

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут Навчально-науковий інженерно-технічний інститут
ім. акад. І.С.Гулого НУХТ

Кафедра Машин і апаратів харчових і фармацевтичних виробництв

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)

Сергій БЛАЖЕНКО
(ім'я та прізвище)

«12» лютого 2024р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

Олександр ГАВВА
(ім'я та прізвище)

«12» лютого 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв

на тему: Модернізація швидкоморозильного апарату для виготовлення морозива продуктивністю 430 кг/год.

Виконав: здобувач III курсу, групи 5-МАЗ

Віталій ПОНОМАРЕНКО
(ім'я та прізвище) (підпис)

Керівник Тетяна ВАРАКІНА
(ім'я та прізвище) (підпис)

Консультант Сергій ЯСТРЕБА
(ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С. Гулого НУХТ

Кафедра Машин і апаратів харчових і фармацевтичних виробництв

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність Галузеве машинобудування
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри проф. Олександр ГАВВА

“24” жовтня 2023 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Пономаренка Віталія Павловича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація швидкоморозильного апарату для виготовлення морозива продуктивністю 430 кг/год.

керівник роботи Варакіна Тетяна Павлівна, ст. викладач

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “24” жовтня 2023 року № 863-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 02 лютого 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи 1. Технічний паспорт обладнання. 2. Альбом галузевого обладнання. 3. Навчальна та спеціальна література. 4. Матеріали по проходженню переддипломної практики

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Анотація. Вступ. 1. Порівняльний аналіз існуючих конструкцій. 2. Техніко – економічне, соціальне обґрунтування роботи. 3. Технологічна частина. 4. Будова обладнання. 5. Розрахункова частина. 6. Монтаж, експлуатація та ремонт обладнання. 7. Технологія машинобудування. 8. Система управління. 9. Охорона праці. 10. Цивільний захист. 11. Охорона довкілля. Висновки. Список використаної літератури. Специфікація.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Швидкоморозильний апарат-А1,

Конвеєр швидкоморозильного апарату -А1

Кінематична схема апарату А1

Привідний вал конвеєра –А2, Підвіска конвеєра-А2

Машинобудування А1

Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
<i>Машинобудування</i>	<i>доц. Сергій ЯСТРЕБА</i>		

7. Дата видачі завдання _____ 27 жовтня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів виконання проєкту (роботи)	Термін виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	<i>Вступ</i>	<i>01.11.23 р.</i>	
2	<i>Техніко-економічне, соціальне обґрунтування</i>	<i>05.11.23 р.</i>	
3	<i>Порівняльний аналіз існуючого обладнання. Опис модернізації запропонованого обладнання</i>	<i>15.11.23 р.</i>	
4	<i>Технологічна частина</i>	<i>20.11.23 р.</i>	
5	<i>Розрахункова частина</i>	<i>20.12.23 р.</i>	
6	<i>Технологія машинобудування</i>	<i>30.12.23 р.</i>	
7	<i>Монтаж, експлуатація, технічне обслуговування та ремонт машини</i>	<i>09.01.24 р.</i>	
8	<i>Система управління</i>	<i>15.01.24 р.</i>	
9	<i>Охорона праці</i>	<i>19.01.24 р.</i>	
10	<i>Охорона довкілля</i>	<i>23.01.24 р.</i>	
11	<i>Висновки. Анотація. Список використаної літератури. Специфікації</i>	<i>30.01.24 р.</i>	
12	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>01.02.24 р.</i>	

Здобувач _____ Віталій ПОНОМАРЕНКО
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи) _____ Тетяна БАРАКІНА
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота виконана на тему: "Модернізація швидкоморозильного апарату для виготовлення морозива продуктивністю 430 кг/год. У ній передбачена модернізація апарату.

Суть модернізації полягає в тому, щоб швидкоморозильний апарат, який входить до складу лінії виробництва морозива в стаканчиках, модернізувати та переробити діючу лінію на універсальну лінію. Модернізація надає можливість здійснювати операцію загартування розфасованого морозива таких видів як «сендвіч», «ріжок» та брикет за рахунок зміни конструкції підвісок.

В роботі виконаний порівняльний аналіз технічних рішень, описано будову та принцип роботи обладнання, виконано розрахунки на міцність вала конвеєра, кінематичний розрахунок конвеєра, висвітлено основні вимоги з питань охорони праці та цивільного захисту.

Графічна частина розкриває будову швидкоморозильного апарату, показує деталі та вузли, взаємне їх розміщення.

ANNOTATION

The qualification work was carried out on the topic: "Modernization of a quick-freezing device for the production of ice cream with a capacity of 430 kg/h. It provides for the modernization of the device.

The essence of the modernization is that the quick-freezer, which is part of the ice cream production line in cups, modernizes and transforms the existing line into a universal line. Modernization provides an opportunity to perform the operation of hardening prepackaged ice cream of such types as "sandwich", "corn" and briquette due to changing the design of suspensions.

In the work, a comparative analysis of technical solutions was performed, the structure and principle of operation of the equipment were described, calculations were performed on the strength of the conveyor shaft, kinematic calculation of the conveyor, and the main requirements for labor protection and civil protection were highlighted.

The graphic part reveals the structure of the quick-freezing device, shows details and nodes, their mutual placement.

ЗМІСТ

	Стор.
Анотація.....	4
Зміст.....	6
Вступ.....	7
1. Техніко-економічне, соціальне обґрунтування.....	8
2. Порівняльний аналіз існуючого обладнання.....	10
3. Технологічна частина.....	15
4. Будова та принцип роботи швидкоморозильного апарату.....	18
5. Розрахункова частина.....	21
5.1. Розрахунок конвеєра.....	21.
5.2. Кінематичний розрахунок приводного механізму	24
5.3. Перевірочний розрахунок привідного вала конвеєра.....	29
5.4. Перевірочний розрахунок вала на витривалість.....	32.
6. Технологія машинобудування.....	34
7. Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту апарату.....	43
8. Система управління.....	53
9. Охорона праці та техніка безпеки	56.
10. Охорона довкілля.....	63.
11. Цивільний захист.....	68
Висновки.....	75
Список використаних джерел.....	76
Специфікація.....	78

ВСТУП

Особливостями розвитку молочної промисловості в наш час являється безперервне збільшення та спеціалізація виробництва, раціональне розміщення підприємств на території країни, впровадження потужного обладнання, безперервно-поточних механізованих і автоматизованих ліній, безвідходних та маловідходних технологій.

Незважаючи на війну, харчова промисловість залишається однією з провідних галузей в українському переробному комплексі.

Молочна промисловість України представляє собою високорозвинену галузь агропромислового комплексу країни. На її підприємствах виробляють близько 30% загального об'єму товарної продукції всієї харчової промисловості України.

Значна увага приділяється нарощуванню та концентрації виробничих потужностей, що дозволяють покращити структуру його переробки з метою більш повного задоволення потреб населення в молочних продуктах.

Галузі, які забезпечують базові потреби населення, мають повсякденний попит як у країні, так і поза її межами.

Підвищується роль молочної промисловості в організації прогресивних форм торгівлі. Внаслідок безперервного росту об'ємів виробництва фасованих молочних продуктів підвищується культура торгівлі і зменшується час на її придбання.

1 ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНЕ, СОЦІАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Впровадження нової техніки та прогресивної організації виробництва дає можливість суттєво підняти економічну ефективність роботи підприємств молочної галузі за рахунок підвищення продуктивності праці, скорочення втрат сировини та енергії.

Науково-технічний прогрес у харчовій промисловості проявляється не лише у розвитку та вдосконаленні використовуваних знарядь праці, у створенні нових більш ефективних технічних засобів, але також і у вдосконаленні технології та організації виробництва, впровадженні нових методів праці і управління.

Вдосконалення техніки повинно забезпечувати не лише зростання продуктивності праці та її полегшення, але і знижувати затрати праці на одиницю продукції при використанні нових машин і механізмів.

Важливим засобом прискорення науково-технічного прогресу в молочній промисловості являється сучасна модернізація обладнання, заміна морально застарілої техніки на сучасну, яка не поступається по якості, надійності, металоємності та енергоємності кращим досягненням науки. Таким чином, перед розробником та творцем нової техніки ставиться задача значно покращити всі найважливіші техніко-економічні параметри машин, обладнання та різноманітних механізмів у молочній промисловості.

З цією метою і пропонується модернізувати швидкоморозильний апарат. Дана модернізація необхідна для розширення асортименту морозива.

Потокова лінія по виробництву морозива включає наступне устаткування: ванни приготування суміші морозив – 2 шт., гомогенізатор,

трубчасті та пластинчаті пастеризатори та охолоджувачі, ємкості для дозрівання сумішей морозива, фільтри, аміачні фризери – 2шт., фасувальні автомати – 2 шт., насоси для перекачування молока і вершків - 2 шт., швидко морозильний апарат і інше. В проекті планується модернізувати швидко морозильний апарат для розширення асортименту продукції.

Рівень механізації і автоматизації лінії можна відобразити, використовуючи коефіцієнти автоматизації і механізації виробництва.

Коефіцієнт автоматизації парку устаткування характеризує рівень автоматизації цеху виробництва морозива загалом.

Коефіцієнт автоматизації K_a визначається як відношення кількості автоматизованих одиниць устаткування до загальної кількості устаткування в цеху :

$$K_a = N_a / \sum N \quad (1)$$

Де N_a – кількість автоматизованих одиниць – 9шт.

$\sum N$ - загальна кількість одиниць устаткування, шт.- 19шт.

Визначимо коефіцієнт автоматизації цеху.

$$K_a = 9/19=0,47 \quad (2)$$

Коефіцієнт механізації (автоматизації) праці K_n - відношення кількості робітників, зайнятих на механізованих (автоматизованих) роботах P_m , до загальної чисельності робітників:

$$K_n = \frac{P_m}{P_m + P_p} \quad (3)$$

де P_p - кількість робітників, що виконують ручні операції - 11 чол.

$$K_n = \frac{20}{20+11} = 0,65 \quad (4)$$

Звідси видно, що є потреба в заміні обладнання і модернізації.

2 ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ

2.1 Обладнання для закалювання

Для закалювання морозива застосовують морозильні апарати і ескімогенератори. Морозильні апарати в свою чергу поділяються на розсільні і швидко морозильні.

Розсільний апарат сундучного типу являє собою тепло ізолюваний сталевий бак з дерев'яною ізолюваною кришкою. В середині бака розташовується випаровувач, який виконаний у вигляді металевих труб, в яких кипить аміак. Випаровувач омивається розсолем (розчин хлориду кальцію), який перемішується мішалкою і циркулює в середині бака у визначеному напрямку під дією перегородки. В окремому відсіку бака знаходиться ванна з теплим (40...45°C) розчином.

Із фризера морозиво заливають в закалювальні форми з окремими ячейками і переміщують в апараті по його довжині від площадки заливання до площадки розвантаження. Форми переміщуються в направляючих, що виготовлені із металевих кутиків. При цьому ячейки форм занурюються в розсіл з температурою -20...-25°C.

Тривалість закалювання 20...25 хвилин.

В процесі переміщення форм в частково закалене морозиво вручну вставляються палички. На протилежному від міста заливання кінці апарату форми виймаються і занурюються у ванну з теплим розчином для відтаювання поверхневого шару морозива у ячейках. Із форми одночасно вилучаються всі порції морозива.

Температура готового морозива не перевищує -12°C . Якщо морозиво необхідно вкрити глазур'ю, то його занурюють в неї за допомогою рамок.

В наш час розсільні апарати застосовуються рідко, найбільше розповсюдження отримали швидко морозильні апарати.

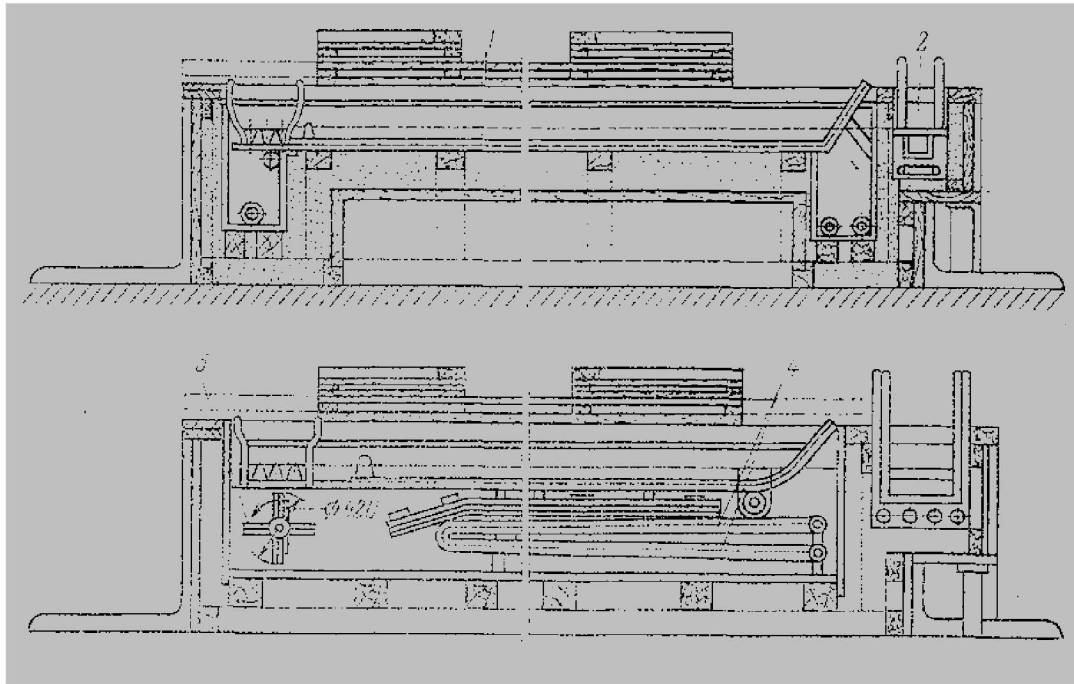


Рис. 2.1 Розсільні апарати сундучного типу

- 1 – бак з дерев'яною кришкою;
- 2 – ванна для відтаювання форм;
- 3 – мішалка;
- 4 – випарювальна батарея.

В таких апаратах виробляється морозиво де кількох найменувань або один вид морозива підвищеної якості.

У порівнянні з обладнанням періодичної дії апарати безперервної дії мають такі переваги:

- Більш високі продуктивність і якість морозива, що виготовляється;
- Менші питомі витрати енергії на виробництво продукції.

Більшість швидкоморозильних апаратів випускається в складі потокових технологічних ліній, однак вони можуть застосовуватися й окремо. Швидкоморозильні апарат виконаний у вигляді камери, розділеної на двох частин і зібраної зі щитів, покритих ізоляцією

У першій частині камери у вертикальній площині розташований ланцюговий конвеєр (рис. 2.3). В іншій знаходяться батарея з оребрених труб і два вентилятори, що перемішають повітря в горизонтальному напрямку. Брикети морозива укладаються на площадки колісок, прикріплених до ланцюгового конвеєра.

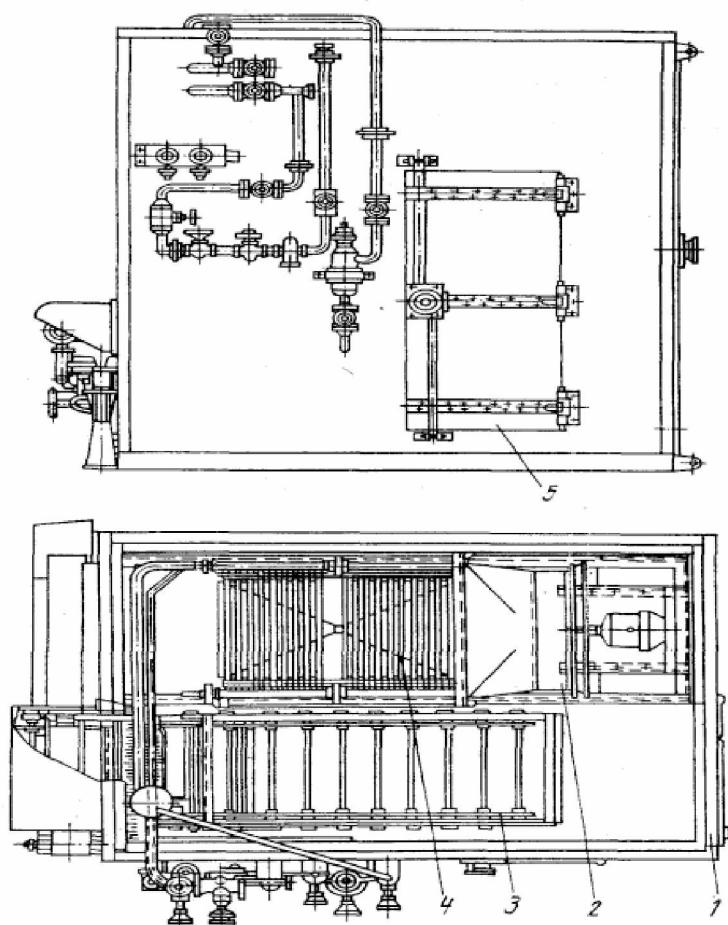


Рис.2.2 Швидкоморозильний апарат

1 – задні двері; 2 – вентилятор; 3 – конвеєр; 4 – аміачна батарея; 5 – бічні двері.

