

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Донецький національний університет економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського
Навчально-науковий інститут ресторанно-готельного бізнесу та туризму
Кафедра загальноінженерних дисциплін та обладнання

ДОПУСКАЮ ДО ЗАХИСТУ
Гарант освітньої програми
«Холодильні машини і установки»
_____Омельченко О.В.
«_____» _____ 2021 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**
на здобуття ступеня вищої освіти «Бакалавр»
зі спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»
за освітньою програмою «Холодильні машини і установки»

на тему: **«МОДЕРНІЗАЦІЯ МОРОЗИЛЬНОГО АПАРАТУ ЗА
ДОПОМОГОЮ ГАЗОПОДІБНОГО ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ»**

Виконав:
здобувач вищої освіти _____Малінічев Олександр Сергійович_____

_____ (прізвище, ім'я, по-батькові)

_____ (підпис)

Керівник: _____доцент кафедри, к.пед.н. Цвіркун Л.О._____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у кваліфікаційній
роботі немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Кривий Ріг
2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ТУГАН-БАРАНОВСЬКОГО
Навчально-науковий інститут ресторанно-готельного бізнесу та туризму
Кафедра загальноінженерних дисциплін та обладнання

Форма здобуття вищої освіти денна

Ступінь бакалавр

Галузь знань Енергетична інженерія

Освітня програма Енергетичне машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Гарант освітньої програми

«Холодильні машини і установки»

Омельченко О.В.

« » 2021 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Малінічеву Олександрю Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Модернізація морозильного апарату за допомогою газоподібного діоксиду вуглецю»

Керівник роботи доцент кафедри, к.пед.н. Цвіркун Л.О.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Затверджено: наказом першого проректора ДонНУЕТ імені Михайла Туган-Барановського від «01» лютого 2021 р. № 56 с.

2. Строк подання здобувачем ВО роботи «07» червня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи:

1. Технічна документація до устаткування.

2. Монографії, наукові статті, автореферати дисертацій, тези доповідей на наукові конференції.

3. Навчальна і методична література, інформація мережі Інтернет.

4. Зміст пояснювальної записки:

1. Вступ.

2. Аналітичний огляд способів та апаратів для заморожування.

3. Модернізація швидкоморозильних апаратів для заморожування риби за допомогою CO₂.

4. Охорона праці.

5. Висновки.
6. Список використаних джерел
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
1. Схема швидкоморозильного апарату для заморожування риби.
 2. Схема швидкоморозильного апарату для заморожування риби з подачею газоподібного CO₂.
 3. Щільність теплового потоку при заморожуванні риби газоподібним CO₂ з температурою в камері – 30 °С
 4. Температура в порожнині риби з температурою в камері – 30 °С.
 5. Щільність теплового потоку при заморожуванні риби газоподібним CO₂ з температурою в камері – 50 °С
 6. Температура в порожнині риби з температурою в камері – 50 °С.
 7. Щільність теплового потоку при заморожуванні риби газоподібним CO₂ з температурою в камері – 70 °С.
 8. Температура в порожнині риби з температурою в камері – 70 °С.
 9. Номограма для визначення часу заморожування риби і витрати CO₂ при різних температурах в апараті.

6. Дата видачі завдання «01» лютого 2021 р.

7. Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи
1	Вступ	01.02.-21.02.2021
2	Аналітичний огляд способів та апаратів для заморожування.	22.02.-21.03.2021
3	Модернізація швидкоморозильного апарату для заморожування риби за допомогою CO ₂ .	22.03.-25.04.2021
4	Охорона праці.	26.04.-16.05.2021
5	Висновки по роботі	17.05.-30.05.2021
6	Оформлення роботи і подання до захисту	31.05.-06.06.2021

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Малінічев О.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Цвіркун Л.О.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Обсяг і структура бакалаврської роботи. Повний обсяг бакалаврської роботи – 52 сторінки, в тому числі основного тексту – 50 сторінок. Робота містить: 6 таблиць, 17 рисунків. Список використаних джерел складається з 15 найменувань.

Об'єкт роботи – морозильний апарат для заморожування риби.

Предмет роботи – заморожування риби за допомогою CO₂.

Мета роботи – модернізація морозильного апарату за допомогою газоподібного діоксиду вуглецю.

У процесі виконання роботи було здійснено модернізацію морозильного апарату за допомогою газоподібного діоксиду вуглецю. Було проведено аналіз літературних джерел з теми дослідження, проаналізовано апарати із застосуванням діоксиду вуглецю для заморожування харчових продуктів.

Проведена модернізація швидкоморозильного апарату для заморожування риби за допомогою газоподібного діоксиду вуглецю. Проведено дослідження щодо заморожування риби в швидкоморозильному апараті при температурах в камері – 30 °C, – 50 °C і – 70 °C.

Виявлено, що при заморожуванні риби в апараті на поверхні гвинтового шнека, знижується температурний напір за рахунок поверхні шнека на 3 °C.

Встановлено, що при $t = 30^{\circ}\text{C}$ час заморожування риби в апараті становить 240 хвилин, при $t = 50^{\circ}\text{C}$ час становить 160 хвилин, а при $t = 70^{\circ}\text{C}$ знижується до 120 хвилин, при цьому витрата діоксиду вуглецю відповідно становить 3,24 кг, 2,31 кг, 1,8 кг.

Отримано значення щільності теплового потоку тепловіддачі при заморожуванні риби з різними температурами в апараті. Проведено аналіз математичних моделей для розрахунку тривалості заморожування риби.

Запропоновано номограму, яка складається з кількох основних осей: на осі ординат показані температури повітря всередині апарату, на протилежній стороні зображена вісь, на якій показана масова витрата CO₂ при заморожуванні риби. По осі абсцис розташовані значення тривалості заморожування до середньої об'ємної температури тушки риби мінус 18°C. В полі номограми розташовані ізотерми заморожування риби, верхнього і нижнього шарів тушки.

Технологія роботи з номограми полягає в наступному: задаємо температуру в апараті, ведемо пряму лінію паралельно осі абсцис до перетину з лінією, яка показує ізотерми заморожування нижньої порожнини риби. Проводимо перпендикуляр на вісь абсцис і отримуємо період заморожування риби, а на осі в правій частині номограми, бачимо витрату CO₂.

Як приклад, беремо температуру в швидкоморозильному апараті мінус 7°C, будуємо пряму лінію паралельно осі абсцис до перетину з лінією, яка показує ізотерми, по осі абсцис бачимо тривалість заморожування риби, яка дорівнює 120 хвилинам, а витрата CO₂ становить близько 1,8.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: морозильний апарат, діоксид вуглецю, підморожування риби, заморожування риби, технологія заморожування риби.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СПОСОБІВ ТА АПАРАТІВ ДЛЯ ЗАМОРОЖУВАННЯ.....	7
1.1. Охолодження риби.....	7
1.2. Підморожування.....	10
1.3. Заморожування риби.....	12
1.4. Швидкоморозильні апарати із застосуванням діоксиду вуглецю....	14
РОДІЛ 2. МОДЕРНІЗАЦІЯ ШВИДКОМОРОЗИЛЬНОГО АПАРАТА ДЛЯ ЗАМОРОЖУВАННЯ РИБИ ЗА ДОПОМОГОЮ CO ₂	22
2.1. Швидкоморозильні апарати для заморожування риби.....	22
2.2. Обладнання швидкоморозильного апарату.....	24
2.3. Технологія заморожування риби в середовищі діоксиду вуглецю...	25
2.4. Дослідження термограм процесу холодильної обробки риби.....	26
РОДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	32
3.1. Виробнича санітарія і гігієна праці.....	32
3.2. Освітлення.....	33
3.3. Розрахунок штучного освітлення.....	34
3.4. Вентиляція.....	36
3.5. Визначення необхідної кількості повітря в виробничих приміщеннях.....	37
3.6. Виробничий шум і вібрація.....	37
3.7. Електробезпека.....	39
3.8. Небезпечні та шкідливі виробничі чинники.....	40
3.9. Пожежна безпека.....	40
ВИСНОВКИ.....	41
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	43
ДОДАТКИ.....	44

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ								
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Модернізація морозильного апарату за допомогою газоподібного діоксиду вуглецю				Літ.	Арк.	Аркуші		
Розроб.	Малінічев											1	52
Перевір.	Цвіркун												
Н. Контр.	Омельченко											ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО	
Затверд.	Омельченко												

ВСТУП

Актуальність роботи. Виробництво штучного холоду, тобто досягнення температур нижче температури навколишнього середовища і здійснення різних технологічних процесів при цих температурах знаходять все більше застосування у багатьох галузях народного господарства. Розвиток деяких галузей не можна уявити без застосування штучного холоду. У харчовій промисловості холод забезпечує тривале збереження швидкопсувних продуктів; так як саме через недостатнє використання холоду в світі втрачається в середньому 25% вироблених харчових продуктів.

Застосування холоду дозволяє виготовляти харчові продукти з новими смаковими властивостями, зберігати готові кулінарні вироби та напівфабрикати в замороженому вигляді (морозильні і холодильні вітрини різних видів). Широко застосовується штучний холод для перевезення харчових продуктів на різних видах транспорту.

Мета та задачі дослідження. Метою бакалаврської роботи є модернізація морозильного апарату за допомогою газоподібного діоксиду вуглецю.

Практична та наукова новизна. Проведено дослідження щодо заморожування риби в швидкоморозильному апараті при температурах в камері -30°C , -50°C і -70°C . Виявлено, що при заморожуванні риби в апараті на поверхні гвинтового шнека, знижується температурний напір за рахунок поверхні шнека на 3°C . Встановлено, що при $t = -30^{\circ}\text{C}$ час заморожування риби в апараті становить 240 хвилин, при $t = -50^{\circ}\text{C}$ час становить 160 хвилин, а при $t = -70^{\circ}\text{C}$ знижується до 120 хвилин, при цьому витрата діоксиду вуглецю відповідно становить 3,24 кг, 2,31 кг, 1,8 кг.

Отримано значення щільності теплового потоку тепловіддачі при заморожуванні риби з різними температурами в апараті. Проведено аналіз математичних моделей для розрахунку тривалості заморожування риби.

Розглянуто номограму, яка складається з кількох основних осей: на осі ординат показані температури повітря всередині апарату, на протилежній стороні зображена вісь, на якій показана масова витрата CO_2 при заморожуванні риби. По осі абсцис розташовані значення тривалості заморожування до середньої об'ємної температури тушки риби мінус 18°C . В полі номограми розташовані ізотерми заморожування риби, верхнього і нижнього шарів тушки.

Технологія роботи з номограми полягає в наступному: задаємо температуру в апараті, ведемо пряму лінію паралельно осі абсцис до перетину з лінією, яка показує ізотерми заморожування нижньої порожнини риби. Проводимо перпендикуляр на вісь абсцис і отримуємо період заморожування риби, а на осі в правій частині номограми, бачимо витрату CO_2 .

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Модернізація морозильного апарату за допомогою газоподібного діоксиду вуглецю	Літ.		Арк.		Аркуші	
Розроб.		Малінічев							1	52	
Перевір.		Цвіркун									
Н. Контр.		Омельченко									
Затверд.		Омельченко				ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО					

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СПОСОБІВ ТА АПАРАТІВ ДЛЯ ЗАМОРОЖУВАННЯ

1.1 Охолодження риби

Охолодження харчової сировини – процес зниження його температури від початкової до температури, яка близька до кріоскопічної точки тканинного соку. Значення кріоскопічної температури для прісноводних риб лежить в межах від $-0,5$ до $-0,9^{\circ}\text{C}$, для морських від $-0,8$ до $-2,0^{\circ}\text{C}$, для молюсків, ракоподібних, голкошкірих і іншої сировини водного походження від $-1,0$ до $-2,2^{\circ}\text{C}$. Для технічних розрахунків кріоскопічна температура приймається рівною -1°C . Розрізняють рибу охолоджену, яку реалізують в якості готової продукції та рибу охолоджену, яка призначена для подальшої переробки.

Згідно з технологічним регламентом охолоджують рибу шляхом шарового пересипання льодом, попередньо охолодженою морською водою або водоледяною сумішшю, для цього використовують сніговальні апарати, які пневматично подають дрібно подрібнений лід за допомогою шлангу, а також холодним повітрям, рідким азотом, вуглекислотою.

Лід як охолоджуюче середовище широко використовується на промислі в прибережній зоні вітчизняних морів, у внутрішніх водоймах та на берегових підприємствах. Для охолодження риби льодом використовують різні його види – лускатий, трубочастий, плитковий тощо.

Охолодження риби льодом виробляється в інвентарній тарі (ящиках, контейнерах, корзинах, мішках) і в трюмі судна. Для цього розсортовану за розміром рибу ретельно промивають чистою водою, дають їй стекти, після чого укладають в тару з льодом в нерозділеному або обробленому вигляді. При цьому на дно тари поміщають шар мілкоподрібленого льоду товщиною 2-3 см, поверх нього укладають рибу, потім знову шар льоду, застосовують і попереднє перемішування риби з льодом з подальшим укладанням рибольдяної суміші в тару; зверху насипають додатковий шар льоду. При зберіганні і транспортуванні риби на судах з охолоджуваними трюмами витрата льоду в ящиках становить 30% до маси риби в холодну пору року і 40% маси риби в теплу пору року. На судах з неохолоджуваними трюмами витрата льоду при охолодженні риби в ящиках залежить від температури зовнішнього повітря і повинна бути не менше зазначених нижче норм.

Термоізолювані контейнери при використанні льоду застосовують тільки в районах з холодним кліматом внаслідок уповільненого теплообміну. У жаркому кліматі термоізолювані контейнери не забезпечують тривале збереження риби, так як через повільне зниження температури починається інтенсивний розвиток мікрофлори.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ								
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Розроб.		Малінічев			Модернізація морозильного апарату за допомогою газоподібного діоксиду вуглецю				Літ.	Арк.	Аркушів		
Перевір.		Цвіркун									15	52	
Н. Контр.		Омельченко							ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО				
Затверд.		Омельченко											

Тривалість охолодження риби льодом залежить в основному від її товщини, дозування льоду і ступеня його подрібнення, температури повітря. Початкова температура риби в меншій мірі впливає на тривалість її охолодження. Збільшення дозування льоду до певної межі значно прискорює процес охолодження. Так, при кількості льоду до маси риби 25, 50, 75 і 100% риба, яка має початкову температуру 20°C, охолола до 5°C відповідно за 236, 110, 68 і 63 хвилини.

Прийняту на борт судна рибу негайно сортують за видами, розмірами і якістю і відразу ж опускають в трюм, розподіляючи відповідним чином по відсіках. У трюм або заздалегідь підготовлені майданчики в горищах трюму насипають шар мілкоподрібненого льоду товщиною 10 ÷ 15 см. Залежно від умов перевезення риби товщина шару льоду може бути кілька зменшена або збільшена. На лід рівним шаром укладають рибу (або сітки з рибою, прийняті з видобувних судів) і рівномірно засипають шаром льоду, потім знову шар риби і шар льоду. Велику рибу укладають рядами (шаром в одну рибу) спинками вгору, хвостовими частинами в різні боки; приголов'я обезголовлених риб не повинні торкатися стінок трюму. Рибу дрібну і середнього розміру укладають насипом (товщина шару не більше 10 см). Товщина шарів льоду між шарами риби – 5 ÷ 8 см, не зайнятий рибою простір під стінами трюму засипають льодом. Верхній ряд риби засипають більш товстим шаром льоду (не менше 10 см). На судах з машинним охолодженням трюмів розподіл льоду проводиться таким чином: у відсіки, розташовані поблизу охолоджуючих батарей, поміщають не більше 20% льоду, в центральні – 50%, а в проміжні – 30% від загальної витрати і повинні становити не менше 40% до маси риби. На судах з неохолоджуваними трюмами пошарове пересипання риби льодом в трюмі проводять з урахуванням температури зовнішнього повітря. Верхній шар риби засипають більш товстим шаром льоду і ретельно вкривають брезентом або будь-яким іншим ізоляційним матеріалом.

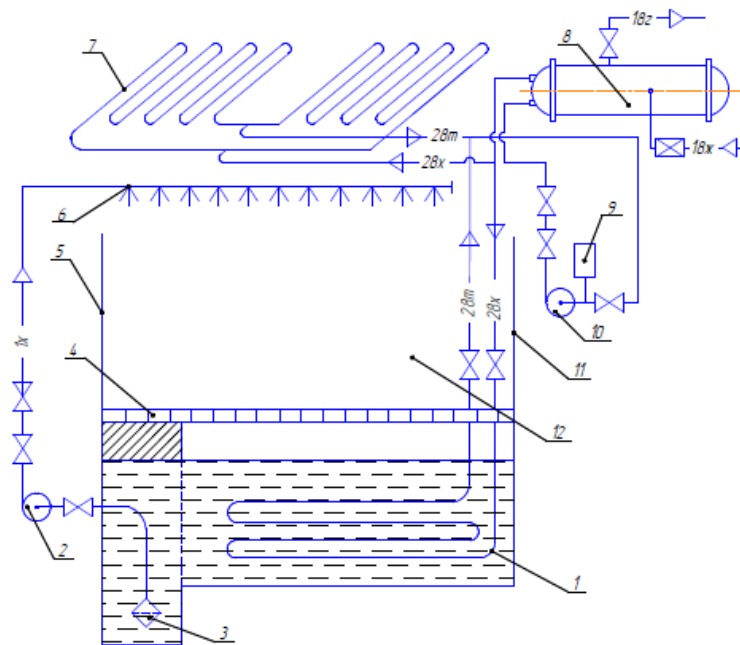
Охолодження риби льодом має ряд недоліків – нераціонально використовуються виробничі приміщення, трюми судів, камери холодильників; утруднений кількісний і якісний контроль і облік риби, в деяких випадках не забезпечується швидке зниження температури улову.

