інтегрального показника НТЕ:

$$НТЕ = \sum B_i \times K_i^3, \quad (10.3)$$

де $i = 1 \div 4$,

B_i – бали (рейтингове число),

K – коефіцієнт значущості показників.

Рівень науково-технічної ефективності НДДКР розраховано на основі наведених даних прикладу (табл. 10.3).

Таблиця 10.3

Експертна оцінка і розрахунок величини інтегрального показника НТЕ

№	Групи показників	Рейтинг експертів			Середня за експертними оцінками	НТЕ
		1	2	3		
1	Науково-технічний рівень	9	8	9	8,66	3,03 (8,66 x 0,35)
2	Перспективність	7	7	6	6,66	2,33 (6,66 x 0,35)
3	Потенційний масштаб	4	5	5	4,67	0,93 (4,67 x 0,20)

	практичного використання					
4	Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів	7	8	7	7,33	0,73 (7,33 x 0,10)
В С Ь О Г О						7,029

$$НТЕ = 8,66 \cdot 0,35 + 6,66 \cdot 0,35 + 4,67 \cdot 0,2 + 7,33 \cdot 0,1 = 2,91 + 2,21 + 0,93 + 0,73 = 7,029$$

Отриманий результат слід порівняти з максимально можливим значенням, яке дорівнює 10 балам ($10 \cdot 0,35 + 10 \cdot 0,35 + 10 \cdot 0,2 + 10 \cdot 0,1$).

Отже, оцінка рівня НТЕ може бути зроблена за допомогою інтегрального коефіцієнта оцінки НТЕ ($K_{НТЕ}$):

$$K_{НТЕ} = \frac{НТЕ}{10} \cdot 100 \% .$$

На основі даних табл. 10.3 можна дійти до висновку, що $K_{НТЕ}$ відповідає 70,29 %, тобто:

$$\frac{7,029}{10} \cdot 100\% = 70,29 \% .$$

В тому випадку, коли значення $K_{НТЕ}$ перевищує середнє значення, яке дорівнює 5,0, має бути зроблено висновок про достатній рівень НТЕ:

- цілком достатній 5,0 – 6,0;
- достатній 6,1 – 8,0;
- достатньо високий 8,1 – 9,0;
- високий 9,1 – 10.

Таким чином, рівень НТЕ технології можна визнати достатнім. Отже, розроблену технологію пропонується впроваджувати у виробництво.

11. ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Жихарєва Н.В. Моделювання та оптимізація систем кондиціонування повітря / Н.В.Жихарєва // –Одесса: «ТЭС», 2016. – 171 с.
2. Zhang Q. Development of typical year weather data for Chinese locations. // Q.Zhang, J.Huang, S. Lang / ASHRAE Transactions: Symposia, 2002, vol. 108.
3. Джеджула, В. В. Д 40 Вентиляція та кондиціонування громадських об'єктів : навчальний посібник / Джеджула В. В. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 71 с. ISBN 978-966-641-830-5 chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2021/Dzhedzhula_2021_71.pdf
4. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель: навч. посіб. для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / М.Ф.Боженко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 36,087 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.
5. Kogut V.. The filter on the basis of the ejector of the heat exchanger for purification of harmful substances from flue gases using heat exchanger as combustion gas filter / V Kogut. V.Bushmanov, N. Zhykharieva//AIP Conferenc Proceedings 2285, 030087 (2020); <https://doi.org/10.1063/5.0026819>
6. Жихарєва Н.В. Математичні аспекти термoeкономiчного аналізу холодильної установки плодоовочесховища. / Н.В. Жихарєва.// Холодильна техніка і технологія. 2014. № 2 (148). С. 11–15. .
7. Жихарєва Н.В. Підвищення ефективності активного вентиляування при зберіганні плодоовочевої продукції / Н.В. Жихарєва., М.Г. Хмельнюк, В.І.// Наукові праці ОНАХТ – 2014. – Випуск 45. Том 1. с С. 116 –120. .
8. Німич Г.В. Сучасні системи вентиляції і кондиціонування повітря / Г.В. Німич, В.А. Михайлов, Е.С. Бондарь. // - К.: ТОВ «Видавничий будинок. Аванпост–Прим». - 2005. – 630 с. 142