Для кращого омивання охолодженим повітрям брикетів у площадках колісок зроблено отвори. Щоб запобігти примерзанню брикетів до

площадок, на їхню поверхню наварені дротики. Тривалість перебування морозива в гартівному апараті 40-45 хв. Число колісок на конвеєрі в різних марок морозильних апаратів коливається від 202 до 300.

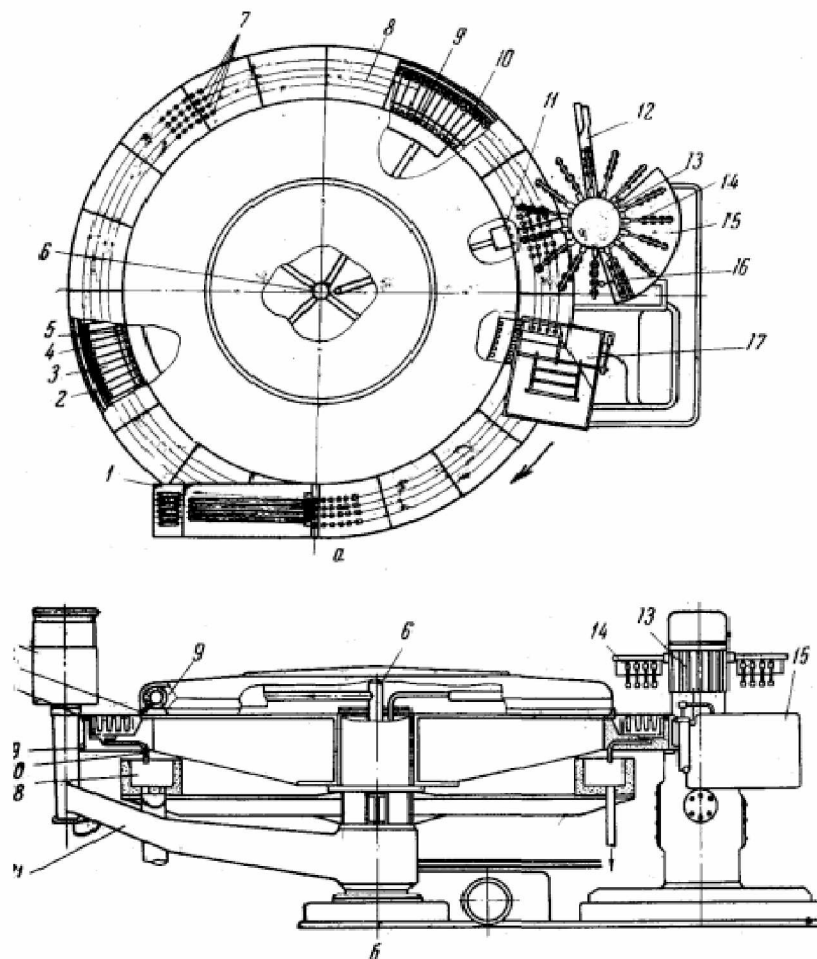


Рис.2.3 Ескімогенератор ОГЕ:
а – план; б – вид збоку;

1 – паличкозабивальний механізм; 2 – карусельний піддон; 3 – відсік карусельного піддона; 4 – переливна перегородка; 5 – патрубок подачі холодного розсолу; 6 – стояк, що подає холодний розсіл; 7 – чашечка завалочної форми; 8 – завалочна форма; 9 – колектор холодного розсолу; 10 – стічний отвір; 11 – колектор для відтаювання; 12 – жолоб для розвантаження; 13 – з'ємно-глазурувальна карусель; 14 – ричаг знімно-глазурувальної каруселі; 15 – газувана ванна; 16 – глазурувальний ківш; 17 – дозатор; 18 – стічний піддон; 19 – кільцева рейка; 20 – трубка для відводу; 21 – карусель.

Ескімогенератори являють собою комбінований апарат карусельного типу для виготовлення дрібнофасованого морозива “ескімо” прямокутної форми на дерев'яній або пластмасовій паличці. У ньому здійснюються наступні операції: дозування формочок для морозива, попереднє охолодження і забивання у форму з продуктом палички, загартовування, глазурування шоколадною глазур'ю, подача до автомата для загортання готової продукції. Ескімогенератор (рис.2.3) складається зі станції керування, каруселі, розподільника розсолу, глазурувальної голівки, дозатора, палочкозабивача, миючого пристрою, осушувача трубопроводів і електрообладнання. Формочки, що знаходяться на каруселі просуваються по окружності, здійснюючи переривчастий рух через кожні 3 град. проходячи послідовно всі зони.

На початку зони заморожування формочки надходять до дозатора і під час зупинки каруселі шість з них заповнюються порціями морозива. По мірі подальшого просування в заморожувальній зоні морозиво частково підмерзає і потрапляє під палочкозабивач 1, що вставляє одночасно шість паличок. Рухаючись по колу, морозиво загартовується, а потім потрапляє в зону відтавання для витягування з формочок і занурення в шоколадну глазур. Глазуроване морозиво надходить на лотки транспортера загорткового автомата

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

В даному розділі використовуються рекомендації надані у джерелах [1] та [2].

2.1 Опис апаратурно-технологічної схеми виробництва морозива

Сировина для виробництва морозива має відповідати вимогам чинних стандартів і технічних умов.

Молоко заготівельне незбиране з автоцистерни відцентровим насосом

перекачується через систему фільтрів, через повітрівідокремлювач та лічильник. Якщо молоко другого гатунку або некондиційного, то молоко надходить по лінії, яка включає ваги з приймальною ванною. Зважене молоко надходить через охолоджувач у резервуар для тимчасового зберігання.

Потім молоко перекачується через лічильник у ванну для змішування суміші.

Далі суміш для морозива насосом для в'язких продуктів перекачується на фільтр, а профільтрована суміш подається в секцію регенерації пластинчастої пастеризаційно – охолоджувальної установки, де підігрівається в секції регенерації та подається на гомогенізатор.

Гомогенізована суміш повертається в секцію пастеризації пластинчастої пастеризаційно – охолоджувальної установки, де пастеризується та охолоджується до температури визрівання. Потім пастеризована, нормалізована і охолоджена до температури визрівання суміш надходить у резервуар, де визріває. Визріла суміш насосом для в'язких продуктів поступає на фризер, де збивається та заморожується. М'яке морозиво розфасовується у брикети на фасувальному автоматі, де загортається у кашировану фольгу. Розфасоване і упаковане морозиво надходить у швидко морозильну камеру де загартовується.

Для внесення наповнювачів (горіхів, фруктів) додатково перед фризером встановлюється фруктоподавач.

Морозиво виробляється по наступній технологічній схемі

Приймання та оцінка якості сировини



Підготовка сировини



Складання суміші (40-45)⁰ C



Очищення суміші

(фільтрування)



Пастеризація суміші



Гомогенізація суміші



Охолодження та визрівання суміші

(до -4 -6)⁰ C



фрезерування суміші

(до -4 -6)⁰ C



Фасування та загартування морозива

((-30 -40)⁰ C



Пакування та зберігання морозива

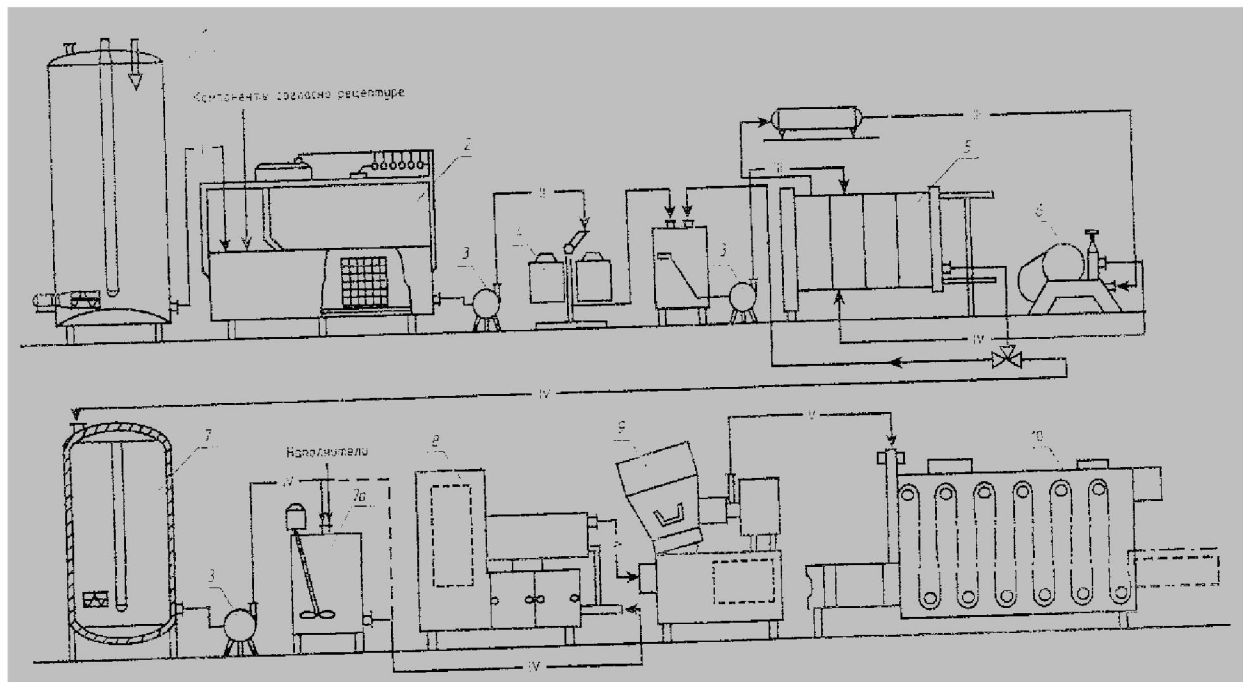


Рис.1 Схема технологічної лінії виробництва морозива

- 1 – резервуар для зберігання молока;
- 2 - ванна для суміші;
- 3 - насос ротаційний;
- 4 - фільтр;
- 5 - пластинчаста пастеризаційно-охолоджувальна установка;
- 6 - гомогенізатор;
- 7 , 7а - резервуари;
- 8 – фризер;
- 9 - фасувальний автомат;
- 10 - швидко морозильний апарат.

Морозиво, що надійшло із фризера, негайно фасують, упаковують і загартовують. Фасоване морозиво загартовують до температури зберігання готового продукту.

Допускається зберігання морозива за температури $-22 \dots -26 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

4 БУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ АПАРАТУ

Швидкоморозильний апарат являє собою камеру з ізоляцією в якій розташовані вертикальний конвеєр для закалювання, два вентилятори з індивідуальними електродвигунами і дві охолоджуючі батареї. Вікно камери закривають щитом, а для покращення напрямлення потоку повітря використовують особливий щит.

Швидко морозильний апарат використовується для охолодження морозива до температури -28°C , при якій замерзає від 90-95 % води і морозиво стає твердим.

До складу конвеєр закалювання входить виносна рама. На цій частині конвеєра люльки завантажуються вафельними стаканчиками, вафельні форми заповнюються морозивом. Для забезпечення переривистого руху виносної частини ланцюга конвеєра з синхронним рухом механізмів, що виконують технологічні операції, застосовується де кілька пристроїв.

Лінія повинна бути відлагоджена, перевірена і підготовлена до пуску. За 30 хв. до пуску фасувального автомата вмикається в роботу швидко морозильний апарат. Вмикають в роботу вентилятори. Потім заповнюють вафельними стаканчиками касети механізму. Прокручують механізми лінії вручну і приступають до регулювання роботи автомата М6-ОРЗ разом із фрізером.

Продуктивність лінії може бути відрегульована у відповідності з продуктивністю фрізера. Ця операція здійснюється за допомогою регулятора варіатора швидкості.

Для подачі морозива із фризера у бункер дозатора на з'єднувальному трубопроводі відкривають кран. Запускається електродвигун автомата.

За де кілька хвилин до появи готової продукції із швидкоморозильного апарату вмикається двигун транспортера.

Конвеєр подає порції в камеру швидко морозильного апарата. За допомогою холодного повітря (температура повітря -35°C) відбувається закалювання морозива. Розвантаження морозива із лелек відбувається за допомогою сегментів, які перевертають її. Порції морозива потрапляють на стрічку транспортера, який доставляє їх до місця пакування в ящики.

По закінченню роботи вимикають механізми, що виконують головні технологічні операції (відключають напівмуфту на головному валу від блоку).

Після виходу із камери останньої порції морозива вимикають головний електродвигун, потім вимикають інші електродвигуни лінії і закривають подачу рідкого аміаку до батарей. Відкривають вентилі дренажної системи і зливають залишки холодоагента (аміаку) із батарей. Проводять розбирання і санітарну обробку.

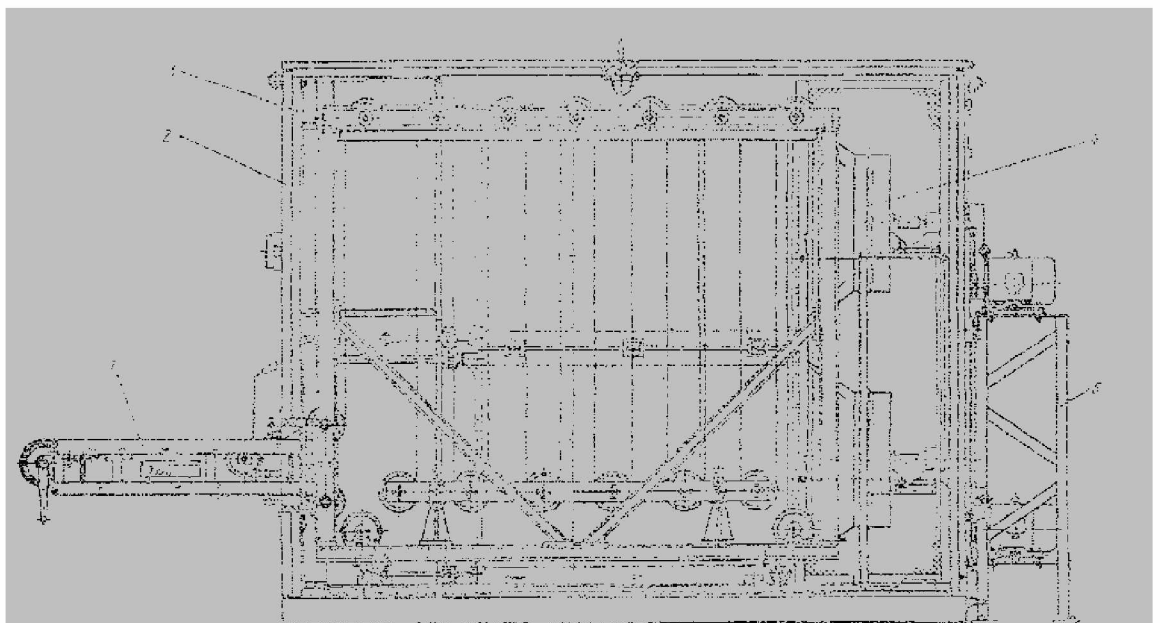


Рис. 4.1 Швидкоморозильний апарат

- 1 – транспортер для ведення продукту;
- 2 – камера охолодження; 3 – конвеєр; 4 – вентилятор; 5 – рама.

Модернізація передбачає зміну конструкції та виготовлення додаткового набору підвісок для гартувального конвеєра морозильної камери, які розраховані для такого виду морозива як „брикет”, а базова модель підвісок розрахована на морозиво в стаканчиках.

5 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок конвеєра швидкоморозильного апарата

Розрахунок конвеєра швидкоморозильного апарата.