Спосіб охолодження риби в рідкому середовищі отримав досить широке поширення на виробничих рефрижераторних судах і берегових підприємствах. В якості охолоджуючої рідини застосовується морська вода, температура замерзання якої в залежності від вмісту в ній солей коливається від –1,5 до – 3 °C. У більшості випадків вона мало обсіменінна мікроорганізмами, що створює сприятливі санітарні умови. Іноді в якості охолоджуючої рідини застосовується розсіл – 2 ÷ 4% -ний розчин кухонної солі в прісній воді, осмотичний тиск якого можна порівняти з тиском тканинного соку риби.

Охолодження риби охолодженою морською або прісною водою має ряд переваг, наприклад, більш швидке зниження температури риби, економічність процесу при охолодженні, транспортних операціях і вивантаженні в кінцевих пунктах транспортування. Найбільш суттєві недоліки – набухання м'яса промислових об'єктів і його просолювання при використанні охолодженої морської води. Негативний вплив охолодженої води зменшується з пониженням

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Установка для охолодження риби методом зрошення представлена на рис. 1.1. Установка для охолодження риби представляє зрошувальну систему: в нижній частині трюму на висоті 0,4-0,5 м встановлений ґратчастий настил, обшитий перфорованим оцинкованим залізом. Під настилом розташована розсільна батарея для охолодження морської води. У стелі трюму змонтована система перфорованих труб (діаметр отворів 8-10 мм) для розбризкування охолодженої води на рибу. Морська вода охолоджується за допомогою розсільних батарей до температури $-1 \div -2$ °С, подається насосом в зрошувальні труби і потім розбризкується на рибу.



На рис. 1.1 позначено: 1 – батарея з холодоносієм для охолодження морської води; 2 – насос для циркуляції охолодженої морської води; 3 – фільтр; 4 – решітка; 5 – кормова перебірка; 6 – труби для зрошення риби холодною

морською водою; 7 – оребрені батареї з холодоносієм для охолодження трюму; 8 – випарник; 9 – зрівняльний бачок; 10 – насос для подачі холодоносія; 11 – носова перегородка; 12 – трюм.

Призначену для охолодження рибу розкладають шаром товщиною 0,5-0,7 м на ґратчастому настилі і потім включають систему зрошення.

Тривалість охолодження залежить від виду і розміру риби і становить в середньому 1,5-2 год. Після охолодження риби зрошувальну систему відключають і риба зберігається в трюмі в сухому стані при температурі $-1^{\circ} \div -2^{\circ}\text{C}$. Іноді рибу пересипають льодом. Продуктивність холодильної установки становить 0,5-0,7 т/год.

Досить ефективно також використання замість водольодяної суміші льоду-шуги (канадський метод). Лід-шугу отримують шляхом повільного зниження температури води або розчину до початку формування дрібних кристалів (0,05-0,07 мм). Новоутворена крижана шуга може бути відфільтрована у вигляді сухого льоду від некрижаної частини або ж разом з останньою (близько 30%), може бути перекачана насосом в контейнери або іншу тару. Цей спосіб, на думку авторів, відрізняється високими показниками якості та економічністю в порівнянні з іншими.

Тривалість охолодження в холодній воді, як показали досвідчені дані, залежить від розмірів риби, температури води, швидкості її циркуляції, конструкції охолоджувача і становить від декількох хвилин до 3 год і більше. Для охолодження морської води використовують рідкий азот, який, крім того, застосовують разом з льодом для охолодження і зберігання упакованої і не упакованої риби. У першому випадку рідкий азот впорскують в морську воду для її охолодження до $0 - 2^{\circ}\text{C}$, після чого завантажують рибу. По мірі утеплення води впорскування рідкого азоту повторюють. При транспортуванні вантажний обсяг може охолоджуватися рідким азотом шляхом періодичного впорскування його в кузов авторефрижератора. Ще більш ефективним є застосування рідкого азоту в комбінації з льодом. Внаслідок застосування рідкого азоту для охолодження значно збільшуються наступні терміни зберігання риби (в два-три рази).

Охолодження риби під вакуумом засноване на частковому випаровуванні води з її поверхні при зниженні тиску (не нижче 400 Па), що істотно скорочує тривалість охолодження при незначних втратах маси продукту. Копчену рибу, деякі види рибних напівфабрикатів і продуктів кулінарії, для яких небажаний контакт з водою або льодом, охолоджують в повітряному середовищі. Застосування при цьому діоксиду вуглецю або рідкого азоту інтенсифікує процес і істотно покращує якість продукту.

1.2 Підморожування риби

Підморожування – це охолодження тканин рибної сировини до температури нижче криоскопічної, але не нижче мінус 3°C . При цьому продукти зберігаються при температурі, близькій до криоскопічної, тобто при температурі на $1-2^{\circ}\text{C}$ нижче початку замерзання соків, що містяться в продуктах.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підморожування дозволяє збільшити термін зберігання риби до 20-25 на добу в наслідок уповільнення ферментативних і мікробіологічних процесів в рибі при знижених температурах. Крім збільшення термінів зберігання підморожування дозволяє транспортувати рибу без льоду і тим самим значно збільшити вантажопідйомність ізотермічного транспорту. Разом з тим підморожування пов'язано з перетворенням значної кількості води, що міститься в рибі, в лід, що в свою чергу призводить до збільшення концентрації тканинного соку і зміни рН середовища в кислий бік. Всі ці чинники вкрай несприятливо впливають на мікроорганізми. За своїми фізичними властивостями риба, підморожена до температури $-1\div-2^{\circ}\text{C}$, близька до охолодженої, а риба, підморожена до температури -3°C , нагадує морожену.

В процесі підморожування риба набуває механічну міцність, в підмороженому шарі відбувається значна акумуляція холоду. Порушується мікроструктура тканин, знижується її вологоутримуюча здатність, в зв'язку з чим при підморожуванні риба втрачає більше тканинного соку, ніж риба охолоджена, якщо після утеплення вона зберігається тривалий час до обробки. Внаслідок активації ферментних систем під впливом збільшення концентрації мінеральних солей, пов'язаного з виморожуванням частини вологи в м'язовій тканині, в перший період зберігання біохімічні процеси протікають приблизно з такою ж швидкістю, що і в охолодженій рибі, в зв'язку з чим підморожування риби для збереження її протягом менше 8-10 днів недоцільно. При подальшому зберіганні температурний фактор відіграє основну роль в уповільненні біохімічних процесів. Встановлено, що в процесі зберігання підмороженої риби при температурі $-2\div-0,5^{\circ}\text{C}$ істотних змін, помітно погіршуючих якості продукту, не відбувається. Підморожена риба за своїми показниками відповідає свіжій охолодженій рибі. Однак, температура нижче -3°C через значне кристалоутворення несприятливо відбивається на якості продукту.

На підморожування слід направляти рибу-сирець високої якості.

Згідно з технологічним регламентом підморожування можна здійснювати контактним способом в охолоджуючому середовищі, а також у повітряних швидкоморозильних апаратах. Режим процесу підморожування залежить від способу охолодження, температури охолоджуючого середовища, виду і розміру риби.

При контактному способі температура розсолу повинна підтримуватися на рівні $-8\div-10^{\circ}\text{C}$, щільність $1,11\div 1,13\text{г/см}^3$. При цьому тривалість підморожування становить в середньому $10\div 25$ хв.

При повітряному способі підморожування температура повітря повинна бути $-25\div-35^{\circ}\text{C}$, тривалість $1,5\div 2$ год. На виході з морозильних апаратів температура в підмороженому шарі риби повинна складати $-3\div-5^{\circ}\text{C}$.

У перші $10\div 12$ год зберігання у підмороженої риби відбувається вирівнювання температури по всьому об'єму. Одночасно з вирівнюванням температури кристали льоду рівномірно розподіляються по всій товщі м'язової тканини. Підморожену рибу, покладену в ящики, зберігають і транспортують при температурі $-1\div-3^{\circ}\text{C}$. Коливання температури при цьому не допускаються. Термін транспортування підмороженої риби не повинен перевищувати, як правило, 10 діб.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Заморожування риби

Існують такі способи заморожування риби: в повітрі за допомогою природного холоду; в суміші льоду і солі; за допомогою штучного холоду, одержуваного машинним методом (повітряне заморожування, контактне в плиткових морозильних апаратах); із застосуванням рідких вуглецю і азоту; в розсолі; комбіновані. Повітряне заморожування за допомогою природного холоду (при температурі зовнішнього повітря не вище -10°C) застосовують в місцях підлідного лову. Це найбільш простий і економічний спосіб. Рибу розкладають на заздалегідь підготовлений крижаний майданчик поштучно в один ряд, щоб забезпечити максимальний теплообмін поверхні з повітрям; в міру заморожування її перевертають. Велику рибу зазвичай заморожують в підвішеному стані, дрібну розкладають шаром товщиною не більше 12 см. При сильному морозі і вітрі риба заморожується швидко, при цьому забезпечується висока якість продукту і значна економія. Спосіб заморожування в суміші льоду і солі (метод Оттесена) заснований на явищі самоохолодження суміші льоду і повареної солі, в якій одночасно протікають такі процеси, як плавлення льоду і розчинення солі. При цьому скоринка льоду перешкоджає проникненню солі.

Тривалість заморожування шару риби до 6 см становить $10\div 11$ год. Спосіб заморожування зрошуючим розчином за методом Заротченцева-Тейлора, описаний в літературі, передбачає охолодження риби спочатку чистою водою, а потім охолоджуючим розчином солі температурою $-16\div -20^{\circ}\text{C}$ і подальшим ополіскуванням. Тривалість заморожування цим способом вдвічі перевищує тривалість заморожування попереднім способом. Рибу заморожують також в камерах при температурі -25°C з природною і примусовою циркуляцією повітря. При заморожуванні великих об'єктів, наприклад, рибних блоків, оптимальна швидкість руху повітряного потоку складає 5 м/с; при поштучному заморожуванні продуктів невеликого розміру в повітряних морозильних установках швидкість руху середовища може бути підвищена до 10 м/с. На сучасних промислових судах рибу і морепродукти заморожують, як правило, контактним способом з використанням горизонтальних і вертикальних плиткових морозильних установок. Перевага цього способу – можливість отримувати рибні блоки правильної геометричної форми. Такі блоки, що готуються за кордоном з філе, з суміші філе і фаршу або тільки з фаршу, широко застосовують для виробництва рибних паличок і порційних продуктів, що користуються підвищеним попитом. Заморожування продукції з високою швидкістю застосовують на судах при виробництві високоякісного рибного фаршу сурімі, з якого отримують фаршеву кулінарну продукцію, в тому числі таку делікатесну, як аналоги м'яса краба, креветок, гребінця. Дрібну, середню і велику рибу заморожують стандартними блоками розміром $800\times 250\times 60$ мм (масою до 12 кг) в металевих формах з кришками. Рибу в невеликій розфасовці, попередньо упаковану в картонні коробки, пакети з полімерної плівки, заморожують на відкритих листах.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тривалість заморожування до -18°C становить: риби в блоках товщиною 60 мм – $3 \div 5$ год; великої і середньої риби, покладеної на листи – 3×6 год; осетрових та інших великих риб в підвішеному стані – 6×10 год.

Контактний спосіб заморожування в плиткових морозильних апаратах застосовують для заморожування риби дрібних і середніх розмірів, а також філе, фаршу і рибної кулінарії. Продукт поміщають між двома порожнистими металевими плитами, усередині яких циркулює холодоагент або холодоносії. Потім плити зрушують, створюючи певний тиск, який забезпечує підпресовку продукту при заморожуванні. Тиск (в межах $0,01 \div 0,1$ МПа) регулюють за допомогою гідравлічного приводу і встановлюють в залежності від виду продукту, його властивостей і виду упаковки.

Тривалість заморожування риби в плиткових морозильних установках пов'язана з товщиною блоку, при збільшенні якого подовжується процес і знижується продуктивність установки. Для риби різних видів з товщиною блоків від 30 до 100 мм тривалість заморожування становить від 40 до 180 хв. До специфічних рибних об'єктів холодильної обробки відноситься риба тунцевого промислу, що відрізняється великими розмірами і масою. Цю рибу необхідно охолоджувати протягом декількох годин, тому повітряний спосіб не годиться і застосовують, як правило, розсільний, заснований на використанні концентрованих розчинів хлористого натрію температурою $-15 \div -18^{\circ}\text{C}$ і хлористого кальцію температурою -30°C . Причому при застосуванні першого якість риби значно гірша через просолювання і низький теплообмін. Інтенсифікація процесу шляхом зниження температури хлориду кальцію до -45°C в Японії показала перевагу цього способу перед повітряним заморожуванням при температурі -55°C . Заморожування в рідких азоті і діоксиді вуглецю забезпечує дуже високу ефективність холодильної обробки, але внаслідок великої вартості зріджених газів в $2 \div 3$ рази перевищує вартість традиційного заморожування. Тому такий спосіб ефективний тільки при обробці дорогої продукції: крабів, креветок, лососевих і ін. Він дозволяє отримувати морожений напівфабрикат високої якості при мінімальних втратах маси. Цей спосіб комбінують з повітряним заморожуванням, використовуючи рідкий азот лише для швидкого зниження температури в критичній зоні (до $-5 \div -7^{\circ}\text{C}$). Так, рибопродукти доставляють на берегове підприємство в охолоджену вигляді, зачищають, упаковують під вакуумом і заморожують в криогенній установці до температури не вище -5°C протягом 32 хв. Заморожені філе, фарш, напівфабрикати швидко перекладають в картонні ящики по $10 \div 21$ кг і доморожують до -20°C в повітряній морозильній установці. За якістю філе комбінованого заморожування перевершує філе, яке заморожене в умовах промислу на судах в плиткових морозильних установках. Установки, що працюють на діоксиді вуглецю, за кордоном використовують для поштучного заморожування рибного філе, напівфабрикатів, ракоподібних, молюсків. Охолодження середовища в тунельних, стрічкових і спіральних-стрічкових установках відбувається за рахунок сублімації твердого двоокису вуглецю при температурі до -78°C , а подаваний в установку холодоносії забезпечує температуру газового середовища близько -70°C . Використання такої установки, незважаючи на високу вартість заморожування, економічно

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вигідніше повітряного методу завдяки більш високій (у чотири рази) продуктивності, меншого обсіменіння бактеріями, що відмирають в атмосфері вуглекислого газу і більш високій якості продуктів.

Для запобігання риби від усушки і окислення жиру в технологічний процес вводять операцію глазурування. Крижану кірку (глазур) отримують трикратним зануренням блоків або окремої риби температурою не вище 18°C в воду температурою 1÷2°C. Тривалість кожного занурення 2с. Для прискорення процесу утворення крижаної скориночки і збільшення її міцності морожену рибу після занурення в воду витримують в потоці холодного повітря (швидкість 2 ÷ 3 м/с) протягом 10 ÷ 20 с. Маса глазури становить 2 ÷ 4% маси риби. У той же час, за дослідними даними, водній глазури властивий суттєвий недолік – відносно швидка сублімація, через що вже через кілька місяців зберігання вона може зникнути, а продукція виявиться практично незахищеною від окисного псування і усушки.

1.4 Швидкоморозильні апарати із застосуванням діоксиду вуглецю

Пристрій для низькотемпературного охолодження рефрижераторів зображено на рис. 1.2. Використовується для транспортування продуктів харчування на далекі відстані.

У початковому стані пари кріогенної рідини, що утворюються в результаті природного випаровування в ємності 1, відводяться по дренажному трубопроводу 3 і патрубку 16 в колектор 10 і виходять в кузов через канали 18 і 19 форсунки 11. При включенні пристрою, блок управління 13 по лінії зв'язку 12 подає на електронагрівач 7 імпульс струму, в результаті чого частина рідини, що заповнює камеру 5 випаровується і в порожнині 8 підвищується тиск, під дією якого клапан 6 закривається і пари, які утворилися, витісняють рідину з камери 5 по трубопроводу 4 в колектор 10. На завершення процесу витікання рідини холодоагенту з камери 5 подача напруги на електронагрівач 7 припиняється, клапан 6 відкривається, через продувний трубопровід 9 відбувається скидання надлишкового тиску, і камера 5 знову заповнюється холодоагентом, після чого вона знову готова до чергового циклу подачі рідини в колектор 10. Подавана в колектор 10 кріогенна рідина частково випаровується, що призводить до підвищення тиску як в колекторі 10, так і в ємності 1, пов'язаної з ним за допомогою патрубків 16 і дренажного трубопроводу 3.