9. Жихарева Н.В. Математична модель плівкового зволожувача для плодоовочесховищ [Текст] / Н.В. Жихарева // // Холодильна техніка і технологія. 2014. № 6 (152). С.54–58
- 10.Лабай В.Й., Тепломасообмін / В.Й. Лабай // –Львів: Тріада плюс. 2004 – 260.
- 11.Погорєлов А.І. Тепломасообмін : Навчальний посібник для вузів.– / А.І. Погорєлов Львів. –:«Новий світ-2000». – 2004. – 144 с..
- 12.Жихарева, Н.В. Оптимізація режиму роботи холодильної установки плодоовочесховищ. / Н.В. Жихарева, М.Г.Хмельнюк // Холодильна техніка і технологія. – Одеса:ОДАХ. – 2012. – №5. - с.16-20.
- 13.Фрутоовочесховища: проектування, оптимізація, розрахунки: підручник / М. Г. Хмельнюк, В. П. Кочетов, А. В. Форсюк, Н. В. Жихарева ; під заг. ред. М. Г. Хмельнюка ; Одес. нац. акад. харч. технологій, Нац. ун-т харч. технологій. — Одеса : Бондаренко М. О., 2018. — 228 с
14. Жуковський,С.С. Аеродинаміка вентиляції : навч. посіб. / С. С. Жуковський, В. Й. Лабай ; Нац. ун-т "Львівська політехніка". — Львів : Вид-во Нац. ун-ту "Львівська політехніка", 2003. — 372 с.
15. М.І. Машкін Техологія виробництва молока і молочних продуктів / М.І.Машкін., Н.М.Париш. // Навчальне видання. К.: Вища освіта, 2006. 351 с.

12. ВИСНОВКИ

Відображено загальні відомості про підприємство, що спеціалізується в напрямку виробництва кисломолочної та молочної видів продукції.

Охарактеризовано фізико-географічні особливості місця розташування підприємства – м. Южне, , Одеської області: природня зона, тваринний та рослинний світ, кількість опадів, характеристики вітру та температурна характеристика. Наведено технічні етапи виробництва молочної продукції: молока, кефіру, ряжанки, масла, сиру та йогурту. Охарактеризовано технічне обладнання, що використовується при виробництві продукції та етапи підготовки сировини. А також які процеси використовуються при виробництві молочної продукції в холодильній техніці...

Місцезнаходження об'єкту місто Южне, найменування об'єкту – “молокозавод”. Географічна широта 47° .

Визначив необхідну товщину теплоізоляції стін та покрівлі а саме: визначив

коефіцієнт теплопередачі : покрівлі $= 0,160 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$, а стіни $= 0,2245 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$

потім на основі експериментальних даних зробив підбір : для перекриття

$\delta = 200 \text{ мм}$, $\lambda = 0,0135 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$; та для стіни $\delta = 50 \text{ мм}$; $\lambda = 0,0135 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$.

Визначив витрати повітря системи кондиціонування повітря 7140 м³/год.

Вибрав модель центального кондиціонера КЦКП-10. Провів розрахунок охолоджувача повітря. Розрахунок повітрянагрівача Розрахунок парового зволожувача

Провів тепловий розрахунок компресора, робочий хол. агент: R-410a;

холодовидатність: 118,3 кВт; температура кипіння фреону: $t_0 = +2^\circ\text{C}$;

температура конденсації фреону: $t_k = 42^\circ\text{C}$; ступінь термодинамічної

досконалості: 0,649. Підбрав чилер та розрахував діаметр труб: підбираємо модель фірми Galletti WRE 132(135кВт) та діаметр труб 0,045 м.

Провів розрахунок повітряного конденсатору, потужність -128,3 кВт, величина теплопередаючої поверхні - 60,3.

Тривалість у робочих днях експлуатації кишенькових фільтрів 210.

Провів оцінку науково технічного стану проекту вона складає достатній рівень 70,029.