Вихідні дані :

Продуктивність (при виробництві брикетів масою 90 г)	430 кг/г
Кількість підвісок	160 шт.
Маса однієї підвіски	1,95 кг.
Довжина ланцюга конвеєра	45 м.
Ланцюг	ПР-19,05-3180
Маса 1 м. Ланцюга	1,85 кг.

Експлуатаційна продуктивність конвеєра :

$$Z_e = Z_\Gamma / m = 430 / 0,09 = 4778 \text{ шт/год.} \quad (1)$$

де Z_Γ – годинна продуктивність, шт/год

m – маса одного брикета, кг.

Розрахункова продуктивність конвеєра :

$$Z = Z_e \times K_B = 4778 \times 0,88 = 4205 \text{ шт/год.} \quad (2)$$

де K_B – коефіцієнт нерівномірності використання конвеєра в часі.

Визначення погонних навантажень.

Крок переміщення люльок

$$a_\Gamma = L / n = 45 / 160 = 0,28 \text{ м.} \quad (3)$$

де L – довжина ланцюга, м;

n – кількість підвісок, шт;

Сила тяжіння підвіски:

$$G_\Gamma = m_\Gamma / g = 1,95 / 9,81 = 0,2 \text{ Н.} \quad (4)$$

де $m_{\text{л}}$ – маса підвіски, кг.

g – прискорення вільного падіння, м/с^2 ;

Маса одного брикета – $90\text{г} = 0,09$ кг. В одній підвісці поміщується 7 брикетів, тоді маса морозива в одній підвісці:

$$m_{\text{м}} = 0,09 \times 7 = 0,63 \text{ кг.} \quad (5)$$

Сила тяжіння морозива в підвісці :

$$G_{\text{м}} = m_{\text{м}} / g = 0,63 / 9,81 = 0,064 \text{ Н;} \quad (6)$$

Сила тяжіння 1м. ланцюга:

$$G_{\text{лан}} = q / g = 182 / 9,81 = 0,19 \text{ Н;} \quad (7)$$

Таким чином погонне навантаження на завантажених ділянках конвеєра:

$$q_3 = (G_{\text{л}} + G_{\text{м}}) / a_{\text{л}} + G_{\text{лан}} = (0,2 + 0,064) / 0,26 + 0,19 = 1,21 \text{ Н} \quad (8)$$

на розвантаженої ділянці конвеєра :

$$g_{\text{р}} = G_{\text{л}} / a_{\text{л}} + G_{\text{лан}} = 0,2 / 0,26 + 0,19 = 0,96 \text{ Н} \quad (9)$$

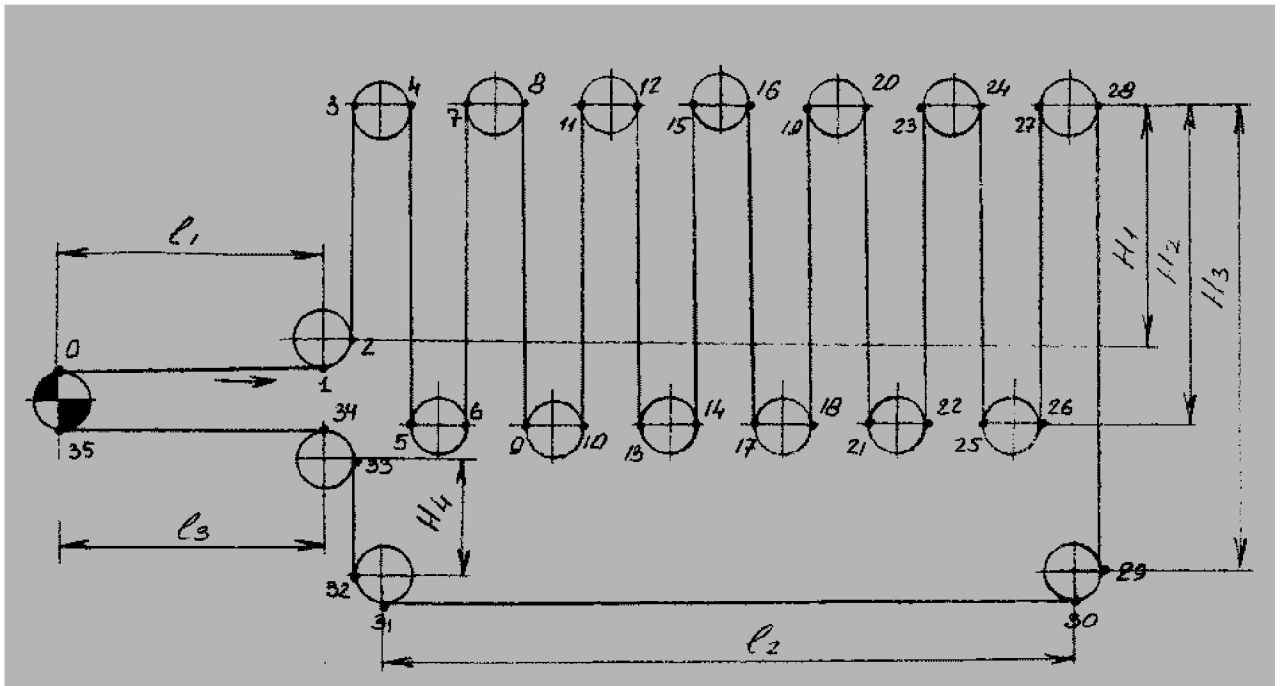


Рис.5.1 Розділення траси конвеєра на окремі ділянки:

$l_1 = l_3 = 1,7 \text{ м.}; l_2 = 2,295; H_1 = 1,55 \text{ м.};$

$H_2 = 1,935 \text{ м}; H_3 = 2,15 \text{ м.}; H_4 = 0,2 \text{ м.};$ (розміри взяті з установчих креслень).

Вибираємо початковий натяг ланцюга $S_0 = 500 \text{ Н}$. Коефіцієнт опору руху ланцюгу по напрямній на ділянці

$$l_1 - \omega' = 0,36; \quad (10)$$

$k = 1,11$ – коефіцієнт збільшення натягу ланцюга при огинанні зірочки.

$k' = 1,035$ – коефіцієнт збільшення натягу ланцюга при частковому огинанні зірочки.

Визначення опору руху і натягу ланцюга в окремих точках траси конвеєра:

$$S_1 = S_0 + \omega \times q_3 \times l_1 = 500 + 0,36 \times 1,21 \times 1,7 = 503 \text{ Н}; \quad (11)$$

$$S_2 = S_1 \times k' = 503 \times 1,033 = 520 \text{ Н};$$

$$S_3 = S_2 + q_3 \times H_1 = 520 + 1,21 \times 1,55 = 522 \text{ Н}; \quad (12)$$

$$S_4 = S_3 \times k = 521 \times 1,1 = 573 \text{ Н};$$

$$S_5 = S_4 - q_3 \times H_2 = 573 - 1,21 \times 1,935 = 572 \text{ Н}; \quad (13)$$

$$S_6 = S_5 \times k = 572 \times 1,1 = 629 \text{ Н};$$

$$S_7 = S_6 + q_3 \times H_2 = 629 + 1,21 \times 1,935 = 630 \text{ Н}; \quad (14)$$

$$S_8 = S_7 \times k = 630 \times 1,1 = 693 \text{ Н};$$

$$S_9 = S_8 - q_3 \times H_2 = 693 - 1,21 \times 1,935 = 692 \text{ Н}; \quad (15)$$

$$S_{10} = S_9 \times k = 692 \times 1,1 = 760 \text{ Н};$$

$$S_{11} = S_{10} + q_3 \times H_2 = 760 + 1,21 \times 1,935 = 762 \text{ Н}; \quad (16)$$

$$S_{12} = S_{11} \times k = 762 \times 1,1 = 838,3 \text{ Н};$$

$$S_{13} = S_{12} - q_3 \times H_2 = 838,3 - 1,21 \times 1,935 = 835 \text{ Н}; \quad (17)$$

$$S_{14} = S_{13} \times k = 835 \times 1,1 = 919 \text{ Н};$$

$$S_{15} = S_{14} + q_3 \times H_2 = 919 + 1,21 \times 1,935 = 922 \text{ Н}; \quad (18)$$

$$S_{16} = S_{15} \times k = 922 \times 1,1 = 1015 \text{ Н};$$

$$S_{17} = S_{16} - q_3 \times H_2 = 1015 - 1,21 \times 1,935 = 1013 \text{ Н}; \quad (19)$$

$$S_{18} = S_{17} \times k = 1013 \times 1,1 = 1114 \text{ Н};$$

$$S_{19} = S_{18} + q_3 \times H_2 = 1114 + 1,21 \times 1,935 = 1115 \text{H}; \quad (20)$$

$$S_{20} = S_{19} \times k = 1115 \times 1,1 = 1227 \text{ H};$$

$$S_{21} = S_{20} - q_3 \times H_2 = 1227 - 1,21 \times 1,935 = 1224 \text{ H}; \quad (21)$$

$$S_{22} = S_{21} \times k = 1224 \times 1,1 = 1347 \text{ H};$$

$$S_{23} = S_{22} + q_3 \times H_2 = 1347 + 1,21 \times 1,935 = 1350 \text{H}; \quad (22)$$

$$S_{24} = S_{23} \times k = 1350 \times 1,1 = 1485 \text{ H};$$

$$S_{25} = S_{24} - q_3 \times H_2 = 1485 - 1,21 \times 1,935 = 1482 \text{ H}; \quad (23)$$

$$S_{26} = S_{25} \times k = 1482 \times 1,1 = 1630 \text{ H};$$

$$S_{27} = S_{26} + q_3 \times H_2 = 1630 + 1,21 \times 1,935 = 1632 \text{ H}; \quad (24)$$

$$S_{28} = S_{27} \times k = 1632 \times 1,1 = 1795 \text{ H};$$

$$S_{29} = S_{28} - q_3 \times H_2 = 1795 - 1,21 \times 2,15 = 1798 \text{ H}; \quad (25)$$

$$S_{30} = S_{29} \times k' = 1798 \times 1,033 = 1858 \text{ H};$$

$$S_{31} = S_{30} + q_3 \times l_2 = 1858 + 1,21 \times 2,295 = 1860 \text{ H}; \quad (26)$$

$$S_{32} = S_{31} \times k' = 1860 \times 1,033 = 1922 \text{ H};$$

$$S_{33} = S_{32} - q_3 \times H_4 = 1922 + 1,21 \times 0,2 = 1922 \text{ H}; \quad (27)$$

$$S_{34} = S_{33} \times k' = 1922 \times 1,033 = 1985 \text{ H};$$

$$S_{35} = S_{34} + \omega' \times q_p \times l_3 = 1985 + 0,96 \times 0,35 \times 1,7 = 1989 \text{ H} \quad (28)$$

Визначення тягового зусилля

$$W_T = S_{35} - S_0 + (k - 1)(S_{35} + S_0) \Rightarrow$$

$$W_T = 1987 - 500 + (1,1 - 1)(1989 + 500) = 1740 \text{ H}. \quad (29)$$

5.2 Кінематичний розрахунок приводного механізму

Вихідні дані:

Тягове зусилля на валу конвеєра $W_T = 1740 \text{ H}$.

Продуктивність $Z = 430 \text{ кг/год}$ (5000 шт/год)

Крок розміщення люльок $a_T = 0,25 \text{ м}$.

Щоб забезпечити продуктивність, в кожну люльку конвеєра укладають 7 брикетів морозива, тоді швидкість транспортування буде:

$$v = \frac{Z \cdot a_n}{3600 \cdot n} = \frac{5000 \cdot 0,25}{3600 \cdot 7} = 0,052 \text{ м/с (3,12 м/хв)} \quad (30)$$

потужність на приводному валу конвеєра:

$$N_g = \frac{K_s \cdot W_T \cdot v}{1020} = \frac{1,2 \cdot 1738 \cdot 0,051}{1020} = 0,13 \text{ кВт} \quad (31)$$

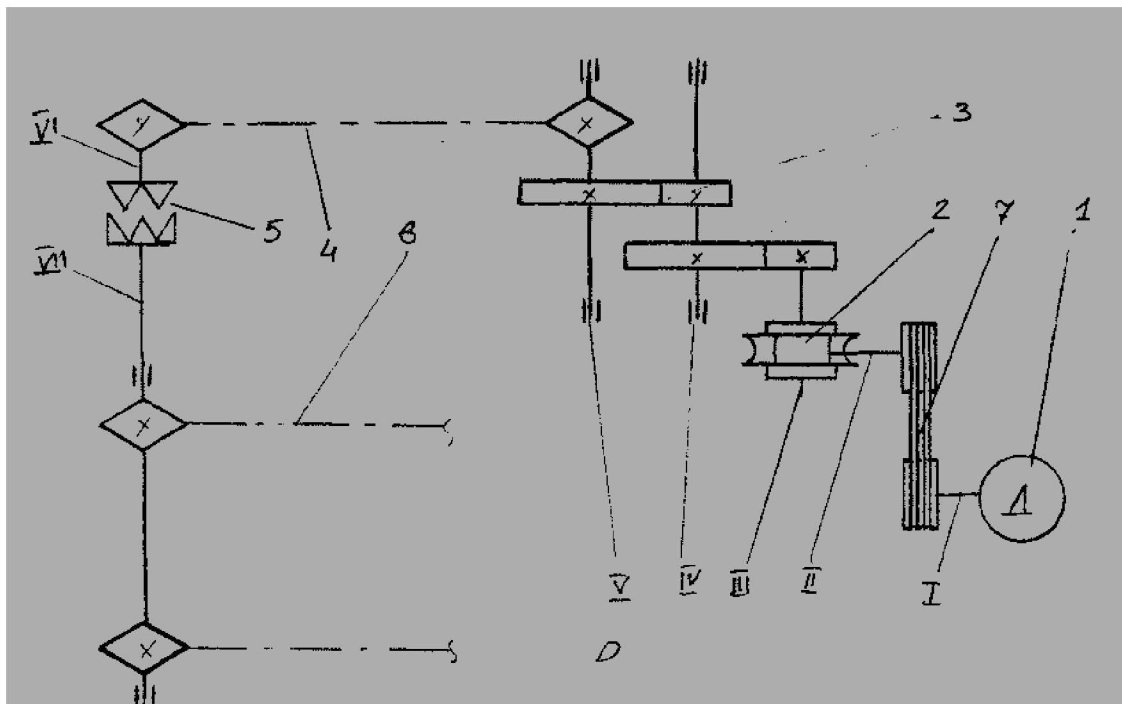


Рис.

5.2 Кінематична схема

- 1 - електродвигун;
- 2 - редуктор ($i=40$);
- 3 – відкрита зубчаста передача ($z_1=29, z_2=58$);
- 4 – ланцюгова передача ($z_1=16, z_2=40$);
- 5 – муфта;
- 6 – ланцюговий конвеєр;
- 7 – варіатор.

Визначення ККД окремих ланок приводного механізму :

$\eta_{\text{кп}} = 0,96$ – ККД клинового паса

$\eta_{\text{р}} = 0,75$ – ККД черв'ячного редуктора

$\eta_{\text{з}} = 0,93$ – ККД зубчатої передачі

$\eta_{\text{л.п}} = 0,93$ – ККД ланцюгової передачі

$\eta_{\text{м}} = 0,98$ – ККД муфти

Загальний ККД приводного механізму:

$$\eta_{\text{заг}} = \eta_{\text{кп}} \times \eta_{\text{р}} \times \eta_{\text{з}} \times \eta_{\text{л.п}} \times \eta_{\text{м}} \times \eta_{\text{п}}^3 \times \eta_{\text{д}} = 0,96 \times 0,75 \times 0,93 \times 0,93 \times 0,98 \times 0,98^3 \times 0,87 = 0,45 \quad (32)$$

де $\eta_{\text{п}}$ – ККД однієї пари підшипників електродвигуна

$$N_{\text{д}} = \frac{N_{\text{е}}}{\eta_{\text{заг}}} = \frac{0,12}{0,45} = 0,26 \text{ кВт} \quad (33)$$

За каталогом вибираємо електродвигун 4А80А4У3 з потужністю

$N_{\text{д}} = 1,1$ кВт і частотою обертання $n_{\text{д}} = 1420$ об/хв.