Під впливом цього надлишкового тиску рідина, що знаходиться в колекторі 10, по каналу 18 подається в канал 19 форсунки 11, де, захоплюється потоком пари, що надходить з дренажного трубопроводу 3 по трубці 20, змішується з ним і розпорошується в кузов 14.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

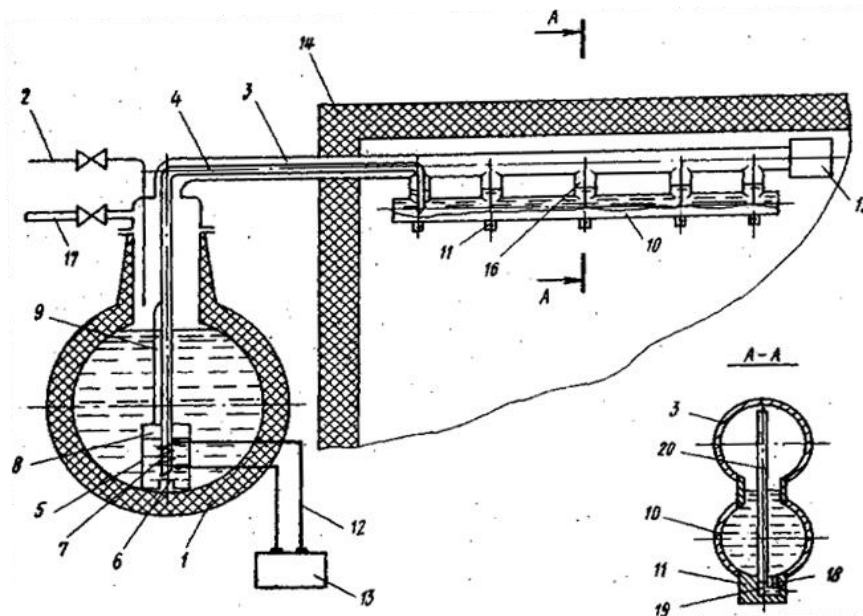


Рисунок 1.2 – Пристрій для низькотемпературного охолодження

На рис. 1.2 зображено: 1 – ємність; 2 – заправний трубопровід; 3 – дренажний трубопровід; 4 – трубопровід подачі кріогента; 5 – камера; 6 – зворотний клапан; 7 – електронагрівач; 8 – сполучна порожнина; 9 – продувочний трубопровід; 10 – колектор; 11 – форсунки; 12 – лінія зв'язку; 13 – блок управління; 14 – термічна камера; 15 – дросель; 16 – патрубки; 17 – трубопровід для скидання пари кріогента; 18, 19 – канали; 20 – трубка.

Апарат для заморожування харчових продуктів в блоках, зображений на рис. 1.3. Працює наступним чином: заморожуємий продукт конвеєром 3 подається в камеру 1 під пристрій підведення кріогента 4 і зупиняється. У цей момент в порожнину циліндра пристрою 4 під тиском, що перевищує сумарне зусилля пружин, подається кріогент, під дією якого голки переміщається до продукту 2. Голки проколюють продукт 2 і при досягненні вихідним отвором голки необхідної глибини, кріогент подається всередину продукту. При припиненні подачі кріогента відбувається скидання тиску в порожнині і під дією пружин голки повертається у вихідне положення. Продукт 2, продовжуючи рух по конвеєру 3, виходить з камери апарату 1.

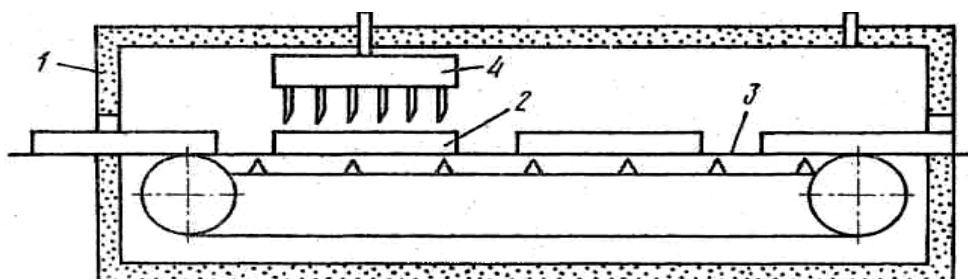


Рисунок 1.3 – Апарат для заморожування харчових продуктів в блоках

Апарат для заморожування, загальний вигляд: 1 теплоізований корпус; 2 продукт; 3 конвеєр; 4 пристрій підведення продукту.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Апарат для заморожування харчових продуктів відноситься до холодильного технологічного устаткування, а саме до установок для заморожування харчових продуктів шляхом безпосереднього їх контакту з твердим діоксидом вуглецю. Даний апарат, зображений на рис. 1.4, працює наступним чином. При русі рідких холодоагентів по трубопроводах 7 і 8 (рис. 1.5) на ділянці 9 діоксид вуглецю попередньо охолоджується до температури збереження рідкого стану завдяки тепловому контакту з ділянкою 10 трубопроводу 8 для подачі рідкого азоту. Далі рідкий діоксид вуглецю дроселює через форсунки 5, з утворенням твердої дрібнодисперсної фракції, для збереження і переохолодження якої і зменшення утворення парів діоксиду вуглецю в камеру 4 розпилення, через форсунки 6 подають з розпилом рідкий азот. Новоутворена в камерах 4 суміш дрібнодисперсна тверда вуглекислота і пари азоту надходить в зону заморожування продукту і активно взаємодіють з ним, звідки останній за допомогою конвеєра 2 направляється в зону вирівнювання його температури в парах холодоагенту.

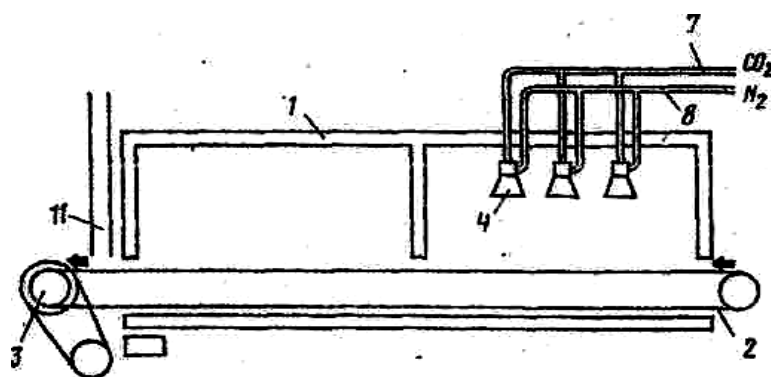


Рисунок 1.4 – Установка для заморожування харчових продуктів

На рис. 1.4 зображено: 1 – теплоізований корпус; 2 – конвеєр; 3 – електропривод; 4 – камера розпилення; 7 – трубопровід подачі діоксиду вуглецю; 8 – трубопровід подачі азоту; 11 – витяжний пристрій.

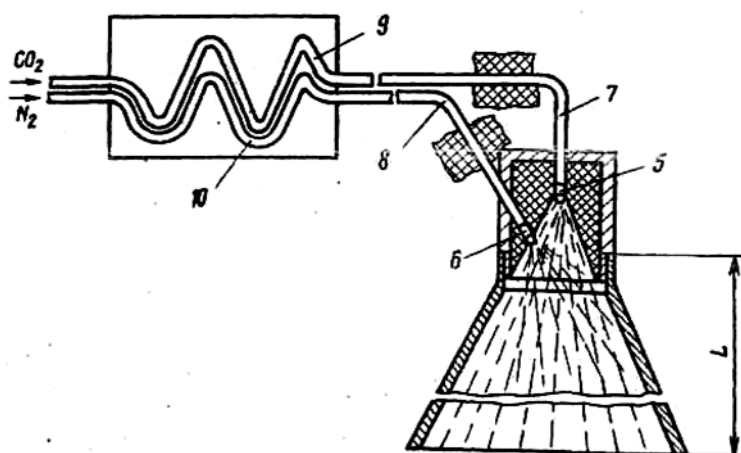


Рисунок 1.5 – Вузол подачі холодоагенту

На рис. 1.5 зображено: 5,6 – форсунки; 7 – трубопровід подачі діоксиду вуглецю; 8 – трубопровід подачі азоту; 9, 10 – ділянки взаємного контакту попереднього охолодження рідкого діоксиду вуглецю з рідким азотом.

Азотний апарат для швидкого заморожування харчових продуктів АСТА-250. Принципова схема даного швидкоморозильного тунельного апарату представлена на рис. 1.6.

Заморожування продукту здійснюється рідким кріогеном, що подається через систему форсунок в робочий об'єм зони заморожування. Після випаровування кріогенні пари азоту направляються в зону попереднього охолодження продукту за допомогою циркуляційних осьових вентиляторів з різноспрямованим обертанням.

Для того, щоб не відбувалося втрат газоподібного азоту з установки на вхідному і вихідному вікнах встановлені гнучкі шторки. Витрата рідкого азоту при заморожуванні становить 0,5-1,1 кг на один кг продукту в залежності від кінцевої температури заморожування продукту.

Пульт управління та контрольно-вимірювальні прилади забезпечують пуск і зупинку стрічкового транспортера, вентиляторів і вузла підйому короба, контроль швидкості руху конвеєра, контроль температури в зоні подачі рідкого азоту і на вході і виході з теплоізовованого короба.

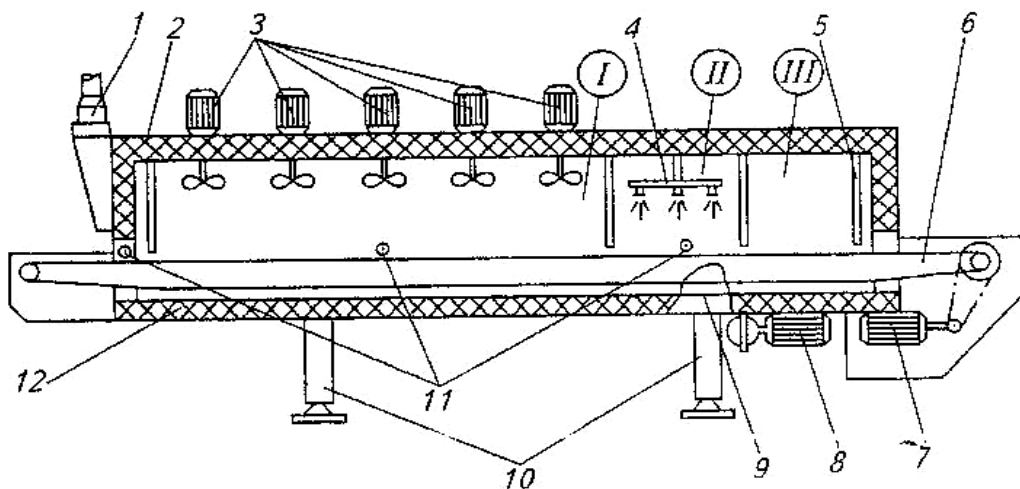


Рисунок 1.6 – Апарат для швидкого заморожування продуктів

На рис. 1.6 зображено: I – зона попереднього охолодження парами азоту; II – зона заморожування зрошенням рідкого азоту; III – зона вирівнювання температури за обсягом продукту; 1 – система відсмоктування відпрацьованих парів азоту; 2 – теплоізовований корпус; 3 – осьовий вентилятор; 4 – рідинний азотний колектор з форсунками; 5 – гнучка шторка; 6 – сітчастий конвеєр; 7 – привод конвеєра; 8 – привід підйому теплоізовованого корпусу; 9 – ущільнення; 10 – опора з механізмом підйому корпусу; 11 – датчик температури; 12 – теплоізовована плита.

Апарат для охолодження продуктів вуглекислотою відноситься до апаратів для охолодження харчових продуктів в середовищі вуглекислоти. Принципова схема апарату показана на рис. 1.7.

Рідкий діоксид вуглецю подається в змішуючий пристрій по трубопроводах 30 і 32, цей пристрій розташований під кутом 150, на кінці трубопроводів є спеціальні носи́ки (форсунки), через які рідкий CO_2 дроселюється, утворюючи снігоподібний діоксид вуглецю. Відсмоктування парів холодоагенту відбувається за допомогою спеціального пристрою 38. На поверхні змішуючого пристрою розташовуються дефлектори 34 і 36, основним завданням яких є напрямок парів діоксиду вуглецю до відсмоктуючого пристрою 38.

Апарат працює наступним чином: партію продукту вводять в секції 12 і 14, до змішуючого пристрою 10, маючи у своєму розпорядженні продукт вище носи́ків (форсунок) 31, 33.

Під дією електродвигунів запускаються барабани 16 і 18, обертаючись в протитечії один від одного барабани інтенсивно перемішують діоксид вуглецю, що надходить по трубопроводах 30 і 32 і дроселюється через форсунки 31, 33.

Процес охолодження поверхні продукту відбувається рідким, газоподібним і снігоподібним CO_2 , циркулюючому протиструвувому пристрої 10. Пари холодоагенту забираються пиловідводним пристроєм 38, за допомогою дефлекторів 34 і 36.

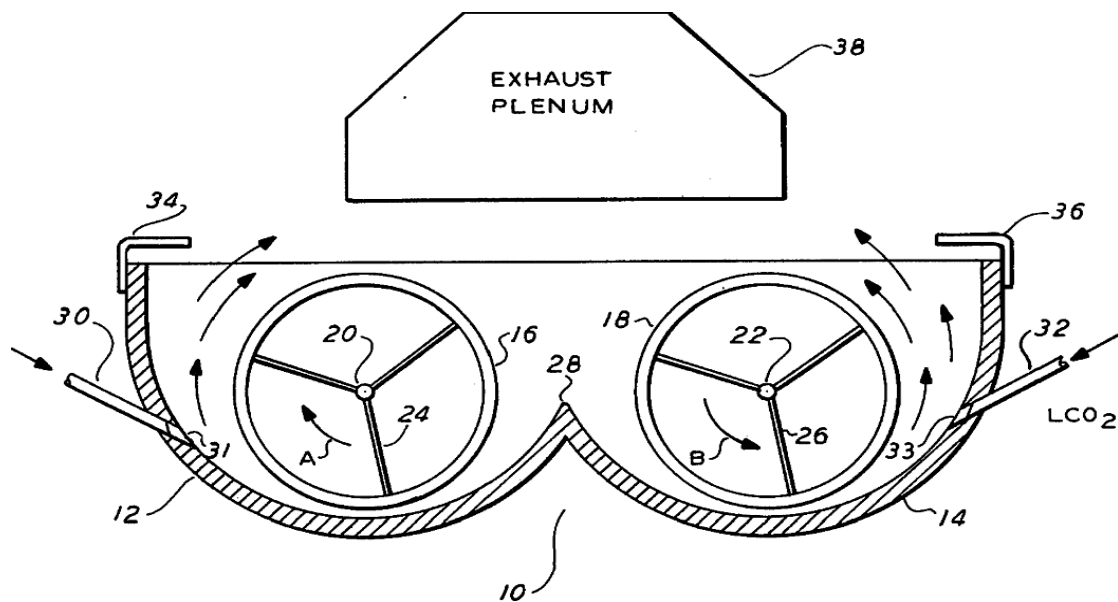


Рисунок 1.7 – Апарат для охолодження харчових продуктів вуглекислотою

На рис. 1.7 зображено: 10 – змішуючий пристрій; 12, 14 – секції для введення продукту; 16, 18 – барабани; 20, 22 – вал; 24, 26 – лопать обертання; 28 – вершина змішуючого пристрою; 30, 32 – трубопровід подачі діоксиду вуглецю; 31, 33 – форсунки; 34, 36 – дефлектори; 38 – пристрій для відсмоктування парів холодоагенту.

Тунельний швидкоморозильний апарат для заморожування харчових продуктів діоксидом вуглецю. Принципова схема апарату показана на рис. 1.8. Даний апарат широко застосовується в харчовій промисловості, особливо в кулінарній технології. Сутністю апарату є заморожування на рухомій стрічці в тунелі харчових продуктів рідким і газоподібним діоксидом вуглецю, з розпорошуючих форсунок. Широка система автоматизації дозволяє дуже точно регулювати як температуру в тунелі, так і витрату CO_2 , що робить даний апарат економічно більш привабливим. Дані апарати, а також їх прототипи отримали широке застосування в таких державах як США і Японія.

Апарат працює у такий спосіб: продукт, по конвеєрній стрічці технологічної лінії надходить до тунельного швидкоморозильного апарату, потрапляючи на конвеєр 2, продукт надходить в тунельний апарат 1, де переміщуючись уздовж тунелю, проходить зони термічного фронту, створюваного обертанням вентиляторів 4. Які в свою чергу рівномірно поширюють CO_2 , розпорошуючими форсунками 5. Проходячи тунель продукт заморожується і виходить на вихідний транспортер 8 під певним кутом, регулюючись спеціальними приладами 9, 10. Після чого продукт продовжує рух по конвеєру технологічної лінії, де за допомогою щита 7 регулюється як пуск зупинка, так і швидкість руху конвеєра. Проблема регулювання подачі і не бажаного дроселювання в форсунках 5, де утворюється тверда вуглекислота і забиває прохідний перетин форсунки, вирішується схемою автоматичного регулювання подачі вуглекислоти і температури в камері.

Автоматичне регулювання температури суміші відбувається за допомогою регулятора температури 51, датчика температури 50, а так само 2-х соленоїдних вентилів. Соленоїдний вентиль 54 встановлюється на трубопроводі подачі рідкого кріогента 57, а його вентиль 53 на газовому 49.

Якщо в камері, температура суміші CO_2 сягає свого нижнього рівня мінус 73 С, тоді регулятор температури 51 подає сигнал на соленоїдний вентиль 53 і він відкривається. У цей час від сигналу регулятора температури 51 закривається вентиль 54, відсікаючи надходження рідкого діоксиду вуглецю з ємності. Протягом певного часу реле часу 52 тримає соленоїдний вентиль 54 відкритим; в колекторах 11 і форсунках 14 створюється високий тиск, що дозволяє також видаляти рідкий діоксид вуглецю з системи камеру і проводити продування форсунок 14 газоподібним CO_2 . Після проходження встановленого часу реле 52 закривається і соленоїдний вентиль 53. Після того, як температура суміші в камері підвищиться до мінус 65⁰, регулятор температури 51 відкриває соленоїдний вентиль 53. Тиск в колекторах 11 і форсунках 14 збільшується, і форсунки знову продуваються газоподібним CO_2 . Реле часу 52 закриває соленоїдний вентиль 53 і відкриває соленоїдний вентиль 54, забезпечуючи подачу рідкої вуглекислоти до форсунок 14.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

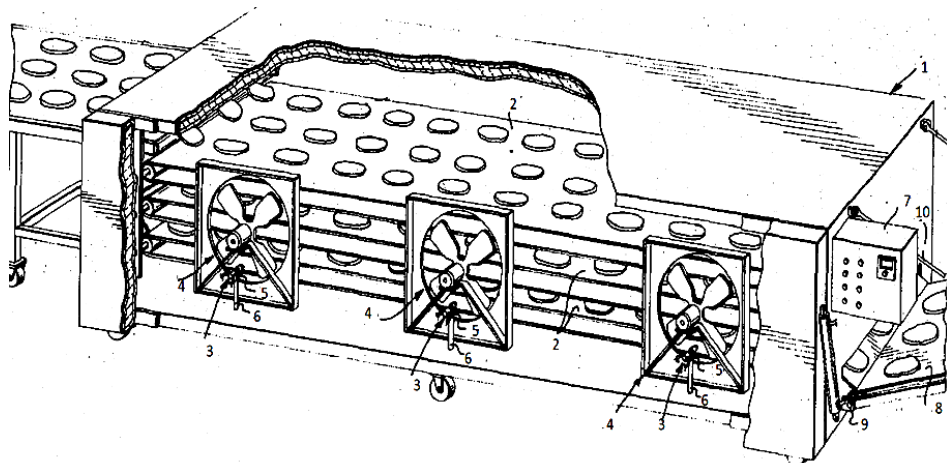


Рисунок 1.8 – Тунельний швидкоморозильний апарат

На рис. 1.8 зображено: 1 – тунельний апарат; 2 – конвеєр; 3 – колектор; 4 – вентилятор; 5 – форсунка; 6 – рідинний трубопровід; 7 – пульт управління; 8 – вихідний транспортер; 9, 10 – прибори, які регулюють кут нахилу вихідного транспортера.

Апарати, що працюють на рідкому діоксиді вуглецю компактні, прості у застосуванні і дешеві в експлуатації. Дана група апаратів розроблена як в мобільному так і в стаціонарному варіанті: спірального, тунельного і шафового типу, що дозволяє викликати інтерес у сільськогосподарських виробників і переробників різних видів продукції. Вони викликають великий інтерес на виробництві коли необхідно заморожувати різні харчові продукти і сировину при різних температурах від -10 до -70 °C.

Для швидкого охолодження свіжих харчових продуктів в упакованому і не упакованому вигляді до $+2 \dots +6$ °C. За допомогою апаратів, що працюють за принципом швидкоморозильних апаратів: при інжекції рідкого діоксиду вуглецю утворюється сухий сніг, ним продукти обробляються певний час. Сухий лід дуже ефективний засіб інтенсивного зниження температури, що не дозволяє розвиватися «усушці» продукту, як при повітряному охолодженні, і не дозволяє підвищити вміст вологи, як це виходить при охолодженні водним льодом. Охолодження снігом CO_2 дозволяє знижувати дуже інтенсивно температуру продуктів. Зберігається на високому рівні, а іноді навіть поліпшується природний колір продукту внаслідок дифузії діоксиду вуглецю всередині продукту. Одночасно з цим значно зростає термін зберігання продуктів, тому що діоксид вуглецю пригнічує розвиток аеробних і анаеробних бактерій і цвілевих грибів.

Охолоджувати і заморожувати в середовищі діоксиду вуглецю дуже зручно і вигідно. Апарати використовуються там, де відповідно до технології, необхідно інтенсивно заморозити продукти під час або перед формуванням, пресуванням, екстрагуванням, подрібненням або нарізуванням.

Кріогенне заморожування широко використовується за кордоном. Такі фірми як «Frigosandia» (Швеція), «Air Liquide» (Німеччина) вже протягом

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

тривалого часу серійно випускають азотні швидкоморозильні апарати різних модифікацій.

У нашій країні цей метод поки не знайшов широкого застосування. Фактором, що стримує його використання в широкому масштабі є висока ціна кріогену. В останні кілька років, збільшився інтерес в українській переробній промисловості до кріогенних способів холодильної обробки харчових продуктів.

Таким чином, використання інноваційних, високоефективних технологій і обладнання для холодильної обробки, транспортування і зберігання продуктів харчування з використанням екологічно безпечних кріогенних холодоагентів, що дозволяють випускати високоякісну охолоджену продукцію, є перспективним.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2

МОДЕРНІЗАЦІЯ ШВИДКОМОРОЗИЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ЗАМОРОЖУВАННЯ РИБИ ЗА ДОПОМОГОЮ CO₂

2.1 Швидкоморозильні апарати для заморожування риби

Для дослідження процесу заморожування риби, було розглянуто холодильне обладнання, зовнішній вигляд якого представлений на рис. 2.1.

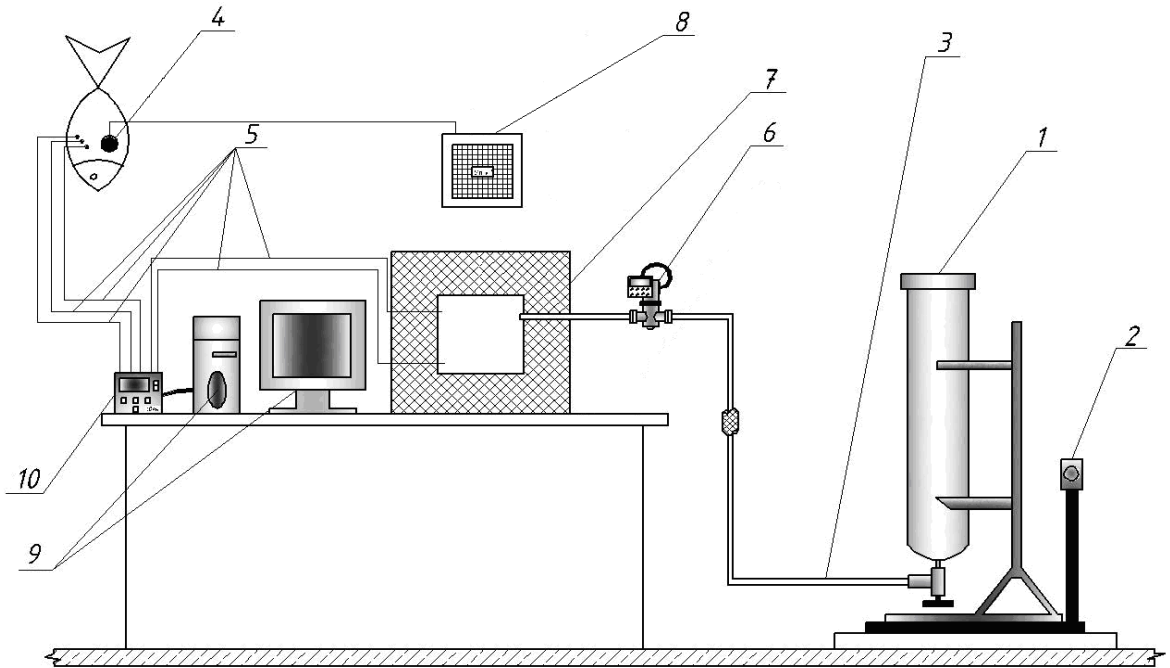


Рисунок 2.1 – Холодильна установка для заморожування риби

На рис.2.1 позначено: 1 – вуглекислотний балон; 2 – ваги; 3 – мідний трубопровід; 4 – зонд теплового потоку; 5 – хромель-копелеві термопари; 6 – регулюючий вентиль; 7 – теплоізовльована камера; 8 – вимірювач щільності теплового потоку ВІЩП-2; 9 – персональний комп'ютер; 10 – контролер температури ТРМ-138.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ								
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Розроб.		Малінічев			Модернізація морозильного апарату за допомогою газоподібного діоксиду вуглецю				Літ.	Арк.	Аркушів		
Перевір.		Цвіркун									10	52	
									ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО				
Н. Контр.		Омельченко											
Затверд.		Омельченко											

Дана установка являє собою сукупність пристроїв, пристосувань і контрольно-вимірювальних приладів, які дозволяють проводити процес заморожування риби з контролем над змінами всіх необхідних параметрів, таких як:

- маса продукту і діоксиду вуглецю;
- зміна температури в тушках риби в залежності від часу;
- вимір температури в камері і внутрішній порожнині риби
- зміна теплового потоку на зовнішній поверхні риби.

Рибу поміщають в теплоізолюючу камеру (7). Після цього камеру (7) щільно закривають і поступово подають в камеру газоподібний CO_2 з балона (1) по трубопроводу (3), регулювання подачі здійснюється вентилем (6). Зміна температури в рибі і в камері контролюється за допомогою хромель-копелевих термопар (5), сигнал яких надходить на контролер температури (10) і оброблені результати виводяться у вигляді графіків на комп'ютер (9). Вимірювання щільності теплового потоку на зовнішній поверхні риби здійснюється за допомогою зонда теплового потоку (4), сигнал з якого надходить на вимірювач теплового потоку ВЦП-2 (8).

У роботі було удосконалено апарат для заморожування риби з подачею газоподібного CO_2 (рис. 2.2). Риба надходить в апарат по завантажувальному конвеєру (8), потім через завантажувальне вікно (4) надходить на шнек (5), матеріал шнека зроблений зі спеціального пластика, що забезпечує не прилипання риби до шнеку при зниженні її температури нижче криоскопічної. Шнек (5) приводиться в обертальний рух за допомогою двигуна (1) і ланцюгової передачі (2). Частота обертання шнека залежить від маси риби і її температури при вступі. Риба, рухаючись по шнеку (5) заморожується рівномірно, так як з чотирьох сторін апарату розташовані форсунки (11), які з'єднані системою трубопроводів (9) по якому надходить газоподібний CO_2 .

На рис. 2.2 представлено: 1 – електродвигун; 2 – ланцюг; 3 – сальник; 4 – вікно для завантаження риби; 5 – шнек; 6 – металевий перфорований кожух; 7 – вікно для розвантаження риби; 8 – конвеєр завантажувальний; 9 – трубопровід; 10 – теплоізований корпус; 11 – форсунки; 12 – конвеєр розвантажувальний.

Для створення замкнутого обсягу, щоб уникнути попадання риби на форсунки і виходу її зі шнека, по діаметру шнека встановлений металевий перфорований кожух (6). Температурний інтервал в камері підтримується від – 30 до – 70 °С.

Після заморожування, риба через вікно розвантаження (7) потрапляє на розвантажувальний конвеєр (12) і надходить або в камеру зберігання, або на реалізацію.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

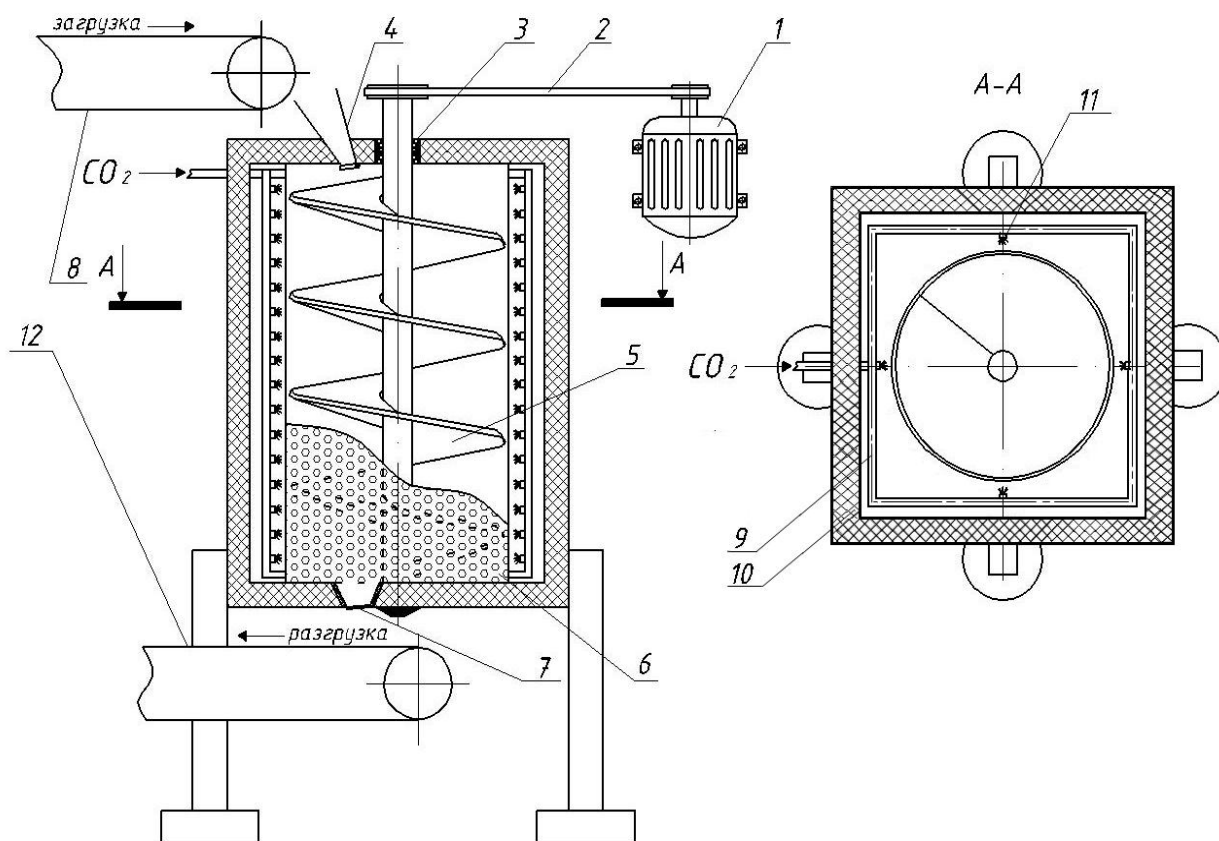


Рисунок 2.2 – Схема швидкоморозильного апарату для заморожування риби з подачею газоподібного CO_2

2.2 Обладнання швидкоморозильного апарату

Швидкоморозильний апарат складається із сукупності пристроїв, пристосувань і апаратури, які дозволяють вимірювати і контролювати всі потрібні параметри:

- температуру в камері;
- температуру в рибі;
- товщину риби;
- зміни щільності теплового потоку;
- масу діоксиду вуглецю і риби.

Контроль температури заморожуємої риби, температуру в камері і апараті, здійснювався за значеннями, отриманими з електричного контролера температури ТРМ-138, який виконаний з діапазоном температур від $+30$ до -90°C . Чутливим елементом є хромель-копелеві термопари з діаметром спаю $0,3 \cdot 10^{-3}$ м.

Щільність теплового потоку контролювали за допомогою вимірника щільності теплових потоків марки ВЩП-2. Чутливим елементом є зонд теплового потоку з діаметром $0,027$ м і товщиною $0,0019$ м.