Визначення частоти обертання приводного вала ланцюгово конвеєра:

$$n_{\text{е}} = \frac{60000 \cdot v}{z \cdot t} = \frac{60000 \cdot 0,052}{35 \cdot 19,05} = 4,67 \text{ об/хв} \quad (34)$$

де z – кількість зубців приводної зірочки конвеєра;

t – крок ланцюга приводного конвеєра, мм.

Визначення загального передаточного числа приводного механізму:

$$i_{\text{заг}} = \frac{n_{\text{д}}}{n_{\text{е}}} = \frac{1420}{4,67} = 303,3 \quad (35)$$

передаточне число редуктора черв'ячного $i = 40$ (за кінематичною схемою)

передаточне число зубчатих передач $i_{\text{з}} = z_2/z_1 = 58 / 29 = 2$ (кожної передачі)

передаточне число ланцюгової передачі: $i_{\text{л.п}} = z_2/z_1 = 40 / 16 = 2,5$

таким чином потрібне передаточне число варіатора повинно бути:

$$i_{\text{е}} = \frac{i_{\text{заг}}}{i_{\text{р}} \cdot i_{\text{з}} \cdot i_{\text{з}} \cdot i_{\text{л.п.}}} = \frac{303,3}{40 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2,5} = 0,76 \quad (36)$$

Визначення потужності N , частоти обертання n та крутного моменту T на кожному валу передачі:

$$\text{I. } N_1 = N_d = 1,1 \text{ кВт} \quad (37)$$

$$n_1 = n_d = 1420 \text{ об/хв}$$

$$T_1 = 9550 N_1/n_1 = 9550 \times 1,1/1420 = 7,4 \text{ Н}\times\text{м}$$

$$\text{II. } N_2 = N_1 \times \eta_{к.п.} = 1,1 \times 0,96 = 1,046 \text{ кВт}$$

$$n_2 = n_1/i_b = 1420/0,76 = 1868 \text{ об/хв}$$

$$T_2 = 9550 N_2/n_2 = 9550 \times 1,045/1868 = 5,35 \text{ Н}\times\text{м}$$

$$\text{III. } N_3 = N_2 \times \eta_p = 1,045 \times 0,75 = 0,78 \text{ кВт}$$

$$n_3 = n_2/i_p = 1868/40 = 46,7 \text{ об/хв.}$$

$$T_3 = 9550 N_3/n_3 = 9550 \times 0,78/46,7 = 160 \text{ Н}\times\text{м}$$

$$\text{IV. } N_4 = N_3 \times \eta_B = 0,78 \times 0,92 = 0,72 \text{ кВт}$$

$$n_4 = n_3/i_3 = 46,7/2 = 23,35 \text{ об/хв}$$

$$T_4 = 9550 N_4/n_4 = 9550 \times 0,72/23,35 = 298 \text{ Н}\times\text{м}$$

$$\text{V. } N_5 = N_4 \times \eta_3 = 0,73 \times 0,93 = 0,67 \text{ кВт}$$

$$n_5 = n_4/i_3 = 23,35/2 = 11,67 \text{ об/хв}$$

$$T_5 = 9550 N_5/n_5 = 9550 \times 0,67/11,68 = 556 \text{ Н}\times\text{м}$$

$$\text{VI. } N_6 = N_5 \times \eta_{л.п.} = 0,67 \times 0,98 = 0,67 \text{ кВт}$$

$$n_6 = n_5/i_{л.п.} = 11,68/2,5 = 4,67 \text{ об/хв}$$

$$T_6 = 9550 N_6/n_6 = 9550 \times 0,67/4,67 = 1370 \text{ Н}\times\text{м}$$

$$\text{VII. } N_7 = N_6 \times \eta_M = 0,67 \times 0,99 = 0,66 \text{ кВт}$$

$$n_7 = n_6/1 = 4,67/1 = 4,67 \text{ об/хв}$$

$$T_5 = T_6 = 1370 \text{ Н}\times\text{м} \quad (38)$$

Перевірочний розрахунок ланцюгової передачі.

Вихідні дані:

Потужність на ведучому валу	$N_5=0,67\text{кВт}$
Частота обертання вала	$n_5=11,68\text{об/хв}$
Передаточне число передачі	$i=2,5$
Кут нахилу передачі до горизонталі	$\beta=36^\circ$
Ланцюг	ПР-15,875-2270-2

Крок	$t=15,875$
Руйнівне зусилля	$Q_{розр}=22680 \text{ Н}$ $S_{оп}=70,8 \text{ мм}$
Маса 1м ланцюга	$q=1,85 \text{ кг}$

Колова швидкість ланцюга:

$$v = \frac{z_1 \cdot n_5 \cdot t}{60 \cdot 1000} = \frac{16 \cdot 11,78 \cdot 15,875}{60 \cdot 1000} = 0,048 \text{ м/с} \quad (39)$$

колове зусилля, що передається ланцюгом:

$$F_t = \frac{1000 \cdot N_5}{v} = \frac{10000 \cdot 0,67}{0,049} = 13877 \text{ Н} \quad (40)$$

середній питомий тиск в шарнірах ланцюга:

$$P = \frac{F_t}{S_{оп}} = \frac{13877}{70,9} = 195 \text{ МПа} \quad (41)$$

Коефіцієнт способу змащення $K_{сп} = 1,35$ при періодичному змащенні і швидкості ланцюга $\leq 5 \text{ м/с}$;

$$\text{Коефіцієнт змащення: } K_c = \frac{K_{сп}}{\sqrt{0,049}} = 6,31 \quad (42)$$

Допустиме збільшення крока ланцюга $\Delta t = 3\%$;

Міжосьова відстань виражена в кроках :

$$a_t = \frac{a}{t} = \frac{40 \cdot t}{t} = 40$$

термін служби ланцюга

$$T_n = 5200 \cdot \frac{\Delta t \cdot K_c \cdot \sqrt{Z_1} \cdot \sqrt[3]{a_t \cdot i}}{P \cdot \sqrt[3]{v} \cdot K_e} = 5200 \cdot \frac{3 \cdot 6,31 \cdot \sqrt{16} \cdot \sqrt[3]{40 \cdot 2,5}}{196 \cdot \sqrt[3]{0,049}} = 25524 (\text{год}) \quad (43)$$

що становить більше очікуваного терміну служби

$$T = 4000 \times K_{сп} = 4000 \times 1,35 = 5400 \text{ годин} \quad (44)$$

Натяг від повисання веденої гілки від власної ваги

$$F_f = K_f \times q \times g \times a = 3,55 \times 1 \times 9,81 \times 0,635 = 21,88 \text{ Н} \quad (45)$$

де K_f - коефіцієнт провисання ланцюга;

a – міжосьова відстань

$$a = 40 \times t = 40 \times 15,875 = 635 \text{ мм.} \quad (45)$$

Сумарний натяг ведучої гілки

$$F_{\Sigma} = F_t \cdot k_1 + F_f = 13877 \cdot 1 + 21,88 = 13890 \text{ Н}; \quad (46)$$

навантаження, яке діє на вали передачі:

$$R = (1,15 \dots 1,2) F_t = 1,19 \times 138890 = 16656 \text{ Н}; \quad (47)$$

Перевірка ланцюга по запасу міцності:

$$n = \frac{Q_{роз}}{F_{\Sigma}} = \frac{22700}{13890} = 1,64 \quad (48)$$

Умову міцності виконано.

5.3 Перевірочний розрахунок привідного вала конвеєра

Вихідні дані

Крутний момент на валу $T=1370 \text{ Н}\times\text{м}$

Зусилля, які сприймає вал від ланцюгів загартованого конвеєра:

$$F_1 = F_2 = 0,5 \times (S_{н6} + S_{36}) = 0,5(1987 + 500) = 1242 \text{ Н} \quad (49)$$

Схему навантаження і розміри вала (довжини прикладення зусиль і відстані розташування опор) беруться з установчих креслень (див. мал.).

Визначення реакцій опор.

Оскільки приводний вал розміщується на виносній рамі конвеєра, яка розташована горизонтально, то всі розрахунки вала ведуться тільки для горизонтальної площини.

$\Sigma M_a = F_1 \times a + F_2(a + b) - R_B(2a + b) = 0$ – рівняння рівноваги суми моментів відносно т. А

реакція в опорі В:

$$R_B = \frac{F_1 \cdot a + F_2(a + b)}{2a + b} = \frac{1242 \cdot 0,055 + 1242 \cdot (0,055 + 0,65)}{2 \cdot 0,055 + 0,65} = 1242 \text{ Н} \quad (50)$$

рівняння рівноваги суми моментів відносно т. В:

$$\Sigma M_e = F_2 \cdot a + F_1(a + e) - R_A(2 \cdot a + e) = 0 \quad (51)$$

реакція в опорі А:

$$R_f = \frac{F_2 \cdot a + F_1(a + e)}{2a + e} = \frac{1242 \cdot 0,055 + 1242(0,055 + 0,65)}{2 \cdot 0,055 + 0,65} = 1245H \quad (52)$$

згинальні моменти в перерізах:

$$I : M_{зг} = 0 \text{ Н} \times \text{м};$$

$$: M_{зг} = R_A \times a = 1242 \times 0,055 = 68,31 \text{ Н} \times \text{м}$$

$$: M_{зг} = R_B \times a = 1242 \times 0,055 = 68,31 \text{ Н} \times \text{м}$$

$$: M_{зг} = 0 \text{ Н} \times \text{м};$$

$$: M_{зг} = 0 \text{ Н} \times \text{м};$$

Крутний момент на валу $T_{кр} = 1370 \text{ Н} \times \text{м}$ і діє в перерізах 5,6,3,2

Еквівалентний момент знаходиться за формулою

$$M_{ек} = \sqrt{M_{зг}^2 + (\alpha \cdot T_{кр})^2} \quad (53)$$

де α - коефіцієнт, який враховує різницю в характеристиках циклів напружень згину та кручення;

еквівалентний момент в перерізах

$$1: M_{ек} = 0 \text{ Н} \times \text{м}$$

$$2: M_{ек} = \sqrt{68,31^2 + (0,6 \cdot 1370)^2} = 823 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$3: M_{ек} = \sqrt{68,31^2 + (0,6 \cdot 1370)^2} = 823 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$4: M_{ек} = \sqrt{0^2 + (0,6 \cdot 1370)^2} = 821 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$5 : M_{ек} = \sqrt{0^2 + (0,6 \cdot 1370)^2} = 821 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

при даному навантаженні потрібний діаметр вала

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{екс}}{0,1 \cdot [\sigma_{-1}]}} = \sqrt[3]{\frac{823 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 74}} = 47,7 \text{ мм} \quad (54)$$

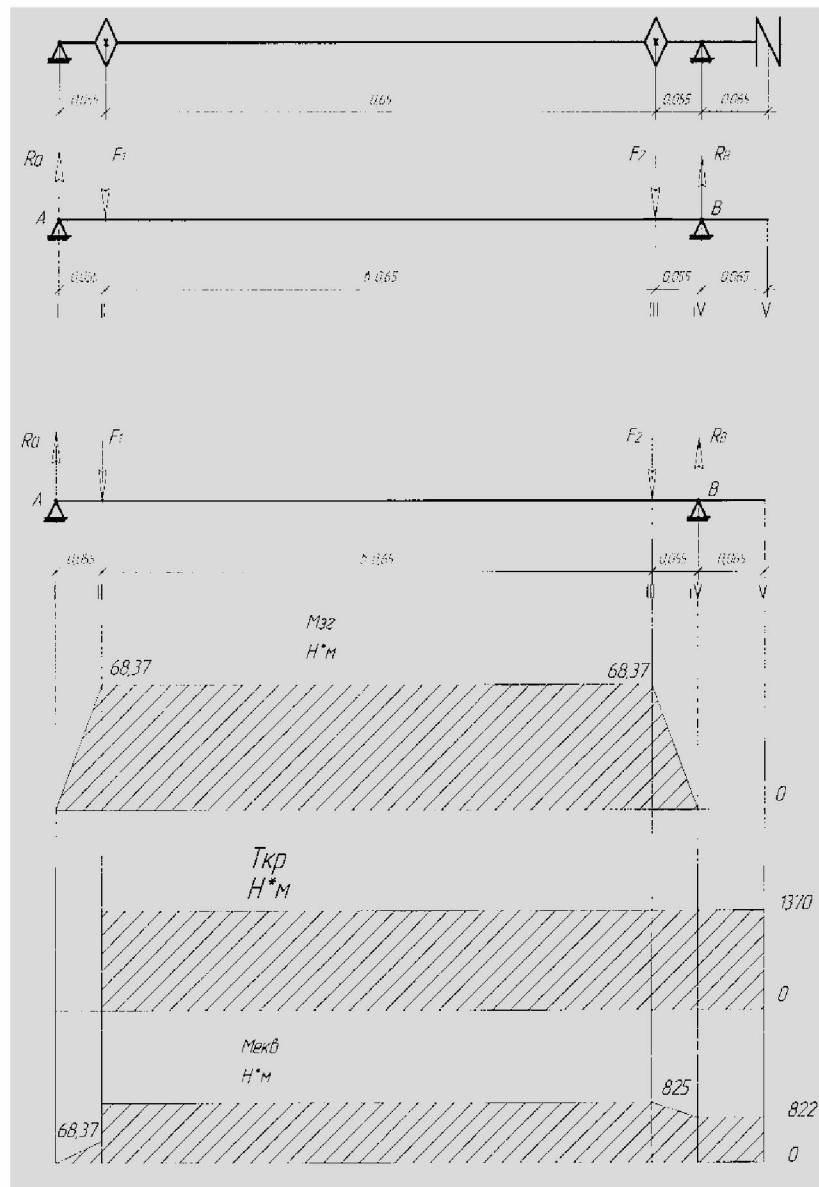


Рис. 5.3 Епюри згинальних моментів та крутного моменту

5.4 Перевірочний розрахунок вала на витривалість

Визначити коефіцієнт запасу міцності для перерізів небезпечних, такими перерізами є 2 та 3.

Матеріал вала сталь 45 з такою характеристикою:

$$\sigma_B=610 \text{ МПа}; \sigma_T=360 \text{ МПа}; \tau_T=215 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{-1}=280 \text{ МПа}; \tau_{-1}=150 \text{ МПа}; \psi_\sigma=0.11; \psi_\tau=0.04$$

згинальні моменти в даних перерізах:

$$M_{зг} = 68,37 \times 10^3 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Допустимий запас витривалості $[n]=1.8$

Ефективні коефіцієнти при згині і крученні в залежності від шорсткості

$$K_\sigma^n \approx K_\tau^n = 1.23 \quad (55)$$

масштабний коефіцієнт при згині і крученні для вала з $\varepsilon_\sigma=0,8$ $\varepsilon_\tau=0,7$

ефективні коефіцієнти концентрації напружень $K_\sigma=1.75$, $K_\tau=1.55$

$$K_{\sigma D} = \frac{K_\sigma + K_\sigma^n - 1}{\varepsilon_\sigma} = \frac{1.75 + 1.23 - 1}{0.8} = 2.48 \quad (56)$$

$$K_{\tau D} = \frac{K_\tau + K_\tau^n - 1}{\varepsilon_\tau} = \frac{1.55 + 1.23 - 1}{0.7} = 2.54 \quad (57)$$

визначаємо ефективні коефіцієнти концентрації напружень, обумовлені ступицею колеса насадженого на вал по посадці Н7/к6 $K_{\sigma D}=2.52$, $K_{\tau D}=2.0$ при розрахунку враховуємо той концентратор напружень, для якого $K_{\sigma D}$ і $K_{\tau D}$ буде більшим, тобто приймаємо $K_{\sigma D}=2,53$ і $K_{\tau D}=2,55$.

Визначимо запас міцності для нормальних напружень:

$$n_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{K_{\sigma D} \cdot \sigma_a + \psi_\sigma \cdot \sigma_m} = \frac{270}{2.54 \cdot 6.34} = 16.95 \quad (58)$$

$\sigma_a = \sigma = M_{зг}/W_0 = 68.37 \times 10^3 / 10800 = 6.32$ МПа – амплітуда номінальних коливань згину

Знайдемо запас міцності для дотичних напружень:

$$W_p = 23040 \text{ мм}^3 \text{ – полярний момент опору};$$

Напруження кручення:

$$\tau_a = \frac{T}{W_p} = \frac{1370 \cdot 10^3}{23040} = 59,42 \quad (59)$$

амплітуда і середнє значення номінальних напружень:

$$\tau_a = \tau_m = \tau/2 = 59,42/2 = 29,71 \quad (60)$$

запас міцності для дотичних напружень

$$n_\tau = \frac{\tau_{-1}}{K_{\sigma D} \cdot \tau_a + \psi_\tau \cdot \tau_m} = \frac{215}{2,54 \cdot 29,71 + 0,05 \cdot 29,71} = 2,74 \quad (61)$$

загальний запас міцності:

$$n = \frac{n_\sigma \cdot n_\tau}{\sqrt{n_\sigma^2 + n_\tau^2}} = \frac{16,92 \cdot 2,74}{\sqrt{16,92^2 + 2,74^2}} = 2,6 \geq [n] = 1,8 \quad (62)$$

Визначення робочої довжини шпонки зірочки приводного вала вибираємо призматичну шпонку за ГОСТ 10748-79 з розмірами $h=10\text{мм}$., при цьому $t_1=6$, $t_2=4,3$.