Товщина тушок риби контролювали штангенциркулем і штангенглибиноміром з діапазоном вимірювання від 0 ... 125мм і величиною відліку за ноніусом 0,1 мм.

При проведенні досліджень були похибки вимірювань, які оцінювалися величиною відносних помилок, виражених в процентах. До основних похибок відносяться:

1) Похибка при визначенні температури:

$$\varepsilon_t = \pm 6\%$$

2) Похибка при визначенні щільності теплового потоку:

$$\varepsilon_d = \pm 7\%$$

3) Похибка при визначенні лінійних розмірів штангенциркулем з точністю 0,1 мм, при значенні найменшого вимірювання рівного 10 мм:

$$\varepsilon_l = \pm 0,1 / 5 \cdot 100 = \pm 1\%$$

2.3 Технологія заморожування риби в середовищі діоксиду вуглецю

Технологія заморожування риби в середовищі діоксиду вуглецю. Експеримент щодо заморожування риби в середовищі діоксиду вуглецю при температурі в камері мінус 30 °С проводився наступним чином:

1. Поміщали рибу в камеру (7), попередньо встановивши термопари в камері, у внутрішній порожнині, в центрі риби, в певній глибині і на поверхні риби (5) з протилежних сторін тушки, а також встановили на зовнішній поверхні риби датчик щільності теплового потоку (4). Сигнали з термопар надходять на електричний контролер температури (10) і загальний сигнал з контролера надходить на комп'ютер (9). Сигнал з датчика теплового потоку надходить на прилад ВЩП-2 (8).

2. Підтримка температури в камері на рівні мінус 30 °С здійснюється за допомогою регулюючого вентиля (6). При відкритті якого, газоподібний діоксид вуглецю по трубопроводу (3) надходить в камеру (7), де, в результаті безпосереднього контакту газоподібного діоксиду вуглецю з поверхнею риби, відбувається її заморожування.

3. Після досягнення середньої об'ємної температури – 18 °С в центрі риби, подача діоксиду вуглецю припиняється.

4. Відкриваємо камеру (7) і виймаємо рибу.

5. Аналізуються отримані дані і заносяться в таблиці, за якими будуються графіки досліджуваних залежностей.

Подальші експерименти проводилися аналогічно наведеним вище способом, відміна полягає в тому, що температура в камері була на рівні мінус 50 °С і мінус 70 °С.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4 Дослідження термограм процесу холодильної обробки риби

Аналіз огляду літератури показав, що великий інтерес представляє контактний спосіб холодильної обробки риби газоподібним діоксидом вуглецю.

Основним завданням є визначення залежності зміни температурного поля, відмінності температурного поля між верхньою та нижньою частиною тушки риби, а також часу заморожування і витрати CO_2 при заморожуванні з різними температурами в апараті.

Розглянемо термограми процесу заморожування риби газоподібним CO_2 при температурі в камері -30°C , маса риби 600 ± 50 г, товщина до центру хребта риби 30 мм. Витрата діоксиду вуглецю дорівнює 3,24 кг.

Вимірювання здійснювалися з двох протилежних сторін тушки риби за допомогою шести термопар і одного датчика щільності теплового потоку.

Термопари були встановлені з двох сторін симетрично щодо хребта риби: у внутрішньому шарі (на відстані 1 мм від хребта), в товщі м'яса (на відстані 15 мм від хребта), на зовнішній поверхні (на відстані 30 мм від хребта).

Вимірювання щільності теплового потоку проводилися за допомогою одного датчика, встановленого на зовнішній поверхні риби.

Дана схема установки термопар необхідна для того щоб визначити різницю в зміні температурних полів між верхньою і нижньою частиною тушки розташованої на поверхні шнека.

Аналізуючи отримані криві можна зробити висновок, що темп зниження температури обох поверхонь високий, в перші 40 хвилин падіння температури відбувається дуже інтенсивно, це пов'язано з тим, що в клітинах знаходиться вода, потім з 60 – 120 хвилини відбувається перехід води в лід, що призводить до зниження темпу падіння температури, на 140 хвилині процес кристалізації закінчується і відбувається заморожування решти волог.

Спостерігається різна інтенсивність падіння температур верхніх і нижніх шарів – це пов'язано з тим, що верхня частина риби знаходиться в безпосередньому контакті з газоподібним діоксидом вуглецю, а нижня лежить на поверхні шнека. У верхній порожнині риби в початковий момент часу відбувається інтенсивне падіння температури, до 80 хвилини, з 80 – 160 хвилини йде процес кристалізації, потім знову інтенсивне падіння температури. В нижній порожнині риби відбувається інтенсивне падіння температури, до 60 хвилин, з 60 – 150 хвилину йде початок кристалізації, потім спостерігається інтенсивне падіння температури. Час заморожування склав 255 хвилин.

Різниця в темпі зниження температури, нижнього і верхнього шарів, становить близько 3°C , а часу заморожування верхнього і нижнього шару 15 хвилин. На рис. 2.3 представлена діаграма зміни щільності теплового потоку на зовнішній поверхні риби при заморожуванні газоподібним CO_2 з температурою в камері -30°C . Графік побудований за даними контрольних замірів представлених в додатку В.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

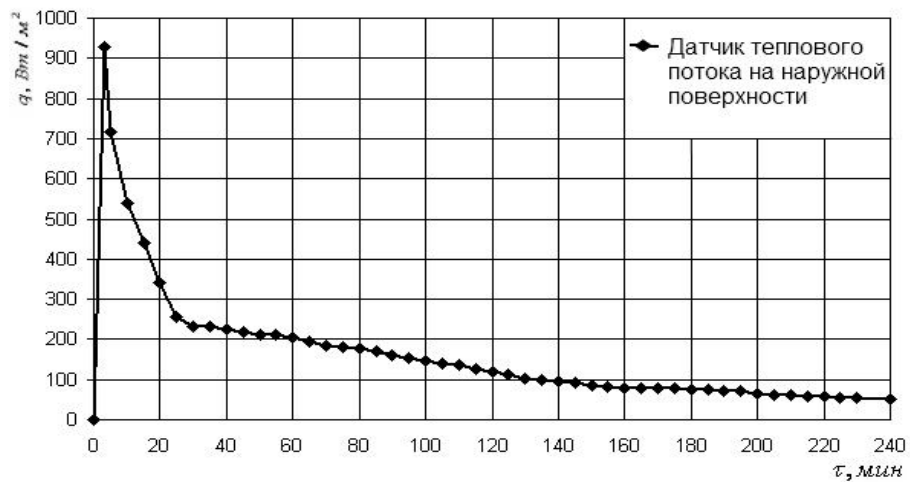


Рисунок 2.3 – Щільність теплового потоку при заморожуванні риби з температурою в камері – 30⁰С

З аналізу отриманих даних визначили, що середньо інтегральне значення щільності теплового потоку риби становить $q = 100 \text{ Вт/м}^2$, а максимальне значення щільності теплового потоку одно $q_{\text{max}} = 930 \text{ Вт/м}^2$.

Значення максимальної щільності теплового потоку можна спостерігати в початковий період часу, так як в цей період різниця між температурою тушки і вуглекислотою максимальна, а процес тепловідведення найінтенсивніший. Далі можна бачити різке зниження щільності теплового потоку, так як температура тушки риби починає падати.

На рис. 2.4 показана зміна температури в порожнині риби з температурою в камері – 30⁰С. Температура побудована за даними контрольних вимірів представлених в додатку Г.

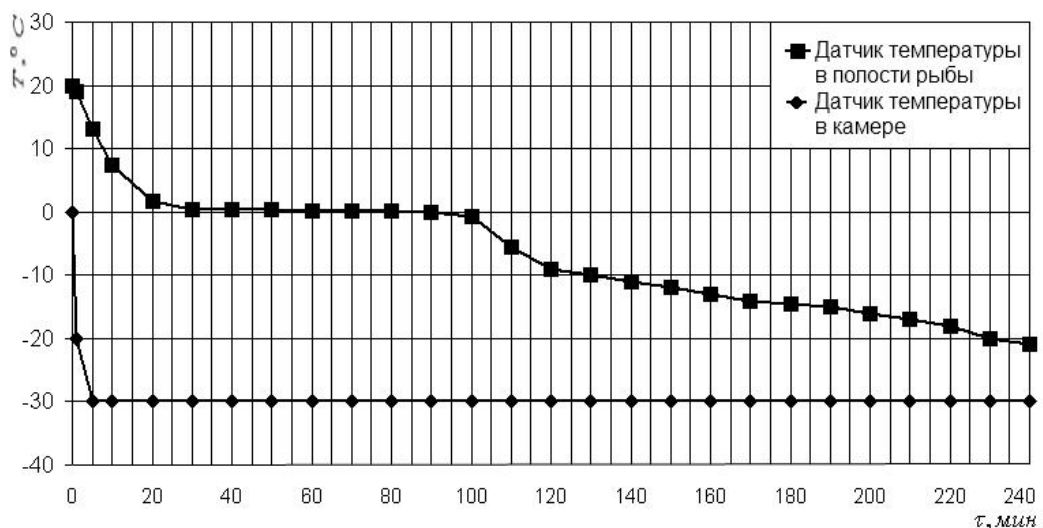


Рисунок 2.4 –Температура в порожнині риби при температурі в камері –30⁰С

Розглянемо термограми процесу заморожування риби газоподібним CO₂ при температурі в камері – 50⁰С, маса риби 600 ± 50г, товщина до центру

хребта риби 30 мм. Витрата діоксиду вуглецю дорівнює 2,31 кг. Аналізуючи даний графік можна зробити висновок, що процес заморожування, аналогічний процесу при температурі в камері – 30⁰С, але процес заморожування відбувається більш інтенсивно. Різниця в температурах склала близько 3⁰С. Час заморожування склав 175 хвилин, при цьому різниця верхнього і нижнього шару складає 15 хвилин.

На рис. 2.5 відображена діаграма зміни щільності теплового потоку від зовнішньої поверхні риби при заморожуванні газоподібним СО₂ з температурою в камері – 50⁰С. Графік побудований за даними контрольних вимірів представлених в додатку Д.

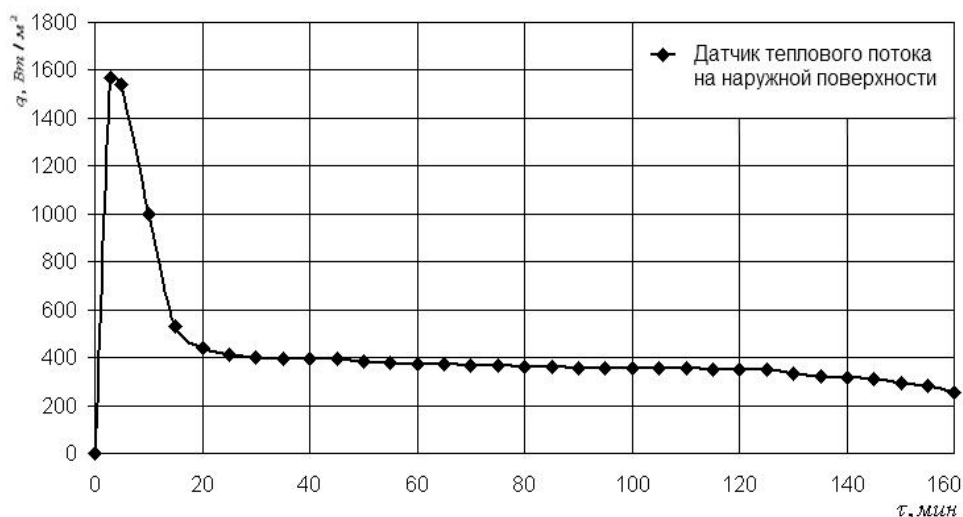


Рисунок 2.5 – Щільність теплового потоку при заморожуванні риби з температурою в камері – 50⁰С

З аналізу експериментальних даних можна бачити, що середньо інтегральне значення щільності теплового потоку риби становить $q = 240$ Вт/м², максимальне значення щільності теплового потоку $\max q = 1569$ Вт/м².

Значення максимальної щільності теплового потоку можна спостерігати в початковий період часу, так як в цей період різниця між температурою тушки і вуглекислотою максимальна, а процес тепловідведення найінтенсивніший.

Після чого можемо спостерігати інтенсивне зниження щільності теплового потоку, при цьому температура тушки риби починає інтенсивно падати, але величина щільності теплового потоку в цьому випадку більша, що говорить про більш інтенсивну тепловіддачу від тушки риби.

На рис. 2.6 показана зміна температури в порожнині риби з температурою в камері – 50⁰С. Температура побудована за даними контрольних вимірів представлених в додатку Е.

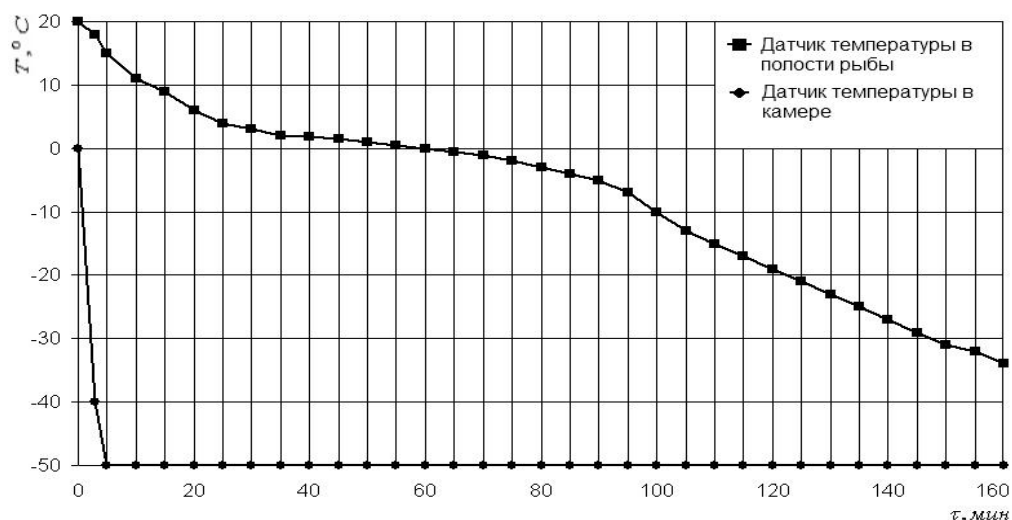


Рисунок 2.6 – Температура в порожнині риби при температурі в камері – 50⁰С

Розглянемо термограми процесу заморожування риби газоподібним CO₂ при температурі в камері – 70⁰С, маса риби 600 ± 50г, товщина до центру хребта риби 30 мм. Витрата діоксиду вуглецю дорівнює 1,8 кг. Термограма побудована за даними контрольних замірів представлених в додатку Є.

Аналізуючи даний графік можна зробити висновок, що процес заморожування аналогічний процесу при температурі в камері – 30⁰С, але процес заморожування відбувається більш інтенсивно. Різниця в температурах склала 2⁰С. Час заморожування склав 120 хвилин.

На рис. 2.7 показана діаграма зміни значення щільності теплового потоку, на зовнішній поверхні риби при заморожуванні газоподібним CO₂ з температурою в камері – 70⁰С. Графік побудований за даними контрольних замірів і представлених в додатку Є.

З аналізу експериментальних даних випливає, що середньо інтегральне значення щільності теплового потоку від риби $q = 430 \text{ Вт/м}^2$, максимальне значення щільності теплового потоку становить $\max q = 1900 \text{ Вт/м}^2$.

Значення максимальної щільності теплового потоку можна спостерігати в початковий період часу, так як в цей період різниця між температурою тушки і вуглекислотою максимальна, а процес тепловідведення найінтенсивніший.

Після чого можемо спостерігати інтенсивне зниження щільності теплового потоку, при цьому температура тушки риби починає інтенсивно падати, але величина щільності теплового потоку в цьому випадку більша, що говорить про більш інтенсивну тепловіддачу від тушки риби.

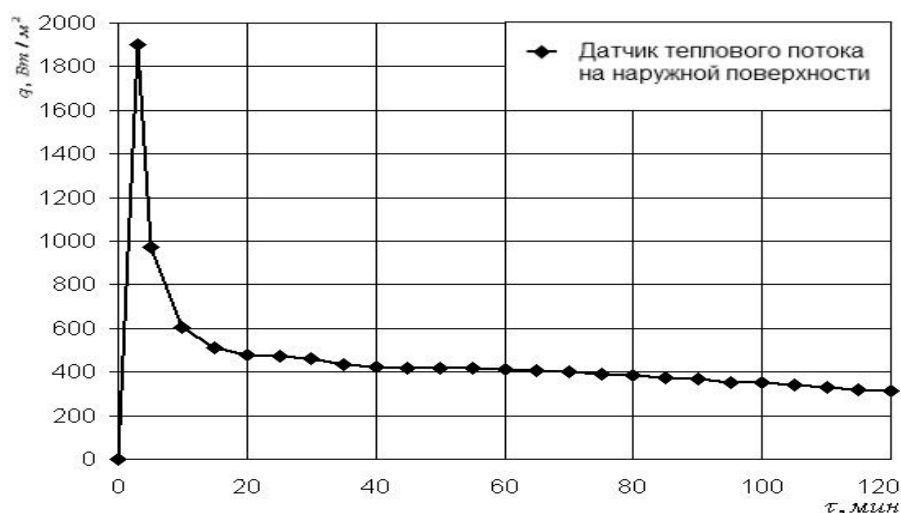


Рисунок 2.7 – Щільність теплового потоку при заморожуванні риби з температурою в камері – -70°C

На рис. 2.8 показано зміна температури в порожнині риби з температурою в камері – -70°C . Температура побудована за даними контрольних вимірів представлених в додатку Ж.