Визначимо робочу довжину шпонки. Приймаємо $[\sigma_{зм}] = 100\text{МПа}$ матеріал шпонки Ст6.

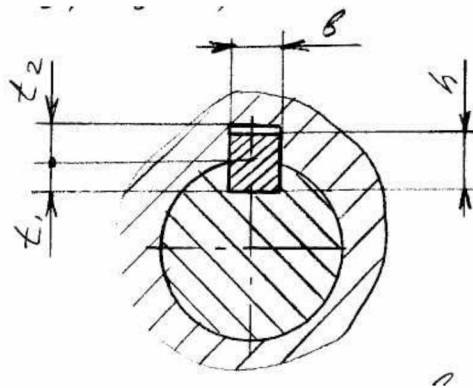


Рис. 5.4 Шпонка

$$l_p = \frac{2T}{d \cdot (h - t_1) \cdot [\sigma_{зм}]} = \frac{1370 \cdot 10^3}{50 \cdot (10 - 6) \cdot 100} = 68,3\text{мм.} \quad (63)$$

приймаємо $l_p = 70\text{ мм}$.

6. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

6.1. Технологічний маршрут виготовлення деталі «вилка»

№ операції (переходу)	Назва операції (переходу)	Технологічне обладнання, пристрої, оброблювальний інструмент, контрольний інструмент
1	2	3
10	Заготівельна	
10.1	Виділити заготовку	За технологічною документацією ливарних робіт І-го класу по ГОСТ 977-75
20	Свердлильна УЗЗ	Верстат радіально-свердлильний 255, кондуктор
20.1	Зенкувати отвори Ø49,7 пов. 1 та пов. 2	Зенкер Ø49,75 Р6М5 ГОСТ 12489-67
20.2	Розвернути отвори Ø50Н8 пов.1 та пов.2	Розвертка Ø50Н8, ГОСТ 12489-67
20.3	Зняти фаску 1x45 ⁰ пов.3	Зенківка Ø54, $\alpha = 90^\circ$, Р6М5
20.4	Цекувати пов.3, витримавши розміри згідно креслення	Цековка Ø100, Р6М5 ШЦ-1
30	Свердлильна УЗЗ	Верстат радіально-свердлильний 255, кондуктор
30.1	Зняти фаску 1x45 ⁰ пов. 1	Зенківка Ø54, $\alpha = 90^\circ$, Р6М5
30.2	Цекувати пов.1 витримавши розміри згідно креслення	Цековка Ø100, Р6М5 ШЦ-1
40	Токарна УЗЗ	Горизонтально-фрезерний верстат 6Н81Г 3-х кулачковий

1	2	3
40.1	Фрезерувати пов.1 та пов.2 витримавши розмір В=42Н11	Набір з 2-х фрез трьохсторонніх з вставними ножами з твердим сплавом, Ø250мм, В14мм, z=14, ГОСТ 5348-60ШЦ-1
50	Токарна УЗЗ	Токарно-гвинторізний станок 16К20, пристрій токарний
50.1	Підрізати торець пов.3 витримавши L=100мм	Різець прохідний відігнутий правий 16x20x140, $\varphi = 60^\circ$, Т15К6 ГОСТ 10043-62
50.2	Центрувати пов.3	Центрове свердло Ø5, Р6М5
50.3	Точити пов.1 з Ø43мм до Ø41мм на l=30мм	Різець прохідний відігнутий правий
50.4	Точити пов.2 з Ø41мм до Ø40h8 на l=30мм	Різець прохідний відігнутий правий 16x20x140, $\varphi = 60^\circ$, Т15К6 ГОСТ 10043-62 ШЦ-1
50.5	Зняти факсу 2x45°, пов.3	Різець прохідний відігнутий правий 16x20x140, $\varphi = 45^\circ$ Т15К6 ГОСТ 10043-62 ШЦ-1

6.2. Розрахунок загального припуску литої заготовки

Розрахунок загального припуску заготовки ведемо за найточнішим розміром $\text{Ø}40\text{h}8$.

Припуск на чистове точіння:

$$2Z_{2\min} = 2 \cdot (R_{Z1} + D_1 + T_{np1}^2 + \varepsilon_{y2}^2)^{0.5},$$

де $R_{Z1} = 20$ мкм., $D_1 = 20$ мкм., T_{np1} - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка при чорновому точінні.

Під час оброблення деталі в токарному пристрої з центром:

$$T_{np1} = 0 \text{ мкм}, \quad \varepsilon_{y2} = 0$$

Тоді

$$2Z_{2\min} = 2 \cdot (20 + 20 + (0^2 + 0^2)^{0.5}) = 80 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2\max} = 2Z_{2\min} + T_1 - T_2,$$

де T_1 - допуск при чорновому точінні,

T_2 - допуск розміру при черновому точінні,

$$T_1 = IT 11 = 250 \text{ мкм}$$

$$T_2 = IT 8 = 39 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2\max} = 80 + 250 + 39 = 369 \text{ мкм},$$

$$2Z_{2\text{ном}} = \frac{(2Z_{2\max} + 2Z_{2\min})}{2} = \frac{(280 + 369)}{2} = 324.5 \text{ мкм}$$

Припуск на чорнове точіння:

$$2Z_{1\min} = 2 \cdot (R_{Z0} + D_0 + (T_{np0}^2 + \varepsilon_{y1}^2)^{0.5}),$$

де R_{Z0} мкм., D_0 мкм., T_{np0} - відповідно висота

мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка відливки.

Для заготовок відлитої в оболонковій формі:

$$R_{Z_0} = 40 \text{ мкм}, D_0 = 160 \text{ мкм}, T_{np0} = 300 \text{ мкм}$$

ε_{y1} - похибка устанавлення при чорновому точінні.

Під час устанавлення деталі в токарному пристрої з центром $\varepsilon_{y1} = 100 \text{ мкм}$

$$2Z_{1\text{min}} = 2 \cdot \left(40 + 160 + (300^2 + 100^2)^{0.5} \right) = 1032,4 \text{ мкм},$$

Загальний припуск:

$$2Z_{\text{сум}} = \sum 2Z_{i\text{нум}} = 324,5 + 1032,4 = 1356,9 \text{ мкм}$$

Приймаємо $2Z_{\text{сум}} = 1,5 \text{ мм}$

6.3. Поопераційний розрахунок режимів різання і нормування часу

ОПЕРАЦІЯ 20. СВЕРДЛИЛЬНА

Перехід 20.1

Зенкерувати отвори до $\varnothing 49,7$, пов.1 та 2

Приймаємо різальний інструмент зенкер $\varnothing 49,7$ з конічним хвостовиком, ГОСТ 12489-67 із сталі Р6М5

Обладнання: верстат радіально-свердлильний 255

Пристрій: спеціальний кондуктор

Глибина різання:

$$t = \frac{d_3 - d_{\text{ове}}}{2} = \frac{49,7 - 48,5}{2} = 0,6 \text{ мм}$$

Приймаємо подачу $s = 1,12 \text{ мм/об}$,

тоді

$$V = \frac{18 \cdot 6 \cdot d_3^{0.3}}{T^{0.3} \cdot t^{0.2} \cdot S^{0.3}}$$

де $T=60$ хв. – стійкість зенкера

$$V = \frac{18 \cdot 6 \cdot 49.7^{0.3}}{60^{0.3} \cdot 0.6^{0.2} \cdot 1.12^{0.3}} = 18.8 \text{ м / хв}$$

Частота обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} \text{ об / хв}$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 18.8}{3.14 \cdot 49.7} = 121 \text{ об / хв}$$

Приймаємо $n=90$ об/хв.

Дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$V_d = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 49.7 \cdot 90}{1000} = 14 \text{ м / хв}$$

Основний час на виконання переходу

$$T_0 = \frac{L}{S \cdot n_g}$$

де $L = l + l_1 + l_2 + l_3$

де $l=46$ мм – сумарна глибина отворів;

$l_1= 2$ мм – добавка на підведення інструменту з механічною подачею;

$l_2 + l_3=6$ мм – додаток на врізання і перебіг.

$$L = 46 + 2 + 6 = 54 \text{ мм}$$

Тоді

$$t_{01} = \frac{54}{1,12 \cdot 90} = 0,54 \text{ хв}$$

Допоміжний час на перехід: $t_{\partial.1} = 0,09 \text{ хв.}$

Перехід 20.2

Розвернути отвори до Ø50H8, пов.1 та 2

Глибина різання

$$t = \frac{d_p - d_3}{2} = \frac{50 - 49,7}{2} = 1,15 \text{ мм}$$

Приймаємо подачу $s = 1,6 \text{ мм/об}$,

тоді

$$V = \frac{12 \cdot 1 \cdot d_3^{0,3}}{T^{0,4} \cdot t^{0,2} \cdot S^{0,65}}$$

де $T = 60 \text{ хв.}$ – період стійкості розвертки

$$V = \frac{12 \cdot 1 \cdot 50^{0,3}}{60^{0,4} \cdot 0,15^{0,2} \cdot 1,12^{0,15}} = 8,2 \text{ м / хв}$$

Частота обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} \text{ об / хв}$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 8,2}{3,14 \cdot 50} = 52 \text{ об / хв}$$

Приймаємо $n = 45 \text{ об/хв.}$

Основний час на виконання переходу

$$T_0 = \frac{L}{S \cdot n_e}$$

де $L = l + l_1 + l_2 + l_3$

де $l=46\text{мм}$ – сумарна глибина отворів;

$l_1= 2\text{мм}$ – добавка на підведення інструменту з механічною подачею;

$l_2+ l_3=50\text{мм}$ – додаток на врізання і перебіг.

$$L = 46 + 2 + 50 = 98 \text{ мм}$$

Тоді

$$t_{02} = \frac{98}{1,6 \cdot 45} = 1,36 \text{ хв}$$

Допоміжний час на перехід: $t_{0.2}=0,09 \text{ хв}$.

Перехід 20.3

Зняти фаску $1 \times 45^\circ$, пов.3

Оберти шпинделя залишаються такі ж, як і під час розвертання з тим, щоб не витратити час на перемикання швидкості. $t_{03}=0,18\text{хв}$, $t_{03}=0,04\text{хв}$

Перехід 20.4

Цекувати пов. 3 в розмір згідно креслення

Глибина різання

$$t = \frac{90 - 50}{2} = 20 \text{ мм}$$

Приймаємо подачу $s=0,1\text{мм/об}$,

тоді

$$V = \frac{18 \cdot 6 \cdot d_{\text{ц}}^{0.3}}{T^{0.3} \cdot t^{0.2} \cdot S^{0.3}}$$

де $T=120\text{хв}$. –стійкість цековки

$$V = \frac{18 \cdot 6 \cdot 90^{0.3}}{120^{0.3} \cdot 20^{0.2} \cdot 1.1^{0.3}} = 18.7 \text{ м / хв}$$

Частота обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_y} \text{ об / хв}$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 18,7}{3,14 \cdot 90} = 66,2 \text{ об / хв}$$

Приймаємо $n=63 \text{ об/хв}$.

Дійсна швидкість різання буде дорівнювати:

$$V_o = \frac{\pi \cdot d_y \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 63}{1000} = 17,8 \text{ м / хв}$$

Основний час на виконання переходу

$$T_0 = \frac{L}{S \cdot n_s}$$

де $L = l + l_1 + l_2 + l_3$

де $l=1 \text{ мм}$ –глибина різання;

$l_1= 2 \text{ мм}$ – добавка на підведення інструменту з механічною подачею;

$l_2 + l_3=0 \text{ мм}$ – додаток на врізання і перебіг.

$$L = 1 + 2 + 0 = 3 \text{ мм}$$

Тоді

$$t_{04} = \frac{3}{1,3 \cdot 63} = 0,48 \text{ хв}$$

Допоміжний час на перехід: $t_{0.4}=0,11 \text{ хв}$.

Основний час на виконання операції становить:

$$T_0 = \Sigma t_{0i} = 0,54 + 1,36 + 0,18 + 0,48 = 2,56 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання операції:

$$T_o = t_y + \Sigma t_o,$$

де $t_y = 0,16$ хв - допоміжний час на устанавлення (переустанавлення), кріплення і зняття деталі.

Тоді:

$$T_o = 0,09 + 0,09 + 0,04 + 0,11 = 0,33 \text{ хв} .$$

$$T_{on} = T_o + T_\delta = 2,56 + 0,33 = 2,89 \text{ хв} .$$

$$T_{ум} = T_{on} + T_{об} + T_{мн}$$

$$T_{об} = T_{on} \cdot 0,025 \quad i \quad T_{мн} = T_{on} \cdot 0,04$$

$$T_{ум} = 2,89 + 2,89 \cdot 0,025 + 2,89 \cdot 0,04 = 3,08 \text{ хв} .$$

Підготовчо-завершальний час

$$T_{н.з} = T_{н.з1} + T_{н.з2} ,$$

де $T_{н.з1} = 12$ хв – час на одержання завдання, пристроїв і здачу по закінченні роботи;

$T_{н.з2} = 11$ хв – час на налагоджування устанавлення деталі

$$T_{н.з} = 12 + 11 = 23 \text{ хв}$$

Калькуляційний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі:

$$T_k = T_{ум} + \frac{T_{н.з.}}{n}$$

$$3,08 + \frac{23}{200} = 3,2 \text{ хв}$$

Норма виробітку за одну годину становить:

$$N = \frac{60}{3,2} = 18 \text{ деталей}$$

7 ВИМОГИ ДО МОНТАЖУ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ АПАРАТУ

Призначення та область застосування лінії

Для виробництва морозива в наш час використовують лінії виробництва брикетного морозива, лінії фасування морозива у стаканчики та обладнання (фризери, автомати для фасування, автомати для випікання вафельних стаканчиків).

Лінії для виробництва морозива застосовуються на фабриках морозива, молокозаводах та холодокомбінатах.

Лінія складається з фасувального автомата і швидкоморозильного апарата та виконує наступні операції:

- подає стаканчики під дозатор;
- дозує морозиво в стаканчики;
- загартовує морозиво в швидкоморозильній камері;
- переміщує загартоване морозиво на стіл упаковки.

Механізми відділення стаканчиків від стопки та накладання паперових кришечок не використовуються через неефективності їх роботи.

Після проведеної модернізації лінія зможе загартовувати та відносити на стіл упаковки загартоване морозиво таких видів як „ріжок” „брикет”, „стаканчик”.

Загальні положення при монтажі

Обладнання швидкоморозильної камери поставляють в дерев'яних ящиках. Після розпаковки обладнання очищують і з оброблених поверхонь знімають антикорозійне покриття. Монтаж апарата починають в такій послідовності :

спочатку на підготовлений фундамент укладають підлогу камери і на неї встановлюють та закріплюють боковий щит зі сторони випарника.

Потім встановлюють випарник, після чого встановлюють і закріплюють задній щит камери зі знятими дверцями.

Після установки каркаса з вентиляторами монтують передній щит камери, а потім другий боковий щит і стелю. Після закріплення кожного із щитів запаюють стик внутрішньої обшивки щита з обшивкою підлоги.

Після закінчення зборки камери в неї заочують конвеєр, який опирається колесами на напрямні рейки. Рейки закріплені на підлозі камери. В останню чергу навішують двері і встановлюють розвантажуючий конвеєр.

Наступна операція - монтаж трубопроводів. Монтаж аміачного трубопровода швидкоморозильного апарата проводиться згідно з кресленнями, які постачаються в комплекті з документацією до лінії, після чого випробовується: гідравлічним тиском $2,35 \text{ МН/м}^2$ (24 кгс/см^2) та повітряним тиском $1,56 \text{ МН/м}^2$ (16 кгс/см^2). Потім в картер редуктора заливають мастило тракторне АК-15. Підшипники валів швидкоморозильного апарата змащують універсальним тугоплавким та морозостійким мастилом КВ, а ланцюг – технічним касторовим мастилом.

Швидкоморозильний апарат складається з камери, аміачного випарника (дві батареї, одна над другою, в кожній по 26 секцій), встановленого на рамі з швелерів, з'єднувального трубопроводу, рами з вентиляторами, рами привода вентиляторів з двигунами (два електродвигуна по 4 кВт) і конвеєра встановленого на рейках та зафіксованого фіксаторами на зовнішній стінці переднього щита камери. Фіксатори не несуть ніякого зусилля і служать для контролю установки конвеєра вздовж рейок. В цьому положенні опорні кронштейни передніх коліс конвеєра притискаються до коліс і затягуються болтами на рейках.

Для кращого спрямування потоку повітря встановлено спеціальний щит. Інший щит захищає переднє вікно камери від продування.

На передній стінці камери кріпиться ящик електрообладнання та термометр, що показує температуру в середині камери. На боковій стінці

камери кріпиться клемна колодка для з'єднання електродвигунів вентиляторів та освітлення камери.

Камера апарата виготовляється з окремих щитів і монтується на місті експлуатації. Щити виготовляються з дерев'яного каркаса, викладеного термо - ізоляційним матеріалом – пінополістиролом ($\delta=80\text{мм.}$) і обшитих листовим залізом.

Швидкоморозильний апарат має такі технічні дані:

Таблиця 7.1

Продуктивність технічна, кг/г	310...445
Коефіцієнт використання теоретичної продуктивності	0,96
Температура загартованого морозива, °С	-12
Температура кипіння аміаку в батареях, °С	-44
Температура повітря в камері, °С	-35
Поверхня охолодження батарей випарника, м ²	320
Термін загартування (при продуктивності 430 кг/г), хв.	30
Повний цикл конвеєра (при продуктивності 430 кг/г), хв.	32
Кількість підвісок конвеєра, шт.	155...300
Довжина, мм	5900
Ширина, мм	2800
Висота, мм	3120
Маса апарата, кг	6220

Камера складається з таких щитів: підлога камери, боковий щит (поставляється розібраним на дві частини), двері бокового щита, інший боковий щит, передній щит, задній щит, двері заднього щита.

Конвеєр швидкоморозильного апарата розміщується в середині камери на напрямних рейках і складається з основної рами, виносної рами, двох ланцюгів з підвісками та підвісної рами.

Основна рама складається із швелерів за допомогою болтів, а виносна рама зварена з швелерів і на болтах кріпиться до основної рами. На зірочках конвеєра встановлено 2 ланцюга по 40 метрів з підвісками. Підвісна рама служить для натягування ланцюгів конвеєра. Вона підвішена на ланцюгах і своїми пальцями направлена в пазах кронштейнів. Рама підтримується регулюючими болтами.

На виносній рамі конвеєра спеціальні зірочки встановлені на підпружинених важелях, при роботі конвеєра по чергово утворюються петлі з конструктивно утвореного запасу. Ведучий вал конвеєра через муфту від'єднується до привода автомата М6-ОРЗ. Другий вал виносної рами від'єднується до храпового механізму автомата М6-ОРЗ і здійснює кроковий рух синхронізований з ведучим валом конвеєра. Зірочки на валах виносної рами конвеєра крім зірочок головного ланцюга встановлені зірочки додаткового ланцюга ($i=1:1$), які теж заштифтовані. Додатковий ланцюг замикає окрему частину конвеєра, але дозволяє силам тяжіння діяти на петлі виносної частини. Під час зупинки вала періодичного руху, ланцюги конвеєра з одного боку утворюють петлі а з іншого боку петлі вибираються, а частина конвеєра, між зірочками що утворюють та вибирають петлі, вистоюється. В цей час виконується технологічна операція дозування. Потім зупинена частина конвеєра переміщується на один крок вперед за рахунок запасу петель під передніми зірочками, а під задніми зірочками петлі утворюються.

При наближенні підвісок з загартованим морозивом до спеціальних сегментів, здійснюється перевертання підвісок. Морозиво падає на стрічковий конвеєр і транспортується на пакувальний стіл.

Живлення випарників швидкоморозильного апарата рідким аміаком – насосно-циркуляційне. Для забезпечення рівномірного заповнення батарей, подача аміаку для кожної батареї здійснюється окремо..

Камера складається з таких щитів: підлога камери, боковий щит (поставляється розібраним на дві частини), двері бокового щита, інший боковий щит, передній щит, задній щит, двері заднього щита.

Конвеєр складається з основної рами, виносної рами, двох ланцюгів з люльками та підвісної рами і розміщується в середині камери на напрямних рейках.

Основна рама зібрана з швелерів за допомогою болтів, а виносна рама зварена з швелерів і на болтах кріпиться до основної рами. На зірочках конвеєра встановлено 2 ланцюга по 40 метрів з підвісками.. Підвісна рама служить для натягування ланцюгів конвеєра. Вона підвішена на ланцюгах і своїми пальцями направлена в пазах кронштейнів. Рама підтримується регулюючими болтами.

На виносній рамі конвеєра спеціальні зірочки встановлені на підпружинених важелях, при роботі конвеєра по чергово утворюють петлі з конструктивно утвореного запасу. Ведучий вал конвеєра через муфту від'єднується до привода автомата. Другий вал виносної рами від'єднується до храпового механізму автомата і здійснює кроковий рух синхронізований з ведучим валом конвеєра. Зірочки на валах виносної рами конвеєра крім зірочок головного ланцюга встановлені зірочки додаткового ланцюга ($i=1:1$), які теж заштифтовані. Додатковий ланцюг замикає окрему частину конвеєра, але дозволяє силам тяжіння діяти на петлі виносної частини. Під час зупинки вала періодичного руху, ланцюги конвеєра з одного боку утворюють петлі а з іншого боку петлі вибираються, а частина конвеєра, між зірочками що утворюють та вибирають петлі, вистоюється. В цей час виконується технологічна операція дозування. Потім зупинена частина конвеєра переміщується на один крок вперед за рахунок запасу петель під передніми зірочками, а під задніми зірочками петлі утворюються.

Призначення фризера.

Фризер для морозива призначений для приготування морозива.

Приготування морозива відбувається шляхом охолодження, насичення повітрям, взбивання і заморожуванням молочної, вершкової, плодово-ягідної вихідної суміші.

Будова та принци дії

Фризер складається із наступних основних складальних одиниць:

Циліндра, насосів, бака для суміші, електрообладнання.

Циліндр являється основним робочим органом фрізера. У ньому відбувається взбивання та заморожування суміші морозива. Циліндр складається із внутрішнього циліндра, оболонки, в середині якої циркулює аміак. Оболонка фланцем кріпиться до вертикальної частини корпусу, а кронштейном опирається на його горизонтальну частину. Підведення аміаку до оболонки здійснюється через патрубок. Циркулюючі вздовж циліндра по гвинтовій лінії, що утворена шнеком, аміак відводиться через окремий патрубок

В середині циліндра розташована мішалка з вбиваючим пристроєм і ножами. Ножі при обертанні мішалки притискаються до внутрішньої поверхні і знімають з неї намерзлий шар суміші.

Обертання мішалки здійснюється від ел.двигуна через клинопасову передачу.

Подача суміші в циліндр здійснюється через кришку, а вихід готового морозива – через патрубок у кришці.

Подача суміші із бака у циліндр здійснюється двома шестерінчастими насосами.

Технічне обслуговування

Обслуговування обладнання проводиться персоналом, керуючись технічним описом та схемами змащення.

Всі шарикопідшипники набиваються мастилом ЦИАТИМ, 202, яке застосовується при температурах від $+130^{\circ}\text{C}$ до -45°C . Це мастило замінюється після 4000-5000 годин роботи.

В редуктори транспортера заливається мастило АК-15.

Індустріальним мастилом 45 мащення проводиться в кожну зміну.

Ланцюги конвеєра змащуються мастилом ХА або мастилом трансформаторним два рази на тиждень.

Під час технічного обслуговування фризера перевіряється герметичність трубопровідної арматури і фланцевих з'єднань аміачних трубопроводів.

Герметичність трубопровідної арматури і муфтових з'єднань продуктопроводів перевіряється зовнішнім оглядом.

Роботоздатність запобіжного клапана перевіряється на повітрі.

Порядок роботи та догляд за лінією

Перед запуском в роботу слід відрегулювати продуктивність фризера з продуктивністю лінії. Продуктивність лінії регулюється варіатором.

Перед початком роботи запускають електродвигуни вентиляторів камери і подається аміак у випарники із компресорної станції.

Приблизно через півгодини після запуску аміаку (коли встановиться задана температура повітря в камері) подається морозиво із фризера в бункер дозатора і запускається електродвигун привода фасовочного автомата.

Після закінчення роботи, вимикачем муфти вимикається механізм дозування та після виходу всіх порцій морозива з камери, вимикаються всі електродвигуни і закривається подача аміаку в батареї. Залишки аміаку спускаються в дренажну систему. Відкриваються двері камери, висувається конвеєр на підставні рейки і відморозжуються батареї. Після відморозжування батарей їх слід продути вентиляторами протягом 15-20 хв.

Після роботи дозатор розбирається (вимикається ротор) та промивається теплою водою.

До обслуговування фризера допускаються особи, що вивчили будову та принцип дії обладнання і пройшли інструктаж з правил безпеки.

При обслуговуванні фризерів безперервної дії перед початком роботи машина оглядається. Всі робочі частини повинні бути в справному стані. В циліндрі та приводному механізмі не повинно бути сторонніх предметів.

Перед початком роботи необхідно перевірити чи вільно здійснює обертальний рух мішалка та шестерні насосів. Необхідно перевірити стан заземлення, правильність складання фризера.

По контрольно-вимірювальним приладам слідкують за температурою суміші, що поступає у фризер, тиском фрезерування.

Характерні несправності та методи їх усунення

Таблиця 7.2

№	Зовнішні ознаки	Можлива причина	Методи усунення
1	Нагрівається клиновий пас електродвигуна	Слабо піднята пружина варіатора, пас проковзує	Підтягнути пружину варіатора
2	Неточно зупиняється підвіска під дозатором	Ослабли пружини передніх петель конвеєра	Підтягнути пружини передніх петель, або послабити пружини задніх
		Неточно встановлена собачка, що фіксує зворотній поворот храпового колеса	Відрегулювати установку собачки
3	Не відповідає маса дозування	Нестабільна робота фризера	Відрегулювати фризер
4	Повітряний клапан	Невідрегульований	Обертанням гайки зменшити

	пропускає недостатньо повітря	тиск пружини	тиск пружини на повітряний клапан
5	З єднання труб між насосами пропускає повітря	Послаблення в з єднанні	Підтягнути гайки у з єднанні труб продуктопровода

Організація та планування ремонтних робіт

Прогресивна система ремонту технологічного обладнання – планово-попереджувальний ремонт (ППР), що охоплює комплекс заходів, що направлені на забезпечення безперебійної роботи машин. Суть ППР полягає в усуненні неполадок в заздалегідь встановлені строки та в запланованому об'ємі в період експлуатації обладнання. ППР передбачає профілактичний контроль за виконанням плану ремонтних робіт і технічним станом машини.

Відповідальність за організацію та проведення заходів з ППР на підприємстві покладається на головного інженера та головного механіка.

В систему ППР входять міжремонтне обслуговування, профілактичний огляд, поточний, середній і капітальний ремонт.

Організація робіт ППР передбачає ведення технічної документації, яка включає карточку машини (агрегату, лінії), журналу обладнання цеха, дефектну відомість і альбом креслень.

При плануванні ремонтних робіт користуються системою показників і нормативів, за допомогою яких визначають тривалість ремонту і затрати праці.

Структура ремонтного циклу.

К-О-О-О-О-П-О-О-О-О-П-О-О-О-О-С-О-О-О-О-П-О-О-О-О-П-О-О-О-О-К

де О – огляд обладнання;

К – капітальний ремонт;

П – поточний ремонт;

С – середній ремонт.

Тривалість ремонтного циклу становить :

при роботі в 1 зміну – 72 місяця;

в 2 зміни – 36 місяців;

в 3 зміни – 24 місяці.

Тривалість міжремонтного періоду в місяцях (при роботі в 2 зміни)

$$P_{mp} = \frac{P_{rc}}{\sum C + \sum P + 1} = \frac{36}{1+4+1} = 6 \quad (1)$$

де P_{rc} – ремонтний цикл;

$\sum C$ - кількість середніх ремонтів;

$\sum P$ - кількість поточних ремонтів;

Тривалість міжоглядових періодів (в місяцях)

$$P_{mo} = \frac{P_{mp}}{\sum O + 1} = \frac{6}{4+1} = 1,2 \quad (2)$$

де P_{mp} – тривалість міжремонтного періоду;

$\sum O$ - кількість оглядів в міжремонтному періоді.

Трудомісткість ремонтного циклу машини:

$$Trc = R \times (35 + 17,4 \times \sum C + 4,4 \times \sum P + 0,6 \times \sum O) = 15 \times (35 + 17,4 \times 1 + 4,4 \times 4 + 0,6 \times 24) = 1266 \text{ год} / \text{год}$$

8 СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ

Подальший розвиток промисловості потребує створення, як автоматизованого обладнання, автоматизованих ліній і технологічних процесів, так і автоматизації управління виробництвом.

Мікропроцесорні пристрої та електронно - обчислювальні машини, що пов'язані між собою обчислювальними й управляючими мережами з використанням загально – промислових баз даних, дозволяють впроваджувати комп'ютерні технології в нетрадиційні сфери діяльності підприємства, що проявляється в широкій інтеграції вітчизняних технічних засобів автоматизації виробничих процесів та управління ними.

Таким чином, управління технологічним процесом (об'єктом) включає в себе комплекс операцій, необхідних для формування відповідних цілеспрямованих діянь на процес. Проте для прийняття найбільш раціональних (оптимальних) рішень по управлінню процесом, ця задача повинна бути формалізована, тобто досліджена як об'єкт автоматизації .

Будь – який технологічний процес може бути умовно зображений у вигляді параметричної схеми (рис.8.1), на якій виділяються основні групи параметрів, що характеризують стан процесу у будь-який момент часу, розглядається взаємозв'язок різних параметрів. Об'єкт автоматизації на параметричній схемі зображується у вигляді прямокутників. Всі величини об'єкта, які характеризують процес поділяють на вхідні і вихідні.

Вихідні параметри характеризують стан технологічного процесу, у якому він знаходиться внаслідок сумарного впливу керуючих і збурюючих параметрів розрізняють параметри стану $Y_1, Y_2 \dots Y_n$ і контролю $u_1, u_2 \dots u_i$.

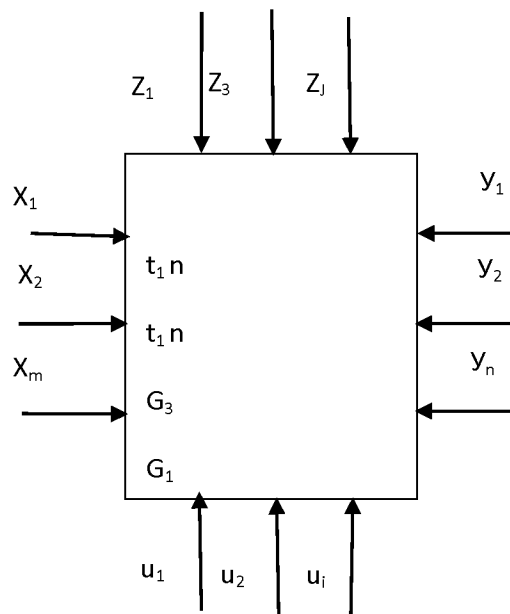


Рис. 8.1 Параметрична схема технологічного процесу

Вихідні параметри можуть бути розділені на керуючі $X_1, X_2 \dots X_m$ і збурюючі $Z_1, Z_2 \dots Z_j$. До керуючих відносять легко змінювані вхідні величини, які характеризують матеріальні або енергетичні потоки, наприклад, витрата сировини, пари; продуктивність тощо; а до збурюючі діянь важко змінювані або незалежність (неконтрольовані) величини, які відображають зміну складу сировини, якісних показників енергоносія і умов теплообміну, а також взаємний вплив величин. При цьому управляючі параметри можна змінювати цілеспрямовано. Дія на процес збурюючі параметрів, як правило є випадковою.