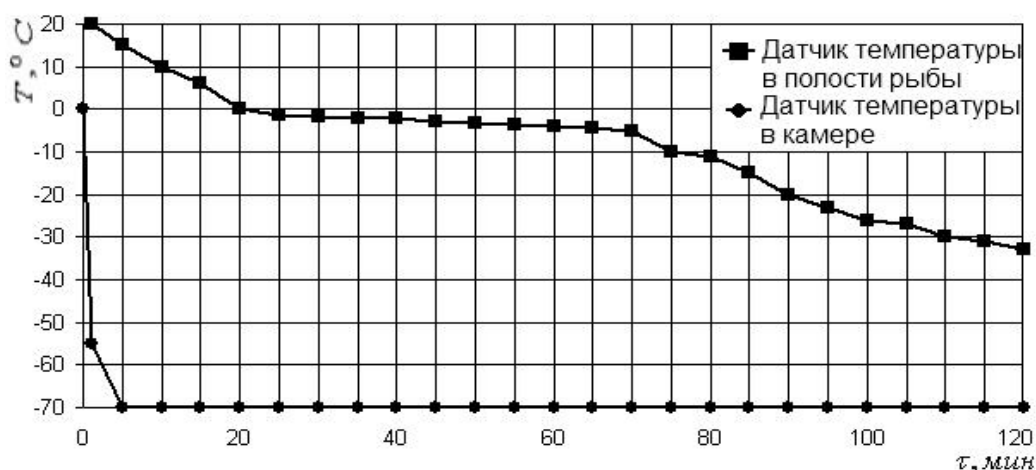


Рисунок 2.8 – Температура в порожнині риби при температурі в камері – -70°C

Для реалізації отриманих результатів в рибопереробній промисловості, нами розроблена номограма рис. 2.9, яка дозволяє визначати час заморожування риби і витрату газоподібного діоксиду вуглецю.

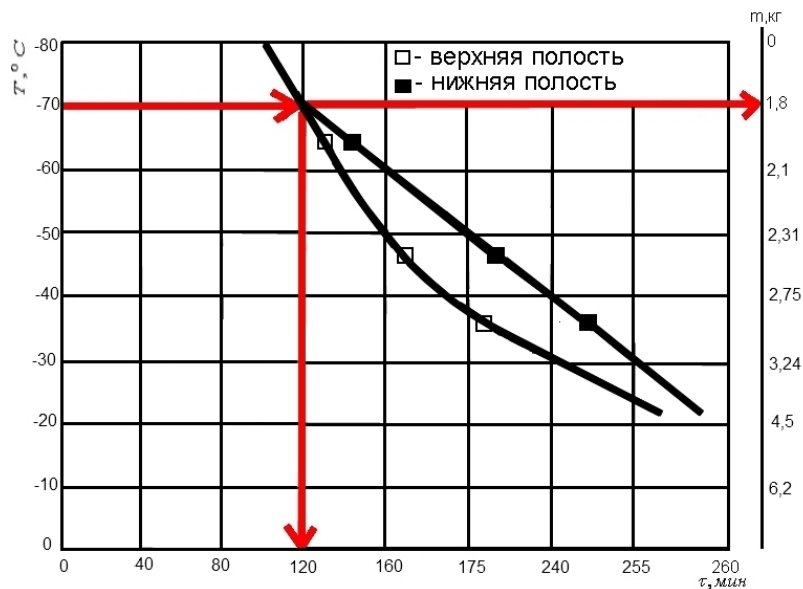


Рисунок 2.9 – Номограма для визначення часу заморожування риби і витрати CO₂ при різних температурах в апараті

Розглянуто номограму, яка складається з кількох основних осей: на осі ординат показані температури повітря всередині апарату, на протилежній стороні зображена вісь, на якій показано масову витрату CO₂ при заморожуванні риби. По осі абсцис розташовані значення тривалості заморожування до середньо об'ємної температури тушки риби мінус 18⁰С. В полі номограми розташовані ізоТЕРМИ заморожування риби, верхнього і нижнього шарів тушки.

Технологія роботи з номограми полягає в наступному: задаємо температуру в апараті, ведемо пряму лінію паралельно осі абсцис до перетину з лінією, яка показує ізоТЕРМИ заморожування нижньої порожнини риби. Проводимо перпендикуляр на вісь абсцис і отримуємо період заморожування риби, а на осі в правій частині номограми, бачимо витрату CO₂.

Як приклад, беремо температуру в швидкоморозильному апараті мінус 7⁰С, будуємо пряму лінію паралельно осі абсцис до перетину з лінією, яка показує ізоТЕРМИ, по осі абсцис бачимо тривалість заморожування риби, яка дорівнює 120 хвилинам, а витрата CO₂ становить близько 1,8.

РОДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Виробнича санітарія і гігієна праці

Важливе значення для охорони праці працівників підприємств має правильне планування і пристрій виходів, проходів, сходів і площадок. Вони повинні відповідати будівельним, експлуатаційним, санітарно-технічним та протипожежним вимогам. Розміри майданчика визначаються відповідно до будівельно-санітарних норм з урахуванням можливого розширення підприємства на перспективу. Площадка повинна бути на сухому, незатопленому місці з прямим сонячним освітленням, природним провітрюванням, мати відносно рівну поверхню, розташовуватися поблизу вододжерела з відведенням стічних вод. Повинні бути забезпечені зручності підходу, під'їзду транспортних засобів, дотримані умови охорони праці і техніки безпеки, а також протипожежного захисту.

Шум, створюваний технологічним устаткуванням, а також установками вентиляції або повітряного опалення приймається за допустимими рівнями шуму на робочих місцях.

Приміщення з тепловиділеннями (більше 20 ккал/м³с), а також виробництва з великим виділенням шкідливих газів, парів і пилу слід розташовувати біля зовнішніх стін будівель. А в багатоповерхових будівлях розміщувати в верхніх поверхах і забезпечувати припливно-витяжним вентилятором.

Оздоблення стін повинно бути міцним, гігієнічним, економічним в експлуатації і відповідати естетичним вимогам.

Підлогу у виробничих приміщеннях слід робити з матеріалів, що забезпечують їх зручне очищення і повинні відповідати експлуатаційним вимогам даного виробництва.

Раціональне розміщення технологічного обладнання всередині приміщень має істотне значення як для організації технологічних процесів, підвищення продуктивності праці, так і для його охорони. Розміщення обладнання повинно бути зручним і безпечним в експлуатації.

Водопостачання підприємства повинно забезпечити потребу підприємства в питній воді, для господарсько-гігієнічних, виробничих і протипожежних ланцюгів.

Всі підприємства згідно з санітарними правилами і нормами повинні мати каналізаційні споруди, призначені для прийому, видалення та знешкодження стічних вод, а також відведення їх на певні ділянки.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Модернізація морозильного апарату за допомогою газоподібного діоксиду вуглецю	Літ.	Арк.	Аркуші
Розроб.	Малінічев						10	52
Перевір.	Цвіркун							
Н. Контр.	Омельченко					ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		
Затверд.	Омельченко							

У виробничих і допоміжних приміщеннях освітлення, опалення, вентиляція і кондиціювання повітря забезпечують можливість створення оптимальних параметрів повітряного середовища (виробничого мікроклімату), що сприяють збереженню здоров'я людини і підвищенню його працездатності.

Температура повітря в виробничих приміщеннях, залежно від тяжкості робіт, в холодний і перехідний періоди року повинна бути від 14 до 21 °С, в теплий період – від 17 до 25 °С. Відносна вологість – в межах 60-70%, швидкість руху повітря – не більше 0,2-0,5 м/с. У теплий період року температура повітря в приміщеннях не повинна бути вище зовнішньої більш ніж на 3-5 °С, але не вище 28 °С, а швидкість руху повітря – до 2 м/с.

Фактори виробничого середовища, що роблять шкідливий вплив на здоров'я і працездатність людини, називаються професійно-шкідливими.

Професійні шкідливості при певній силі і діяльності впливу на організм людини можуть викликати професійні хвороби. Розділяють на професійні хвороби, які викликаються виключно або переважно дією професійних шкідливих умов та умовно-професійні захворювання, в походженні яких може грати роль і професійний фактор.

Удосконалення умов праці на підприємствах здійснюється шляхом раціоналізації технологічних процесів, впровадженням сучасної техніки, виявленням і усуненням шкідливих чинників, а також проведенням профілактичних і захисних заходів.

3.2 Освітлення

Раціональне освітлення в приміщенні, призначеному для роботи з технологічним обладнанням, створюється при наявності як природного так і штучного освітлення. У цехах і службових приміщеннях, як правило, застосовується бічне природне освітлення, але одного природного освітлення не достатньо, так як завод працює і в темний, і в світлий час доби. Штучне освітлення виконується люмінесцентними лампами з рівномірним розміщенням світильників по площі приміщення.

Штучне освітлення по характеру виконуваних завдань ділиться на робоче, аварійне, евакуаційне.

Правильно спроектоване і виконане освітлення на підприємстві забезпечує можливість нормальної виробничої діяльності. Збереження зору людини, стан його центральної нервової системи і безпека на виробництві значною мірою залежать від умов освітлення. Від освітлення залежать також продуктивність праці і якість продукції, що випускається.

Для перевірки відповідності освітленості на робочих місцях на підприємстві є прилад, люксметр, за допомогою якого 2 рази в рік фахівці з охорони праці проводять заміри освітленості.

Рекомендоване освітлення робочих приміщень для заводу коливається в межах 200-500 лк (в залежності від призначення приміщення на заводі). Створення такого освітлення на виробництві є важливою і актуальною задачею.

У приміщеннях використовується природне і штучне освітлення. Природне освітлення передбачає проникнення всередину будівель сонячного

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

світла через вікна. Природне освітлення часто змінюється і залежить від пори року і доби, а також від атмосферних явищ. На освітлення впливають місцезнаходження і пристрій будинків, величина заскленої поверхні, форма і розташування вікон, відстань між протилежними будівлями тощо.

Природне освітлення найбільш сприятливе для людини, проте воно не може в повній мірі забезпечити необхідну освітленість виробничих приміщень. Тому в практичній діяльності широко використовується штучне освітлення.

Раціональне штучне освітлення передбачає рівномірну освітленість, без різких змін і пульсацій, сприятливий спектральний склад світла і достатню яскравість. Тому для раціонального освітлення приміщень необхідно створювати загальне і місцеве освітлення. Поєднання загального і місцевого освітлення утворює комбіноване освітлення.

При проектуванні підприємств розраховується потреба природного і штучного освітлення.

Санітарними нормами проектування і будівництва встановлені мінімальні норми штучного освітлення.

Залежно від географічної широти, пори року, години дня і стану погоди рівень природного освітлення може різко змінюватися за дуже короткий проміжок часу і в досить широких межах.

Яскравість світильників загального освітлення в зоні кутів випромінювання від 50 до 90 градусів з вертикаллю в подовжній і поперечній площинах повинна складати не більше 200 кд/м^2 , захисний кут світильників повинен бути не менше 40 градусів.

Як джерела світла при штучному освітленні слід застосовувати переважно люмінесцентні лампи типу ЛБ і компактні люмінесцентні лампи. При влаштуванні відбитого освітлення у виробничих та адміністративно-громадських приміщеннях допускається застосування ламп розжарювання, в тому числі галогенні.

Недостатнє освітлення призводить до сильного напруження очей, швидкої стомлюваності, короткозорості, зниження якості роботи. Яскраве освітлення дратує сітківку ока, засліплює, очі швидко втомлюються, росте виробничий травматизм.

3.3 Розрахунок штучного освітлення

Для розрахунку штучного освітлення використовується наступна методика.

1. Для приміщення виробничого цеху рекомендована освітленість $E_n = 200 \text{ лк}$. Забезпечення рівномірного розподілу освітленості досягається в тому випадку, якщо відношення відстані між центрами світильників L до висоти їх підвісу над робочою поверхнею H_p складе для світильників типу ЛД 1,4. Таким чином, $L/H_p = 1,4$.

2. Визначається приблизна кількість світильників в приміщенні за співвідношенням:

$$N = (A \cdot B) / L^2$$

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

де А і В – два характерних розміру приміщення, м.

Для даного приміщення $A * B = 15 * 20$;

L – відстані між центрами світильників, м

Приймаємо $L = 2$ м

$H_p = H - 0,8$

$H_p = 8 - 0,8 = 7,2$ м

Тоді $N = (15 * 20) / 4 = 75$ шт.

3. Визначається показник приміщення:

$$i = A * B / H_p * (A + B)$$

$$i = 15 * 20 / 7,2 * (15 + 20) = 1,2$$

4. За значенням показника приміщення для коефіцієнтів відбиття стін $\rho_c = 30\%$ і стелі $\rho_n = 50\%$ визначається коефіцієнт використання світлового потоку ламп, який залежить від ККД і кривої розподілу сили світла світильника, висоти підвісу світильників і показника приміщення.

Світловий потік групи ламп світильників при люмінесцентних лампах розраховують за формулою:

$$\Phi_{\text{л}} = 100 * E_n * S * z * k / (N * \eta)$$

де E_n – нормована мінімальна освітленість, лк;

S – площа освітлюваного приміщення, м^2 ;

z – коефіцієнт мінімальної освітленості, рівний відношенню $E_{\text{ср}} / E_{\text{min}}$, значення якого для ламп люмінесцентних дорівнює 1,1;

k – коефіцієнт запасу, $k = 1,5$;

N – число світильників в приміщенні;

η – коефіцієнт використання світлового потоку ламп, який залежить від ККД і кривої розподілу сили світла світильника, коефіцієнтів відбиття стін і стелі, висоти підвісу світильників і показника приміщення, $\eta = 31$.

$$\Phi_{\text{л}} = 100 * 200 * 15 * 20 * 1,1 * 1,5 / (75 * 31) = 4258 \text{ лм}$$

Порахувавши світловий потік лампи по табл. підбираю найближчу стандартну лампу і визначаю електричну потужність системи. У практиці допускається відхилення потоку обраної лампи на 10-20%, в іншому випадку вибирається інша система розташування світильників або збільшують кількість світильників. Найближча стандартна лампа – ЛД80, світловий потік якої дорівнює 4070 лм, а потужність однієї лампи становить 80 Вт.

Розраховуємо потужність освітлення системи:

$$P = P_{\text{л}} * N * n$$

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

де РЛ – потужність обраної лампи, Вт;
N – кількість світильників, шт.;
n – кількість ламп в світильнику, шт.

$$P = 80 * 75 * 1 = 6 \text{ кВт}$$

3.4 Вентиляція

Вентиляція і кондиціонування повітря на підприємствах створюють повітряне середовище, яке відповідає нормам гігієни праці. За допомогою вентиляції можна регулювати температуру, вологість і чистоту повітря в приміщеннях. Кондиціонування повітря створює оптимальний штучний клімат.

Сонячні промені, система штучного освітлення – джерела додаткового надходження тепла в приміщення. При розпакуванні, упаковці товару, при роботі обладнання і багатьох інших роботах утворюється пил. Постійне перебування значної кількості працюючих на підприємствах вимагає більш інтенсивного повітрообміну. Недостатній повітрообмін в приміщеннях підприємств послаблює увагу і працездатність робітників, викликає нервову дратівливість, і як результат - знижує продуктивність і якість праці.

Розрізняють природну і штучну вентиляцію. Природна вентиляція забезпечує повітрообмін в приміщеннях в результаті дії вітрового і теплового напорів, одержуваних внаслідок рівної щільності повітря зовні і всередині приміщень. При природній вентиляції циркуляція повітря відбувається через вентиляційні канали, розташовані в стінах, ліхтарі і спеціальні повітропроводи.

Штучна вентиляція (механічна) досягається за рахунок роботи вентиляторів або ежекторів. Вона може бути припливною, витяжною і припливно-витяжною.

При припливній вентиляції подача повітря здійснюється вентиляційним агрегатом, а видалення повітря – через ліхтарі або дефлектори. Вона застосовується, як правило, в приміщеннях, що мають надлишок тепла і малу концентрацію шкідливих речовин.