Управляючі і збурюючі параметри включають в себе вихідні величини об'єкта, які характеризують режим роботи об'єкта і які необхідно підтримувати на заданому рівні або змінювати за певною програмою з допомогою управляючих діянь.

система автоматизації передбачає:

- автоматичний контроль температури, тиску, рівня,

- автоматичне і дистанційне регулювання рівня, режимних температур;
- блокуюче управління по рівню і температурі охолодження суміші;
- автоматичне і дистанційне управління електродвигунами і клапанами.

Регулювання рівня суміші у резервуарі виконується за допомогою кондуктометричного датчика рівня, який розташований у резервуарі, регулюючого блоку БК – 1 мікропроцесорного контролера Р-130, він діє на виконавчий механізм МЕО (п. 1б), установлений на лінії подачі суміші у резервуар і на електродвигун насосу (п. 1в), установлений на лінії відкачки суміші з резервуару.

Регулювання температури у фризери здійснюється датчиком (п.2а) (ТСП-0879-01), сигнал якого через нормуючий перетворювач (п.2б) (БУС-10) надходить до мікропроцесорного контролера для подальшої його обробки і на ПЕОМ, де відображено технологічний процес і поточне значення параметрів.

При відхиленні температури від номінального значення сигнал розузгодження з мікропроцесорного контролера надходить на виконавчий механізм МЕО(п.2в), який разом з регулюючим органом змінює подачу аміаку у фризери.

Температура морозива у загартувальній камері контролюється аналогічно температурі у фризери по ланцюгу (п.3а) (ТСП-0879-01) → п.3б(БУС-10) → МПК → ПЕОМ, а регулюється по ланцюгу МПК → ПЕОМ → п.3в(МЕО).

Контроль тиску аміаку, що надходять до фризери та стиснутого повітря, відбувається манометрами МТП(п.4а,5а,6а,7а).

Управління електродвигунами фризери, фасувального автомату, вентиляторів за гартувальної камери здійснюється з МПК (ПЕОМ) через реле герконове РЕС-46 і теплові реле.

Управління перемикаючими клапанами виконується через програмуємий мікропроцесорний контролер.

9 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

Під час роботи над розділом використовувалась інформація надана у джерелах [5], [6], [7].

Вступ

Охорона праці - це комплекс законодавчих актів та відповідних їм соціально економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, лікувально - профілактичних заходів, що забезпечують безпеку праці, збереження здоров'я та життя людини в процесі праці.

Майбутні спеціалісти молочної промисловості обов'язково повинні знати законодавчі акти і вміти здійснювати на практиці відповідні заходи, направлені на попередження виробничого травматизму і професійних захворювань, покращення умов праці робітників, виявлення відхилень від вимог стандартів, норм та правил.

Перевірка охорони праці на підприємствах молочної галузі здійснюється за допомогою трьохступеневого контролю.

Перший ступінь контролю здійснюється - майстром, начальником дільниці, начальником зміни, громадським інспектором з охорони праці. Кожного дня виявлені недоліки і порушення негайно виправляються і записуються у спеціальний журнал.

Другий ступінь контролю проводиться комісією на чолі з начальником цеху і старшим громадським інспектором з охорони праці цеху та представником санітарної служби - не менше разу у тиждень. Виявлені недоліки негайно виправляються або робиться запис в журналі з наданням строків виконання.

Третій ступінь контролю проводиться комісією на чолі з головним інженером підприємства і головою комітету профспілки не менше 1 разу на місяць.

Результати перевірки розглядаються, на засіданні у директора або головного інженера підприємства.

По характеру та часу проведення інструктажі бувають повторний, вторинний, первинний, на робочому місці, позачерговий, цільовий.

Ввідний інструктаж проводиться з усіма особами, які приймаються на роботу незалежно від освіти та стану роботи по даній професії або посади. Ввідний інструктаж проводить інженер служби охорони праці або інженерно технічний працівник.

Ввідний інструктаж проводиться в кабінеті охорони праці або в спеціально обладнаному приміщенні з використанням сучасних засобів навчання. Проведення ввідного інструктажу фіксується у спеціальному журналі реєстрації ввідного інструктажу з обов'язковим підписом інструктованого та інструктора.

Первинний інструктаж на робочому місці проводиться з кожним робітником індивідуально.

Повторний інструктаж проводять з метою перевірки та підвищення рівня знань правил та інструкцій по охороні праці, але не менше ніж через 6 місяців, а на ділянках з підвищеною небезпекою - не менше ніж через 3 місяці. Проведений інструктаж фіксують в журналі реєстрації інструктажу на робочому місці.

Позачерговий інструктаж проводять при зміні правил в охороні праці, технологічного процесу, зміні або модернізації обладнання при порушенні робітниками правил безпеки, що мало б призвести до травм, аварій, нещасних випадків.

Відповідно статті 13 Закону Роботодавець створює на робочому місці в кожному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів.

Для цього керівник забезпечує функціонування системи управління охороною праці (СУОП):

- створює необхідні служби відповідно штатного розкладу;
- призначає керівників підрозділів;
- затверджує інструкції про їх обов'язки, права та відповідальність за

виконання покладених на них функцій з питань охорони праці.

Основні заходи по охороні праці та техніки безпеки являються частиною колективного договору. Для покращення умов праці запобігання травматизму передбачається ряд заходів:

- застосування більш досконалих засобів механізації та автоматизації;
- покращення умов праці;
- підвищення культури виробництва.

Вібрація

Контроль за рівнем вібрації на підприємстві виконується згідно з ГОСТ 12.1.012-90 та СН 3044-84 «Допустимі рівні вібрації для робітників м'ясопереробної промисловості»

Освітлення

Раціонально розташоване освітлення відіграє велику роль для здоров'я працівників, забезпечує безпеку праці, покращує її продуктивність і покращує якість виробляємої продукції.

Освітлення в цехах відбувається через вікна 4500*3600 мм в день. В похмурі дні та в вечірні години за допомогою ламп накаливання і люмінесцентних ламп, які рівномірно розміщені під стелею приміщення.

Стіни та стеля пофарбовані у білий колір для кращого відбиття світлового потоку та покращення освітленості. Освітлення відповідає санітарним нормам та правилам.

Для безпечної експлуатації обладнання, вона фарбується в сигнальні кольори червоний, зелений, жовтий, оранжевий, синій, білий, чорний. Сигнальні кольори наносяться на технологічне обладнання, пристрої підйому та транспортування, трубопроводи, елементи кольору будівельних конструкцій та інші споруди. Сигнальні кольори забороняють, зосереджують увагу, попереджують про небезпеку, вказують безпечні місця.

На трубопроводах стрілками вказуються напрямки руху сировини та продуктів.

Електробезпека

Для захисту від враження електричним струмом електродвигуни, пускова апаратура та неструмоведучі частини обладнання надійно заземлені або замкнуті. Струмоведучі дроти мають надійну ізоляцію. Але з часом вона погіршується в наслідок перегріву, експлуатації сирих та агресивних середовищах, механічних вражень, старіння. Утримання ізоляції несправності являється головною вимогою "Правил технічної експлуатації електроустановок" Для своєчасного виявлення та усунення дефектів ізоляції виконується профілактичні перевірки. Також контролюється заземлення та занулення. Для збільшення надійності та підвищення стану служби ізоляції розводка проводів виконання в металевому гнучкому шланзі. До організаційних мір забезпечення електробезпеки відносяться:

- ✓ до роботи допускається тільки навчені робітники з електроустановками;
- ✓ виконання правильної організації праці;
- ✓ здійснення керівниками контролю за проведенням робіт;
- ✓ підвищення кваліфікації;
- ✓ дотримання трудової дисципліни;
- ✓ своєчасне проведення інструктажів.

Мікроклімат

Мікроклімат виробничих приміщень визначається такими параметрами: температурою повітря в приміщенні, відносною вологістю повітря, рухливістю повітря, тепловим випромінюванням.

Для зменшення вологості в виробничих приміщеннях слід уникати технологічних процесів, де є відкриті поверхні рідин, з яких вони випаровуються. Технологічне обладнання повинно бути герметизоване, а для видалення пари - обладнане витяжками. Як засіб видалення вологи із повітря приміщення використовується вентиляція. В приміщеннях, де діють оптимальні норми мікроклімату, слід встановлювати апарати для кондиціонування повітря. Норми мікроклімату наведені в таблиці 9.1.

Таблиця 9.1. Норми мікроклімату

Категорія робіт	Період року	Температура повітря, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
		Допустима	Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима	Оптимальна
2а	Холодний	18-25	17-23	40-65	70	0.25	0.2
	Теплий	25-35	20-25	40-65	70	0.35	0.3

Пожежна безпека

У виробничих приміщеннях усі двері повинні відчинятися в напрямку до виходу з приміщення. На випадок виникнення пожежі є схема евакуації, в усіх будівлях знаходяться пожежні щити і є забезпеченість вогнегасниками.

По пожежній вогнебезпеці цех технічних фабрикатів відноситься до категорії "Б" (оброблення негорючих речовин).

Цех обладнаний автоматичною системою пожежної сигналізації, а використовуються вогнегасники типу ОУ, порошкові.

Запас води, м³, потрібний для пожежогасіння будівлі, розраховується за формулою:

$$Q = \frac{3 \cdot 3600 \cdot n_{\text{общ}}}{1000}, \text{ м}^3 \quad (1)$$

$$n_{\text{общ}} = n_1 + n_2, \text{ л/с} \quad (2)$$

де 3 – розрахунковий час пожежі, год;

3600 – перерахунок годин в секунди;

n_1 – витрати води на зовнішнє пожежогасіння за секунду, л/с;

n_2 – витрати води на внутрішнє пожежогасіння за секунду, л/с – визначається залежно від об'єму будівлі, категорії виробництва за вибухопожежонебезпекою і ступенем вогнестійкості будівельної конструкції = 15 л/с;

1000 – перерахунок літрів у метри кубічні.

Прийнято, що для внутрішнього пожежогасіння необхідно мати два струмені води, які б викидали по $3,5$ літра води за 1 с (два джерела

горіння), тобто $n_1 = 2 \cdot 3,5 = 7$ л/с; (3)

$$Q = \frac{3 \cdot 3600 \cdot (15 + 7)}{1000} = 237 \text{ м}^3 \quad (4)$$

Для пожежогасіння потрібно мати резервуар місткістю не менше 240 м³.

Забезпечення безпечної роботи персоналу

Технологічне обладнання розміщено таким чином, що в цехах залишені необхідні подовжені та широкі проходи, а також площадки для його обслуговування і підходи до нього. Ширина основних проходів $2,5 - 3$ м., відстань між відступаючими частинами апаратів $0,8$ —ім.

Розміщення обладнання зумовлене напрямком технологічного потоку.

У забезпеченні випуску молочної продукції високої якості стійкості до зберігання і безпечної для споживання, винятково велике значення має неухильне підтримання належної чистоти усього обладнання.

Характеристика джерел виділення шкідливих речовин в атмосферу

Таблиця 9.2

Найменування джерел викидів	Об'єкт викиду	Шкідлива речовина	Вики Д, м ³ /с	Кількість, т/рік
Котельня	Котел	Окиси вуглецю Окис азоту	0,77	12,9 3,6
Електро-зварювання	Головний виробничий корпус	Зварочний аерозоль Окис марганцю Окис хрому	15,92	0,0052 0,0053 0,00062
	Цех морозива	Окис хрому Зварочний аерозоль Окис марганцю	1,61	0,00009 0,00069 0,00069
	Майстерня	Зварочний аерозоль Окис марганцю Окис нікелю	0,28	0,103 0,1038 0,0551
Газо-зварювання	Майстерня	Окис вуглецю	0,28	0,0632
Компресорна основного виробництва	ОУА-200, КСА-400, НФ-311	Аміак	0,56	1,970
Компресорна цеху морозива	НФ-612, НФ-611, НФ-411	Аміак	1,288	3,27

10 ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

Захист навколишнього природного середовища на підприємствах харчової промисловості з ряду заходів-виявлення джерел забруднень та їх локалізації.

Питання охорони довкілля особливо гостро стоїть перед підприємствами молочної промисловості, які переробляють сировину тваринного походження.

При технологічному процесі виробництва різних молочних продуктів (морозива) утворюється значна кількість рідких забруднюючих стоків. В зв'язку з цим необхідне проведення спеціальних заходів для очищення стоків та інших викидів у навколишнє середовище.

Утворення викидів у технологічних процесах можуть бути викликані наступними причинами:

- недосконалість технології та обладнання;
- недостатня автоматизація технологічних процесів;
- тривала експлуатація обладнання без профілактичних заходів,

Основним джерелом забруднення є промислові відходи після мийки обладнання та приміщень, установок допоміжних виробництв, котельної, компресорної, ремонтно-технічної майстерень.

Велика концентрація сполук в стічних водах зумовлена втратами сировини в процесі виробництва.

Велике значення в охороні оточуючого середовища мають заходи щодо озеленення території підприємства. Зелені посадки, що займають 50% площі загальної території підприємства, поглинають деяку кількість шкідливих речовин і насичують повітря киснем, також це сприяє зниженню рівня шуму.

Характеристика викидів

Кількість шкідливих викидів визначається відповідними галузевими нормами технологічного проектування і галузевими методичними вказівками і рекомендаціями щодо визначення викидів шкідливих речовин в атмосферу з врахуванням вимог ГОСТ - 17.23-02-78 ОНД - 86, СН -245-71.

В розрахунках визначення викидів в атмосферу використовують інформацію про вентиляційні установки, якими обладнані виробничі приміщення, в яких можливе виділення шкідливих речовин. В цьому випадку відповідні вентиляційні установки вважаються джерелом викидів шкідливих речовин в атмосферу.

Приміщення головного виробничого корпусу обладнане витяжною вентиляційною системою (У4-70, 5 шт.) загальною продуктивністю 59000 м³/год.

В цеху виробництва морзива встановлено три вентиляційні установки типу КУЗ-90 загальною продуктивністю 5800 м³/год.

В майстерні встановлений витяжний вентилятор У4-70 продуктивністю 100 м³/год.

В компресорних цехах основного виробництва встановлена вентиляційна установка типу У4-70 продуктивністю 201 м³/год. На комбінаті працює компресорна установка, на якій використовується аміак. Для запобігання змішування аміаку з повітрям і викиду його в атмосферу необхідно встановити в цеху елементи захисту та сигналізації. Сигналізатори спрацьовують в тому випадку, коли вміст аміаку в повітрі перевищує гранично допустиму норму.

Роботу допоміжного виробництва забезпечує котельня, яка знаходиться на території комбінату. В процесі вироблення пари в котлах спалюється органічне та штучне паливо, внаслідок чого утворюються небезпечні сполуки, які не згорають, а відводяться в димохід. Для забезпечення необхідної чистоти повітря, що викидається,

зовні встановлені відповідні пристрої - уловлювачі та фільтри, які в деякій мірі очищують повітря.

Охорона поверхневих та підземних вод

В технологічному процесі передбачається використання агресивного середовища і хімічно-небезпечних речовин (аміак). Перед тим як скидати відпрацьовану рідину, її необхідно попередньо профільтрувати, а потім обробити хімічним розчином.

Після досягнення необхідного вмісту шкідливих речовин, що відповідають санітарним нормам, рідину можна скидати в міську мережу каналізації.

Основна кількість стічних вод пов'язана з мийкою технологічного обладнання, скляної тари, трубопроводів і автоцистерн. Мийка здійснюється розчинами лугів, кислот і хлору. Загальний стічний викид формується з усіх стічних потоків підприємства і впродовж доби має сталий хімічний склад.

Незначна кількість стічних вод утворюється за рахунок споживання води на побутові потреби, пов'язані з підтримкою необхідного санітарно-гігієнічного стану виробничих приміщень, а також вологого прибирання території та пожежної безпеки.

Для зменшення кількості стічних вод використано систему зворотного водопостачання. Водовідведення відбувається шляхом скиду промислових стоків в заводський та міський колектори.

Стічні води вміщують хлориди, сульфати, аміак, нітрати, нітроти, фосфати і залізо.

Рекомендуємо наступні заходи щодо зниження кількості забруднюючих речовин в стічних водах:

1. Встановити ємності для збору жировмісних заплосків після мийки технологічного обладнання та трубопроводів;
2. Передбачити установку для безрозбірної мийки резервуарів та можливість повторного використання розчинів миючих засобів;

3. Організувати збір та очищення належним чином стоків дощових і талих вод.

4. Максимально зменшити втрати через нещільності на всіх лініях технологічних процесів;

5. Передбачити будівництво очисних споруд для доведення вмісту речовин в стоках до норм ГДК;

Забороняється скидати в міські системи водовідведення стічні води:

pH яких становить менш як 5,0 і більше 8,0;

- які містять токсичні і радіоактивні речовини, збудники інфекційних захворювань, а також речовини, для яких не встановлені ГДК;

Скидання стічних вод промислових підприємств у міську систему водовідведення має здійснюватися рівномірно протягом доби. Залпові скиди забороняються.

Для санітарної обробки деталей та вузлів автомата для зняття з них жирових відкладень повинен застосовуватись гарячий (65-80°C) содовий розчин. Концентрація содового розчину на 1л води: 0,6-1,51% розчин кальцірованої соди Ca_2CO_3 (9-10г на 1 л води) або 0,18-0,25% розчин каустичної соди NaOH (1,8-2г на 1л води). Деталі та вузли, що підлягають обробці, промивають гарячою водою, потім содовим розчином, після чого ополіскують теплою водою.

Отже, основним забрудником довкілля підприємства є стічні води, що утворюються під час мийки обладнання і скидаються в міську каналізаційну мережу. До складу їх входять переважно органічні речовини, які є залишками сировини та продуктів трансформації їх. Такі води потребують локального очищення. Оскільки стічні води містять переважно легкоокиснювані органічні забруднення, то найбільш доречним є біохімічний метод, який вдало поєднує в собі технологічну простоту з добрими техніко-економічними показниками. Пропонується на

підприємствах громадського харчування застосовувати попереднє метанове бродіння із подальшим аеробним доочищенням в аеротенках.

11 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

Характеристика ВАТ “Полтавахолод”

Оцінка стійкості роботи ВАТ “Полтавахолод” до дії світлового випромінювання, та до дії проникаючої радіації.

Підприємство розміщується в м. Полтаві займає загальну земельну ділянку 72347 м². Підприємство має необхідну інфраструктуру для забезпечення процесу виробництва. До території підприємства підходять автошляхи з твердим покриттям, а також комунікації енерго та газозабезпечення, водопостачання та каналізації. Відстань від підприємства до залізничної станції 1,5 км.

На підприємстві виробляють морозиво.

Інженерний захист працівників і службовців об’єкта здійснюється за допомогою інженерних споруд: укриття. Заздалегідь проводяться інженерні заходи по будівництву та обладнанню захисних споруд з урахуванням умов розміщення об’єкта та вимог будівельних норм та правил.

Укриття – це підвальне приміщення, що знаходиться під основним виробничим корпусом підприємства. Вхід в підвальне приміщення через центральний вхід корпусу. На підприємстві передбачені евакуаційні заходи для працівників та цивільного населення. Оцінка інженерного захисту працівників та службовців на об’єкті проводиться за допомогою показників, що характеризують здатність інженерних споруд забезпечити надійний захист людей при виконанні наступних умов:

- загальна місткість захисних споруд дозволяє укрити працюючий персонал;

- захисні властивості захисних споруд відповідають потрібним;
- розміщення захисних споруд відносно місць роботи дозволяє людям укритися по сигналу повітряної тривоги в установлений термін.

Підприємство на 100% забезпечено засобами індивідуального захисту.

Існують засоби індивідуального захисту, ними можуть бути:

- фільтруючі протигази КД;
- цивільні протигази ПГ-5, ПГ-7;
- медичні засоби захисту АУ-2, ПП-8;
- респіратори РПГ-67.

Для захисту шкіри використовують спеціальний одяг, чоботи, рукавиці.

Метою проекту є модернізація швидкоморозильного апарату лінії виробництва морозива. Під стійкою роботою промислового об'єкта розуміють його здатність випускати продукцію в запланованому об'ємі, а при отриманні слабких чи середніх ушкоджень або при порушенні зв'язків по поставках – поновляти виробництво в мінімальний термін.

Для того, щоб оцінити ступінь стійкості роботи підприємства та розробити заходи по її підвищенню, слід вивчити стан об'єкта та оцінити уразливість окремих елементів та об'єкта в цілому від вражаючих факторів зброї масового ураження, і перш за все від ядерного вибуху.

Основні вражаючі фактори, що представляють головну небезпеку для наземних об'єктів, - це ударна хвиля, світлова хвиля, вторинні вражаючі фактори та радіоактивне зараження. Для деяких об'єктів необхідно враховувати дію проникаючої радіації та електромагнітного імпульсу ядерного вибуху.

Об'єкти в силу різного призначення, профілю та спеціалізації відрізняються один від одного по конструкції будівель та споруд, складу обладнання та технологічній оснастці. Разом з тим слід вважати, що для

всіх промислових об'єктів методика оцінки стійкості їх роботи при виникненні вражаючих факторів ядерного вибуху може бути єдиною.

Оцінка стійкості об'єкта (головного виробничого корпусу, цеха) до дії проникаючої радіації та радіоактивного зараження.

Дія проникаючої радіації та радіоактивного зараження на виробничу діяльність підприємств проявляється головним чином через дію їх на людей, матеріали та прилади, які є чутливими до іонізуючого випромінювання. На підприємствах харчової промисловості ще слід враховувати дію іонізуючого випромінювання на харчову сировину, напівфабрикати, готову продукцію, можливу ступінь зараження радіоактивними речовинами джерел водопостачання, промислових приміщень та обладнання.

Загроза променевого ураження виробничого персоналу може викликати необхідність зупинки підприємства на певний час, за який рівень радіації в результаті природного процесу розпаду радіоактивних речовин або дезактивації зменшаться до значень, які не являють собою небезпеки для людей. Тому головна мета оцінки стійкості об'єкта від іонізуючих випромінювань – виявити ступінь небезпеки радіаційного ураження людей в конкретних умовах роботи на забрудненій території. Умови роботи можна охарактеризувати рівнем радіації на об'єкті, початком зараження та місцем робіт.

Оцінюючи стійкість до дії іонізуючих випромінень, розраховують дози радіації для кожної групи робітників та службовців, що знаходяться в однакових умовах. По дозі оцінюється можливість продовження роботи

- Віддалення від центра міста (епіцентр вибуху), $R_x=40\text{км}$
- Очікувана потужність ядерного вибуху – $0,2\text{Мт}$, вибух наземний.
- Напрямок середнього вітру - 0°
- Швидкість середнього вітру $V_{cp} - 40 \text{ км/год}$
- Об'єкт розміщено відносно центра міста по азимуту 150°

- Будівля головного виробничого корпусу 2-х поверхова цегляна
- Сховище для укриття робітників та службовців – вбудоване в будівлю виробничого комплексу з виступаючими над поверхнею землі перекриттями ($K_p=2$). Перекриття з залізобетону товщиною 60см та ґрунтова підсіпка товщиною 50 см

- Максимальна тривалість зміни 12год
- Установлена доза опромінення 25 Р.

1) визначаємо дозу проникаючої радіації на об'єкті. Доза проникаючої радіації на об'єкті при даних умовах значно менше 5 Р. Її дію на об'єкт в подальшому аналізі не враховуємо.

2) Визначаємо рівень радіації на об'єкті на 1 год. після вибуху. Рівень радіації на осі сліду при заданих умовах рівний $P_1= 380$ Р/год. Так як рівень радіації розраховуємо для самих складних умов (об'єкт знаходиться на осі сліду хмари), то віддалення об'єкта від осі сліду не враховуємо.

3) Визначаємо ступінь захищеності робочих та службовців в приміщеннях головного виробничого корпусу на робочих місцях та в сховищі об'єкта.

Знаходимо коефіцієнт ослаблення дози радіації виробничим корпусом. Для 3-поверхової будівлі $K_{осл.буд}=6$.

$$\text{для сховища} \Rightarrow K_{осл.сх} = K_p \prod_{i=1}^n 2^{\frac{h_i}{d_i}} \quad (1)$$

Коефіцієнт, що враховує розміщення об'єкта, по умові рівний 2. Перекриття та стіни сховища виконані з залізобетону $h_1=60$ см. Товщина ґрунтового шару $h_2=50$ см (шар половинного ослаблення залізобетону $d_1=3,7$ см, гранта $d_2=8,1$ см).

Таким чином :

$$K_{осл.сх} = 2 \times 2^{\frac{60}{5,7}} \times 2^{\frac{50}{8,1}} = 212802,5 \quad (2)$$

4) Визначаємо дозу радіації, яку можуть отримати робітники та службовці в даних умовах на робочих місцях за повну робочу зміну (12год):

$$D_{p.m.pz} = \frac{D_{откр}}{K_{осл.зд}} = \frac{5 \times P_1 (t_n^{-0,2} - t_k^{-0,2})}{K_{осл.зд}} \quad t_i = \frac{R_x}{V_{\dot{n}\partial}} + t_{\dot{a}\dot{e}i}, \quad t_n = \frac{40}{50} + 1 = 1,8 \text{ год} \quad (3)$$

t_n - час початку роботи в умовах радіоактивного забруднення, відносно моменту вибуху;

t_k - час закінчення роботи в умовах РЗ відносно вибуху;

$$t_k = t_n + t_p = 1,8 + 12 = 13,8 \text{ год.}; \quad P_1 = 380 \text{ Р/год}; \quad (4)$$

$$D_{p.m.pz} = \frac{5 \times 380 \times (1,8^{-0,2} - 13,8^{-0,2})}{6} = 94,2 \text{ Р} \quad (5)$$

5) визначаємо дозу радіації, яку можуть отримати робітники та службовці, що укриті в сховищі на протязі 12 год.:

$$D_{p.b.pz} = \frac{5 \times 380 \times (1,8^{-0,2} - 13,8^{-0,2})}{212802,5} = 0,0026 \text{ Р} \quad (6)$$

Щоб оцінити захисні властивості сховища для максимального строку перебування в ньому (4 доби); визначаємо дозу радіації, яку можуть отримати люди, перебуваючи в сховищі за цей час:

$$t_k = t_n + t_p = 1,8 + 96 = 97,8 \text{ год.} \quad (7)$$

$$D_{p.b.pz} = \frac{5 \times 380 \times (1,8^{-0,2} - 97,8^{-0,2})}{212802,5} = 0,0044 \text{ Р} \quad (8)$$

6) Визначаємо межу стійкості об'єкта в умовах радіоактивного зараження, тобто максимальний рівень радіації на об'єкті, до якого можна працювати в звичайному режимі:

$$P_{1np} = \frac{D_{уст} \times K_{осл}}{5 \times (t_n^{-0,2} - t_k^{-0,2})} \quad (9)$$

$D_{уст}$ – допустима доза опромінення працюючої зміни з врахуванням можливого опромінення в замиській зоні та при переїзді на об'єкт.

$$P_{1np} = \frac{25 \times 6}{5 \times (1,8^{-0,2} - 13,8^{-0,2})} = 100,8 \text{ Р/год} \quad (10)$$

7) Визначаємо час від моменту вибуху до початку роботи об'єкта в звичайному режимі:

$$P_{np} = P_1 \times t^{-1,2} \text{ ,де } t = \sqrt[1,2]{\frac{380}{100,8}} = 3,02 \text{ год} \quad (11)$$

8) Визначаємо ступінь герметизації вікон, дверей та можливість пристосування системи вентиляції виробничого комплексу для очистки повітря від радіоактивного пилу.

В будівлі вікна великих розмірів, тому в випадку їх руйнування радіоактивний пил буде проникати в приміщення. Система вентиляції може бути застосована для очищення повітря від пилу.

Результати оцінки стійкості об'єкта до дії радіоактивного зараження та проникаючої радіації зведено в таблицю.

Таблиця 11.1

Елемент об'єкта	Характеристика будівлі	Коеф. ослаблення	Доза опромінення, Р	Межа стійкості в умовах РЗ, Р/год
Вир. корпус	Цегляне 2-х поверхове	6	94,2	100,8
сховище	Вбудоване в буд. корпусу	212802,5	0,0026	

Аналіз результатів оцінки стійкості головного виробничого корпусу до дії радіоактивного зараження та проникаючої радіації дозволяє зробити наступні висновки:

1. об'єкт може опинитися в зоні зараження з рівнем радіації на 1 год. після вибуху, рівним 380 Р/год. Дія проникаючої радіації малоімовірно.

2. головний виробничий корпус нестійкий до дії радіоактивного зараження: граничне значення рівня радіації для об'єкта 100,8Р/год менше рівня радіації, який може бути на об'єкті – 380Р/год. Робітники за робочу зміну отримують дозу 94,2 Р, що перевищує як установлену дозу 25 Р, так і гранично допустиму для військового часу 50 Р.

3. робота на об'єкті після вибуху в звичайному режимі можлива лише через 3,02 год.

4. сховище забезпечує надійний захист виробничого персоналу від радіоактивного зараження.

5. Для підвищення стійкості головного виробничого комплексу в умовах радіоактивного зараження необхідно забезпечити герметизацію приміщень корпусу, робочих та службовців на робочих місцях засобами захисту органів дихання (респіраторами, протипиловими тканевими масками чи протигазами); підготувати щити для закриття віконних проємів на випадок руйнування скла; частину віконних з виникненням загрози нападу заложити цеглою; підготувати систему вентиляції в будівлі для роботи в режимі очистки повітря від радіоактивного пилу; розробити режим роботи в головному виробничому корпусі в умовах радіоактивного забруднення місцевості.

ВИСНОВКИ

У цій кваліфікаційній роботі виконана модернізація швидкоморозильного апарату для виготовлення морозива.

Модернізація передбачає заміну конструкції підвіски та виготовлення додаткового набору підвісок для гартувального конвеєра морозильної камери. Це дає можливість проводити процес гартування морозива «сендвіч», «ріжок», «брикет» та морозива у стаканчиках. За рахунок впровадження модернізації збільшується асортимент продукції, збільшується прибуток підприємства від реалізованої продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Єресько Г.О. Технологічне обладнання молочних виробництв: [підруч.]/ Єресько Г.О., Шинкарик М.М., Ворощук В.Я. – К.: Центр навчальної літератури, 2007. – 344с,
2. Машкін М.І. Технологія виробництва молока і молочних продуктів: [підруч.]/ М.І.Машкін, Н.М.Париш . – К.:Вища освіта. 2006.- 351с.
3. Степанов Д.В., Степанова Н.Д., «Холодильна техніка і технологія». Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2008.
4. Тітлов О.С. Холодильне обладнання підприємств харчової промисловості: навчальний посібник / О.С.Тітлов, С.Ф.Горикін. – Львів : «Новий Світ – 2000», 2011- 286 с.
5. Гандзюк М.П. , Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці,/ М.П Гандзюк, Є.П Желібо, М.О. Халімовський - 2008, Київ, „Каравела”.
6. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці, / В.Ц. Жидецький - Львів Українська академія друкарства, 2006
7. Кодекс законів про працю України (КЗПУ)
8. Мирончук, В.Г. Монтаж та технічний сервіс обладнання: навч.посіб. / В.Г.Мирончук, Д.М.Люлька, О.А.Єщенко, О.І.Свідерська. За ред. В.Г. Мирончука – К:НУХТ, 2017. – 162 с.
9. Бойко Ю.І., Литвиненко О.А. Технологія машинобудування. Курсове проектування: навч. посіб. – К.: НУХТ, 2018. – 285 с.
7. Мирончик В.Г Орлов Л.О. Українець. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості./ А.І. В.Г. Мирончик, Л.О. Орлов, А.І. Українець - Вінниця Нова книга , 2004 – 282 с.

- 8 Методичні рекомендації до виконання випускової кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» освітньо-професійної програми «Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв» денної та заочної форм навчання [Електронний ресурс] / укладачі : В. Г. Мирончук, М. В. Якимчук, О. М. Гавва, Р. Л. Якобчук, Є. М. Бабко ; Національний університет харчових технологій. – Київ : НУХТ, 2022. – 48 с.
- 9 . Шоботов В.М Цивільна оборона / В.М. Шоботов — К ., Міністерство освіти і науки України Приазовський державний технічний університет, 2004 —248 с.

Інтернет-ресурси:

1. <http://www.tsatu.edu.ua/ophv/wp-content/uploads/sites/13/lekcija-1-obladnannja-dlja-vyrobnnytva-moroziva-.pdf> обладнання для виробництва морозива
2. <https://lasunka.com/blog/virobnicztvo-moroziva/> виробництво морозива
3. <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/776d7eb2-2686-41c6-b5f5-6bd5f3a68974/content> наукове і технічне забезпечення виробництва морозива