Витяжна вентиляція передбачає відкачування повітря з приміщень за допомогою вентиляційного агрегату. Ця система використовується при вентиляції приміщень, що мають в повітрі велику концентрацію шкідливих речовин, а також вологи і тепла.

Припливно-витяжна система вентиляції здійснюється за допомогою окремих вентиляційних систем, які повинні забезпечити однакову кількість поданого і видаляемого з приміщень повітря. В приміщеннях, в яких постійно виділяються шкідливі речовини, витяжна вентиляція повинна перевищувати припливну приблизно на 20%. У цих випадках витяжка проводиться з місць скупчення шкідливих речовин, а подача чистого повітря на робочі місця.

За призначенням розрізняють загальну і місцеву вентиляцію. Загальна вентиляція забезпечує обмін повітря для всього приміщення, а місцева - для окремих робочих місць.

В окремих виробничих приміщеннях, в яких існує небезпека прориву великої кількості шкідливих речовин за короткий час, влаштовують додаткову

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

аварійну вентиляцію. Для аварійної вентиляції використовують осьові вентилятори. Їх встановлюють у спеціальних нішах. В даний час встановлюють аварійну вентиляцію з автоматичним включенням з одночасною подачею звукового сигналу.

Для забезпечення необхідних умов праці важливе значення має визначення кратності повітрообміну, потужності вентиляційних систем.

Повітрообміном прийнято називати кількість повітря, яке необхідно подавати в приміщення і видаляти з нього, в кубічних метрах на годину. Обмін повітря має важливе значення для регулювання температури повітря в робочих приміщеннях.

3.5 Визначення необхідної кількості повітря в виробничих приміщеннях

Відповідно до санітарних норм усі виробничі приміщення вентилуються. Необхідна кількість повітря при цьому може бути визначена різними методами в залежності від призначення приміщення і виду шкідливих виділень.

У даній роботі виберемо метод визначення кількості повітря по кратності повітрообміну. На підприємстві є виробничі приміщення з різними видами забруднень, які виділяються.

Кількість повітря в виробничих приміщеннях визначимо за формулою:

$$L=k*V$$

де k – кратність повітрообміну, 1/ч.;

V – внутрішній об'єм в приміщенні, m^3 .

Виробничі приміщення за розмірами практично однакові, тому кратність повітрообміну в кожному приміщенні буде приблизно рівною:

$$V=S*h=15*20*8=2400\ m^3$$

$$L=2*2400=4800\ m^3/ч$$

Для даних приміщень $k = 2$, тому що $V = 2400\ m^3$.

3.6 Виробничий шум і вібрація

Шум і вібрації, що перевищують межі гучності і частоти звукових коливань, являють собою професійну шкідливість. Шум – це поєднання звуків різної інтенсивності і частоти. Це призводить до підвищення кров'яного тиску, до розладу роботи шлунково-кишкового тракту, а тривала його дія в ряді випадків призводить до часткової або повної втрати слуху. Шум впливає на продуктивність праці робітників, послаблює увагу, викликає туговухість та глухоту, дратує нервову систему, в результаті чого знижується сприйнятливність до сигналів небезпеки, що може призвести до нещасного випадку.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За фізичною сутністю шум являє собою хвилеподібно розповсюджуваний коливальний рух частинок пружного (газовий, рідкий або твердий) середовища. Шуми слід поділяти за характером спектра на широкосмугові, з переривчастим спектром шириною більше однієї октави, і тональні, в спектрі яких є чутні дискретні тони.

Зменшення шуму можна досягти за рахунок раціонального планування будівель, відповідно до якої найбільш галасливі приміщення повинні бути сконцентровані в глибині території в одному місці. Вони повинні бути віддалені від приміщень для розумової праці та огорожені зоною зелених насаджень, частково поглинаючих шум. Агрегати з найбільш інтенсивним шумом (вище 130 дБ) слід розміщувати поза територією підприємств житлової зони. Агрегати, що створюють шум більше 90 дБ, повинні розміщуватися в ізольованих приміщеннях.

Крім заходів технологічного і технічного характеру, широко застосовуються засоби індивідуального захисту - антифони, виконані у вигляді навушників або вкладишів. Негативна дія шумів може бути знижена шляхом скорочення часу їх впливу, побудови раціонального режиму праці та відпочинку, що передбачає короточасні перерви протягом робочого дня.

Під вібрацією розуміється рух точки або механічної системи, при якому відбувається почергове зростання і убування в часу значень, принаймні, однієї координати.

Основними параметрами вібрації, яка відбувається за синусоїдальним законом, є: частота, амплітуда зсуву, швидкість, прискорення, період коливання. У виробничих умовах майже не зустрічаються вібрації у вигляді простих гармонійних коливань. При роботі машин і устаткування виникає зазвичай складний коливальний рух, який є аперіодичним або квазіперіодичним, який має імпульсний характер.

Вібрація вимірюється віброметрами. Найбільш поширеним є ручний вібрографа ВР-1, що вимірює вібрації неелектричним методом. За допомогою цього вібрографа вимірюються коливання з амплітудою від 0.5 до 5 мм і з частотою від 5 до 100 Гц.

При нормуванні шуму використовують два методи нормування, по певному спектру шуму; за рівнем звуку в дБ. Перший метод є основним для постійних шумів і дозволяє нормувати рівні звукового тиску в восьми октавних смугах частот з середньо - геометричними частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 і 8000 Гц. Шум на робочих місцях не повинен перевищувати допустимих рівнів, значення яких наведені в нормах.

Аналіз наслідків впливу вібрацій, що зустрічаються на підприємствах, свідчить що це негативно впливає на фізіологічні функції організму працюючих. Тривало і інтенсивно впливаючи на людину, вона призводить до порушення діяльності нервової системи, запаморочень і головного болю, зоровим розладам, онімінню, захворюванню суглобів, зниження чутливості і інших патологічних змін. Ці зміни можуть прогресувати і призвести також до вібраційної хвороби і до повної втрати працездатності. Амплітуда і частота вібрації робить істотний вплив на тяжкість захворювання.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Санітарними нормами встановлені гранично допустимі величини вібрації у виробничих приміщеннях підприємств.

3.7 Електробезпека

Електричні установки, до яких відноситься практично все обладнання підприємства, представляють для людини велику потенційну небезпеку, тому що в процесі експлуатації або проведенні профілактичних робіт людина може торкнутися частин, що знаходяться під напругою. Специфічна небезпека електроустановок: струмоведучі провідники, корпуси стійок устаткування, які під напругою в результаті пошкодження ізоляції, не подають будь-яких сигналів, які попереджають людину про небезпеку. Реакція людини на електричний струм виникає лише при протіканні останнього через тіло людини. Виключно важливе значення для запобігання електротравматизму має правильна організація обслуговування діючих електроустановок, проведення ремонтних, монтажних і профілактичних робіт.

Порушення правил електробезпеки при використанні технологічного обладнання, електроустановок та безпосереднього зіткнення з струмоведучими частинами установок, що знаходяться під напругою, створює небезпеку ураження електричним струмом.

Для забезпечення безпечних умов праці при експлуатації електроустановок необхідно знати дію електричного струму на організм людини, міри захисту від поразки струмом, надання допомоги людині, яка потерпіла від впливу електричного струму. Проходження електричного струму через організм людини надає термічну, електростатичну і біологічну дії. Термічна дія струму проявляється в опіках окремих ділянок тіла, нагріванні крові, кровоносних судин, електростатична - в розкладанні крові, біологічна - в роздратуванні живих тканин організму, що може привести до припинення діяльності органів кровообігу і дихання.

Результат дії електричного струму на організм людини залежить від величини струму, його напруги, частоти, тривалості впливу, шляху струму і загального стану людини. За даними багатьох досліджень встановлено, що струм силою більше 0,05 А може смертельно травмувати людину протягом 0,1 с. Найбільше число поразок від електричного струму (близько 85%) припадає на установки напругою до 1000 В. Безпечною для людини в сирих приміщеннях прийнято вважати напругу до 12 В, в сухих приміщеннях - до 36 В, так як при випадковому зіткненні величина струму, що проходить через організм не перевищує 0,01 А. Для людського організму небезпечні як змінний, так і постійний струм. Найбільш небезпечний змінний струм, який має частоту 50 Гц; частота 400 Гц менш небезпечна.

В якості заземлюючих провідників доцільно використовувати металеві конструкції будівель, металеві трубопроводи водопроводу, які мають з'єднання з землею.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.8 Небезпечні та шкідливі виробничі чинники

Виробнича діяльність в більшій чи меншій мірі небезпечна для здоров'я працівників. Послабити вплив шкідливих і небезпечних виробничих факторів - одна з основних задач роботодавців.

У процесі трудової діяльності на людину можуть впливати шкідливі виробничі фактори (виробничі фактори, вплив яких на працюючого, в певних умовах, призводять до захворювання або зниження працездатності), небезпечні виробничі фактори (виробничі фактори, вплив яких на працюючого, в певних умовах, призводять до травми або іншого раптового погіршення здоров'я).

Шкідливий виробничий фактор, в залежності від інтенсивності і тривалості впливу, може стати небезпечним.

ГДК (гранично-допустима концентрація) – встановлений безпечний рівень речовини в повітрі робочої зони (можливо в ґрунті, воді, снігу) дотримання якого дозволяє зберегти здоров'я працівника протягом робочої зміни, нормального виробничого стажу і по виходу на пенсію.

ГДУ (гранично-допустимий рівень) - характеристика, що застосовується до фізично небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Сенс відбитий в понятті ГДК.

Шкідливі умови праці – це умови праці, що характеризуються наявністю шкідливих виробничих факторів, що перевищують гігієнічні нормативи і роблять несприятливий вплив на організм працюючого та (або) його потомство.

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори поділяються на:

- 1) фізичні – електричний струм, підвищений шум, підвищена вібрація, знижена (підвищена) температура тощо;
- 2) хімічні – шкідливі для людини речовини, що підрозділяються за характером впливу (токсичні, дратівливі, канцерогенні, мутагенні і ін.) і шляхи проникнення в організм людини (органи дихання, шкіряні покриви і слизові оболонки, шлунково-кишковий тракт);
- 3) біологічні – патогенні мікроорганізми і продукти їх життєдіяльності;
- 4) психофізіологічні – фізичні та емоційні перевантаження, розумове перенапруження, монотонність праці тощо.

Вплив небезпечних і шкідливих виробничих факторів на людину можна послабити або виключити нормальною організацією робочих місць, вдосконаленням технологічних процесів, застосуванням колективних і (або) індивідуальних засобів захисту та ін.

3.9 Пожежна безпека

Пожежна безпека підприємства забезпечується системами запобігання пожежі і протипожежного захисту, в тому числі організаційно-технічними заходами. У проектованій установці загоряння може відбутися з кількох причин:

- несправність електричної проводки, а також електричних проводів;
- коротке замикання електричної мережі.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Щоб уникнути ризику пожежі обладнання, щомісяця проводяться перевірки на цілісність ізоляційного покриття проводів, проводяться перевірки дії аварійних виходів для евакуації при пожежі. Для боротьби з пожежею в приміщенні повинні бути в наявності вогнегасники (пінний ручний вогнегасник), протипожежний стенд і встановлено пожежну сигналізацію.

Вогнегасники за видом використовуваних засобів гасіння підрозділяються на три групи: пінні, газові, порошкові. З вогнегасника вогнегасна речовина може подаватися під тиском газів, що утворюються в результаті хімічної реакції (хімічні пінні); під тиском газів або заряду, що знаходяться над вогнегасною речовиною (вуглекислотні, аерозольні, повітряно-пінні); під тиском робочого газу, що знаходиться в окремому балоні (повітряно-пінні); вільним закінченням вогнегасної речовини (порошкові, типу ОП-1).

Пінні вогнегасники за конструкцією поділяються на хімічні, повітряно-пінні і рідинні для подачі повітряно-механічної піни. Хімічні пінні вогнегасники (ОХП-Ю, ОП-14, ОП-9ММ) застосовують для гасіння пожеж твердих горючих матеріалів, легкозаймистих і горючих рідин. Повітряно-пінні вогнегасники (ОВП-5 і ОВП-Ю) застосовують для гасіння загорянь різних речовин і матеріалів за винятком лужних металів і речовин, горіння яких відбувається без доступу, а також електроустановок що знаходяться під напругою. Газові вогнегасники поділяються на вуглекислотні (діоксид вуглецю у вигляді газу або снігу), аерозольні і вуглекислотно-брометілові.

Вуглекислотні вогнегасники (ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8) застосовуються для гасіння загорянь в приміщеннях з електрообладнанням, а також там, де вода може викликати псування майна. Для гасіння загорянь легкозаймистих рідин, твердих речовин електроустановок, що знаходяться під напругою і інших матеріалів застосовують аерозольні (ОА-1, ОА-3) і вуглекислотно-брометілові (ОУБ-3, ОУБ-7) вогнегасники.

Порошкові вогнегасники (ОП-1, ОПС-6 і ОПВ-Ю) використовують для гасіння загорянь легкозаймистих і горючих рідин, електроустановок, що знаходяться під напругою.

Автоматичні сповіщувачі, тобто датчики, що сигналізують про пожежу, підрозділяються на: теплові, димові, світлові і комбіновані.

Теплові сповіщувачі спрацьовують при підвищенні температури до заданої межі. Їх рекомендується встановлювати в закритих приміщеннях.

Димові сповіщувачі застосовують в тому випадку, коли при горінні речовин, що знаходяться в виробництві, виділяється велика кількість диму і продуктів згоряння. Світлові сповіщувачі застосовують в тому випадку, коли при горінні з'являється видиме полум'я.

Комбіновані сповіщувачі застосовують в установках підвищеної надійності, коли одночасно проявляється кілька факторів.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

ВИСНОВКИ

Бакалаврська робота присвячена модернізації морозильного апарату за допомогою газоподібного діоксиду вуглецю. Було проведено аналіз літературних джерел з теми дослідження, проаналізовано апарати із застосуванням діоксиду вуглецю для заморожування харчових продуктів.

Проведена модернізація швидкоморозильного апарату для заморожування риби за допомогою газоподібного діоксиду вуглецю. Проведено дослідження щодо заморожування риби в швидкоморозильному апараті при температурах в камері – 30 °С, – 50 °С і – 70 °С.

Виявлено, що при заморожуванні риби в апараті на поверхні гвинтового шнека, знижується температурний напір за рахунок поверхні шнека на 3 °С.

Встановлено, що при $t = 30^{\circ}\text{C}$ час заморожування риби в апараті становить 240 хвилин, при $t = 50^{\circ}\text{C}$ час становить 160 хвилин, а при $t = 70^{\circ}\text{C}$ знижується до 120 хвилин, при цьому витрата діоксиду вуглецю відповідно становить 3,24 кг, 2,31 кг, 1,8 кг.

Отримано значення щільності теплового потоку тепловіддачі при заморожуванні риби з різними температурами в апараті. Проведено аналіз математичних моделей для розрахунку тривалості заморожування риби.

Розглянуто номограму, яка складається з кількох основних осей: на осі ординат показані температури повітря всередині апарату, на протилежній стороні зображена вісь, на якій показана масова витрата CO_2 при заморожуванні риби. По осі абсцис розташовані значення тривалості заморожування до середньо об'ємної температури тушки риби мінус 18 °С. В поле номограми розташовані ізотерми заморожування риби, верхнього і нижнього шарів тушки.

Технологія роботи з номограми полягає в наступному: задаємо температуру в апараті, ведемо пряму лінію паралельно осі абсцис до перетину з лінією, яка показує ізотерми заморожування нижньої порожнини риби. Проводимо перпендикуляр на вісь абсцис і отримуємо період заморожування риби, а на осі в правій частині номограми, бачимо витрата CO_2 .

Як приклад, беремо температуру в швидкоморозильному апараті мінус 7 °С, будуємо пряму лінію паралельно осі абсцис до перетину з лінією, яка показує ізотерми, по осі абсцис бачимо тривалість заморожування риби, яка дорівнює 120 хвилинам, а витрата CO_2 становить близько 1,8.

У розділі «Охорона праці» розглянуто вимоги до виробничої санітарії та гігієни праці, освітлення, здійснено розрахунок штучного освітлення, приділено увагу вентиляції у приміщення, визначенню необхідної кількості повітря в виробничих приміщеннях, електробезпеці, небезпечним та шкідливим виробничим чинникам, пожежній безпеці.

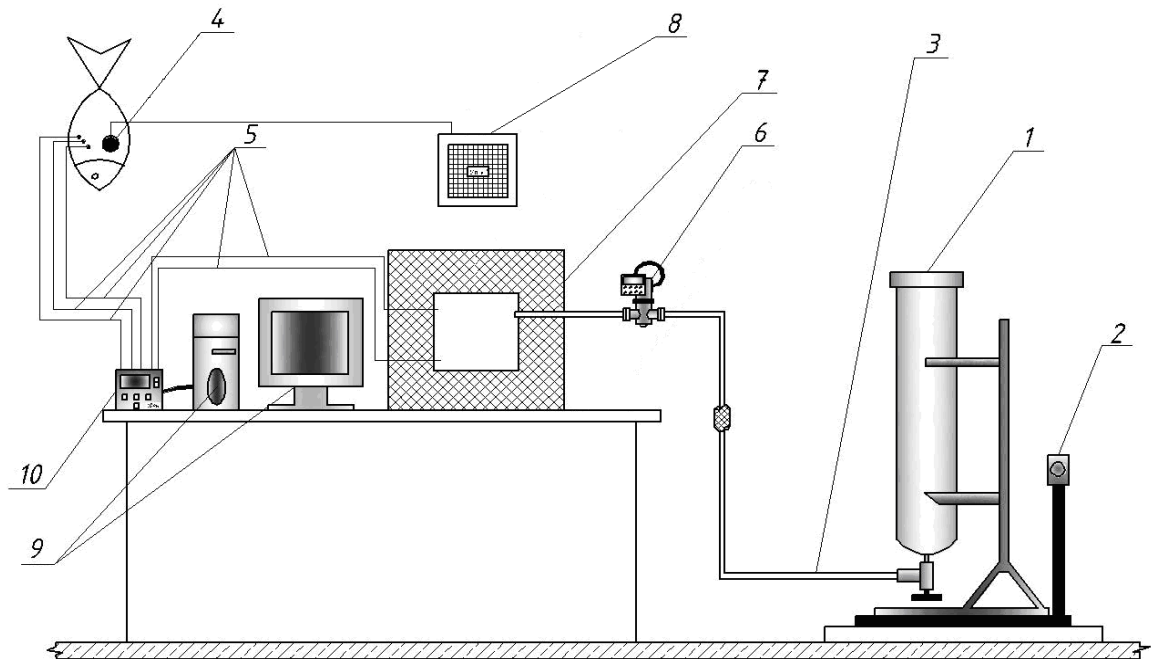
					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Малінічев				Модернізація морозильного апарату за допомогою газоподібного діоксиду вуглецю	Літ.	Арк.
Перевір.	Цвіркун						1
						ДонНУЕТ	
Н. Контр.	Омельченко					Кафедра ЗІДО	
Затверд.	Омельченко						
						Аркушів	52

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Акулов Л.А., Борозенко Е.И., Соловьев В.А. Скороморозильные туннельные аппараты с криогенным охлаждением // Производство и реализация мороженого и быстрозамороженных продуктов. 2000. 120 с.
2. Скороморозильные аппараты, охлаждаемые сжиженной двуокисью углерода / Ю.Д. Лушакова // Холодильная техника 1963. Вып. 9. 2012, 64 с.
3. Динамика замораживания тушек рыбы как тел сложной формы / С.В.Фролов, А.И. Ишевский, В.Л. Кипнис // Вестник МАХ. 1999. Вып. 4.
4. Моделирование и метод расчета процесса замораживания влажных объектов / И.А. Рогов, Б.П. Камовников, Б.С. Бабакин // Хранение и Переработка Сельхозсырья. 2000. Вып.6.
5. Сопоставление методов расчета быстрого замораживания рыбопродуктов/ А.И. Лунин, М.А. Ромашов // Холодильная техника 2010. Вып.8.
6. Моделирование процесса замораживания с сопряженным тепло- и массообменом / Н.А. Лавров // Вестник МАХ. 2001. Вып.2.
7. Консервирование пищевых продуктов холодом (теплофизические основы) / И.А. Рогов, В.Е. Куцакова, В.И. Филипов, С.В. Фролов. М.: Колос, 1999. 145 с.
8. Головкин Н.А. Холодильная технология пищевых продуктов. М.: Легкая и пищевая промышленность. 1986. 185 с.
9. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. М.: Энергоиздат. 1981. 2002 с.
10. Лыков А.В. Теория теплопроводности. М.: Высшая школа, 1967.
11. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. М.: Энергия, 1973. 145 с.
12. Шишов В.В., Лавров Н.А. Математическое моделирование процесса замораживания пищевых продуктов // Вестник МГТУ. Машиностроение. 1993. 230 с.
13. Lavrov N.A., Shishov V.V. Freezing processes with phase transition modeling // International symposium heat and mass transfer enhancement in power machinery. Abstract of papers. Part 2. Moscow, Russia. May 25-30, 1995.
14. Уитон Ф.У., Лосон Т.Б. Производство продуктов питания из океанских ресурсов. М.: Агрохимиздат, 1989. 220 с.
15. Чижов Г.Б. Теплофизические процессы в холодильной технологии пищевых продуктов. М.: Пищевая промышленность, 1979. 160 с.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Додаток А **Схема швидкоморозильного апарату для заморожування риби**

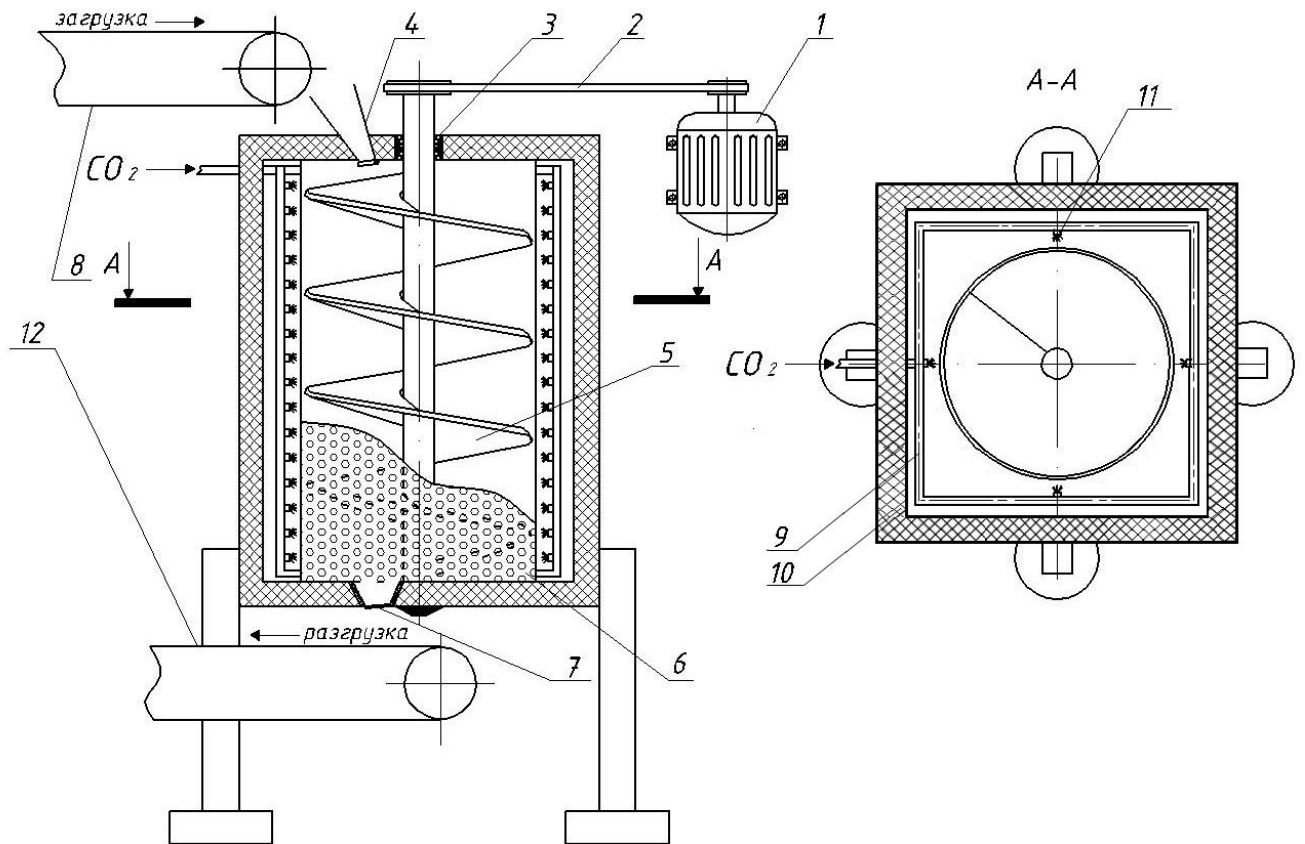


1 – вуглекислотний балон; 2 – ваги; 3 – мідний трубопровід; 4 – зонд теплового потоку; 5 – хромель-копелеві термопари; 6 – регулюючий вентиль; 7 – теплоізольована камера; 8 – вимірювач щільності теплового потоку ПП-2; 9 – персональний комп'ютер; 10 – контролер температури ТРМ-138.1 – внутрішня камера; 2 – кришка холодильної скрині; 3 – конденсатор; 4 – випарник; 5 – ізоляційний шар; 6 – компресор; 7 – колісна опора; 8 – корпус; 9 – тунель з металевими плитами; 10 – тунель з металевими ґратами.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Малінічев				Додаток А Схема швидкоморозильного апарату для заморожування риби	Літ.	Арк.
Перевір.	Цвіркун						Аркуші
							1 52
Н. Контр.	Омельченко					ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО	
Затверд.	Омельченко						

Додаток Б

Схема швидкоморозильного апарату для заморожування риби з подачею газоподібного CO₂



1 – електродвигун; 2 – ланцюг; 3 – сальник; 4 – вікно для завантаження риби; 5 – шнек; 6 – металевий перфорований кожух; 7 – вікно для розвантаження риби; 8 – конвеєр завантажувальний; 9 – трубопровід; 10 – теплоізований корпус; 11 – форсунки; 12 – конвеєр розвантажувальний.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Малінічев				Додаток Б Схема швидкоморозильного апарату для заморожування риби з подачею газоподібного CO ₂	Літ.	Арк.
Перевір.	Цвіркун						1
							52
Н. Контр.	Омельченко					ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО	
Затверд.	Омельченко						

Додаток В

Таблиця 1 – Щільність теплового потоку при заморожуванні коропа газоподібним CO₂ з температурою в камері – 30 °С

Час, хв.	Тепловий потік на зовнішній поверхні риби, Вт/м ²
0	0
1	930
10	540
20	340
30	233
40	225
50	212
60	206
70	186
80	177
90	161
100	147
110	135
120	119
130	103
140	95
150	85
160	80
170	78
180	76
190	73
200	66
210	61
220	57
230	54
240	51

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ								
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Розроб.		Малінічев			Додаток В Щільність теплового потоку при заморожуванні коропа газоподібним CO ₂ з температурою в камері – 30 °С				Лім.	Арк.	Аркушіє		
Перевір.		Цвіркун									1	52	
									ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО				
Н. Контр.		Омельченко											
Затверд.		Омельченко											

Додаток Г

Таблиця 2 – Температура в порожнині риби з температурою в камері – 30 °С

Час, хв.	Температура в камері, °С	Температура в порожнині риби, °С
0	0	20
1	-20	19
5	-30	13
10	-30	7,5
20	-30	1,6
30	-30	0,43
40	-30	0,36
50	-30	0,31
60	-30	0,24
70	-30	0,12
80	-30	0,1
90	-30	0,03
100	-30	-0,7
110	-30	-5,5
120	-30	-9
130	-30	-10
140	-30	-11
150	-30	-12
160	-30	-13
170	-30	-14
180	-30	-14,5
190	-30	-15
200	-30	-16
210	-30	-17
220	-30	-18
230	-30	-20
240	-30	-21

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Додаток Г Температура в порожнині риби з температурою в камері – 30 °С			Літ.	Арк.	Аркушів	
Розроб.	Малінічев									1	52
Перевір.	Цвіркун										
Н. Контр.	Омельченко										
Затверд.	Омельченко				ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО						

Додаток Д

Таблиця 3 – Щільність теплового потоку при заморожуванні риби газоподібним CO₂ з температурою в камері – 50 °С

Час, хв.	Тепловий потік на зовнішній поверхні риби, Вт/м ²
0	0
5	1569
10	1000
15	533
20	438
25	410
30	400
35	397
40	394
45	396
50	386
55	380
60	375
80	361
90	357
100	355
110	354
120	350
130	332
140	315
150	291
160	255

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Додаток Д Щільність теплового потоку при заморожуванні риби газоподібним CO ₂ з температурою в камері – 50 °С		
Розроб.	Малінічев						
Перевір.	Цвіркун						
Н. Контр.	Омельченко						
Затверд.	Омельченко						
					Літ.	Арк.	Аркушів
						1	52
					ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		

Додаток Е

Таблиця 4 – Температура в порожнині риби з температурою в камері – 50 °С

Час, хв.	Температура в камері, °С	Температура в порожнині риби, °С
0	-40	20
3	-50	18
5	-50	15
10	-50	6
20	-50	3
30	-50	2
40	-50	1
50	-50	0
60	-50	-1
70	-50	-3
80	-50	-5
90	-50	-10
100	-50	-15
110	-50	-19
120	-50	-23
130	-50	-27
140	-50	-29
150	-50	-31
160	-50	-34

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ									
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата										
Розроб.		Малінічев			Додаток Е Температура в порожнині риби з температурою в камері – 50 °С				Літ.		Арк.		Аркушів	
Перевір.		Цвіркун									1		52	
									ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО					
Н. Контр.		Омельченко												
Затверд.		Омельченко												

Додаток Є

Таблиця 5 – Щільність теплового потоку при заморожуванні риби газоподібним CO₂ з температурою в камері – 70 °С

Час, хв.	Тепловий потік на зовнішній поверхні риби, Вт/м ²
0	0
3	1900
5	970
10	603
15	509
20	480
25	470
30	460
35	432
40	423
45	420
50	420
55	417
60	410
65	404
70	400
75	392
80	384
85	373
90	369
95	354
100	349
105	341
110	331
115	320
120	315

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Додаток Є Щільність теплового потоку при заморожуванні риби газоподібним CO ₂ з температурою в камері – 70 °С	Літ.	Арк.	Аркушіє
Розроб.		Малінічев						
Перевір.		Цвіркун					1	52
						ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		
Н. Контр.		Омельченко						
Затверд.		Омельченко						

Додаток Ж

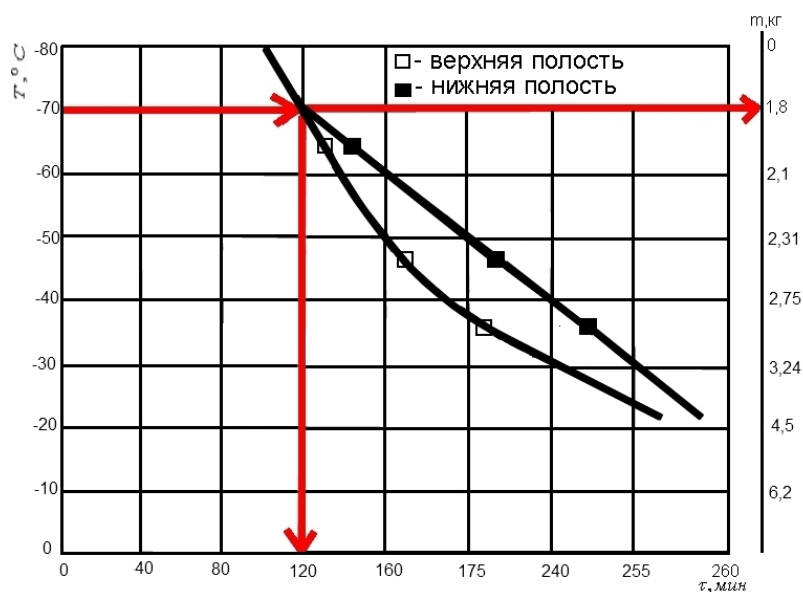
Таблиця 6 – Температура в порожнині риби з температурою в камері – 70 °С

Час, хв.	Температура в камері, °С	Температура в порожнині риби, °С
0	0	24,2
1	-55	20,1
5	-70	15
10	-70	10
15	-70	6
20	-70	0
25	-70	-1,2
30	-70	-1,7
35	-70	-2
40	-70	-2,2
45	-70	-2,9
50	-70	-3,3
55	-70	-3,6
60	-70	-4
65	-70	-4,3
70	-70	-5,1
75	-70	-10
80	-70	-11
85	-70	-15
90	-70	-20
95	-70	-23
100	-70	-26
105	-70	-27
110	-70	-30
115	-70	-31
120	-70	-33

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Додаток Ж Температура в порожнині риби з температурою в камері – 70 °С		
Розроб.	Малінічев						
Перевір.	Цвіркун				Літ. Арк. Аркуші 1 52		
Н. Контр.	Омельченко				ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		
Затверд.	Омельченко						

Додаток 3

Номограма для визначення часу заморожування риби і витрати CO_2 при різних температурах в апараті



					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18с.2021.ПЗ								
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Розроб.		Малінічев			Додаток 3 Номограма для визначення часу заморожування риби і витрати CO ₂ при різних температурах в апараті				Лім.	Арк.	Аркушів		
Перевір.		Цвіркун									1	52	
									ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО				
Н. Контр.		Омельченко											
Затверд.		Омельченко											