

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет транспорту та механічної інженерії

(повне найменування факультету)

Кафедра прикладної механіки та мехатроніки

(повна найменування кафедри)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «МАГІСТР»**

**Проектування лінії з виробництва пастеризованого
молока**

спеціальність 131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти

групи ІМм-21

Кашуба Роман Олександрович

(підпис)

Керівник:

к.т.н., доцент

Валецький Богдан Петрович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу

допущено до захисту

«__» _____ 2023р.

к.т.н., доцент

Гарант освітньої програми:

Четвержук Тарас Іванович

(підпис)

Луцьк – 2023 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	<u>транспорту та механічної інженерії</u>
Кафедра	<u>прикладної механіки та мехатроніки</u>
Ступінь вищої освіти:	<u>магістр</u>
Галузь знань:	<u>13 Механічна інженерія</u>
Спеціальність:	<u>131 Прикладна механіка</u>
Освітня програма:	<u>Прикладна механіка</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ПМ та М

_____ Р.РЕДЬКО

« ____ » _____ 2023р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Кашуби Романа Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: *Проектування лінії з виробництва пастеризованого молока, керівник кваліфікаційної роботи Валецький Богдан Петрович, доцент, к.т.н., затверджені наказом вищого навчального закладу від «14» січня 2023 р. № 42-01-02.*
2. Строк подання студентом роботи 01.12.2023 р
3. Вихідні дані до роботи: *літературні джерела, патенти*
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Анотація. Зміст. Вступ. 1 Технічна частина, 2 Технологічна частина.

3 Конструкторська частина. 4 Експлуатаційна частина.

5. Спецчастина. Висновки. Перелік посилань. Додатки
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Технологічна лінія з виробництва пастеризованого молока.

Компонувальні плани розміщення обладнання ділянки.

Загальний вигляд розливно-пакувального автомату

Складальні креслення розливної колони та дозатора

Функціональна та кінематична схеми розливно-пакувального автомату

Монтажні схеми розливно-пакувального автомату

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 02.09.2023 р _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1.	<i>Технічна частина</i>	<i>15.09.23</i>	
2.	<i>Технологічна частина</i>	<i>01.10.23</i>	
3.	<i>Конструкторська частина</i>	<i>15.10.23</i>	
4.	<i>Розробка технологічних планів ділянки і схем машини</i>	<i>25.10.23</i>	
5.	<i>Експлуатаційна частина</i>	<i>01.11.23</i>	
6.	<i>Оформлення ілюстративного матеріалу</i>	<i>20.11.23</i>	
7	<i>Інструментальна перевірка на академічний плагіат</i>	<i>25.11.23</i>	
	<i>Представлення кваліфікаційної роботи магістра до захисту</i>	<i>01.12.23</i>	

Студент _____
(підпис)

Кашуба Р.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Валецький Б.П.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кашуба Р.О. Проектування лінії з виробництва пастеризованого молока. – Рукопис.

Кваліфікаційна робота магістра ОП «Прикладна механіка» спеціальності 131 Прикладна механіка. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2023.

Кваліфікаційна робота магістра складається із вступу, 5 розділів, висновків і пропозицій, списку використаних джерел.

Проведено аналіз вихідних даних та актуальність роботи. Описаний технологічний процес виготовлення пастеризованого молока та проаналізована робота ділянки пакування.

Проведені необхідні розрахунки показників і параметрів машини, яка проектується: технологічний, енергетичний, конструктивний, кінематичний, розрахунок циліндричної та черв'ячної передачі, також підбір і розрахунок підшипника та розрахунок шпонкового з'єднання. Розроблена конструкція машини вузлів та деталей.

Описано монтаж і ремонт машини, вибір такелажного оснащення, схема монтажу, вибір методу вивірки обладнання на фундамент. Здійснено статичний розрахунок, вибір інструментів та засобів монтажу, вибір мастильних матеріалів та пристроїв, а також проведено розрахунок основних конструктивних параметрів такелажних пристроїв.

Експлуатація та технічне обслуговування машини показує послідовність та перелік операцій з підготовки до пуску, послідовність пуску і налаштування робочих режимів, експлуатація машини під час роботи і порядок проведення зупинки машини. Визначено порядок і послідовність технічного обслуговування обладнання.

Ключові слова: ділянка, фасування, упаковка, молока.

Kashuba R.O. Designing a pasteurized milk production line. - Manuscript.

Master's qualification work of OP "Applied Mechanics" specialty 131 Applied Mechanics. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2023.

The master's thesis consists of an introduction, 5 chapters, conclusions and proposals, a list of used sources.

An analysis of the original data and the relevance of the work was carried out. The technological process of manufacturing pasteurized milk is described and the work of the packaging department is analyzed.

The necessary calculations of indicators and parameters of the designed machine were carried out: technological, energy, structural, kinematic, calculation of cylindrical and worm gear, as well as selection and calculation of the bearing and calculation of the key connection. The machine design of nodes and parts is developed.

The installation and repair of the machine, the choice of rigging equipment, the installation scheme, the choice of the method of adjusting the equipment to the foundation are described. A static calculation was carried out, the selection of tools and means of installation, the selection of lubricants and devices, as well as the calculation of the main structural parameters of the rigging devices was carried out.

The operation and maintenance of the machine shows the sequence and list of operations for preparation for start-up, the sequence of start-up and setting of working modes, the operation of the machine during operation and the procedure for stopping the machine. The order and sequence of equipment maintenance is defined.

Key words: precinct, packaging, packaging, milk.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ЗМІСТ	6
ВСТУП.....	8
1. ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	11
1.1. Аналіз вихідних даних та поставленої проблематики	11
1.2. Загальні вимоги до машини, що проектується	12
1.3. Характеристика технологічної лінії	16
1.4. Вихідні дані для проектування	18
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	24
2.1. Вибір пакувального матеріалу	24
2.2. Вибір пакувального матеріалу для транспортної упаковки	26
3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	29
3.1. Технологічний розрахунок.....	29
3.2. Енергетичний розрахунок	29
3.3. Конструктивний розрахунок.....	30
3.4. Кінематичний розрахунок.....	33
3.5. Розрахунок циліндричної передачі	33
3.6. Розрахунок черв'ячної передачі	36
3.7. Підбір і розрахунок підшипника	38
4. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПЛАНІВ ДІЛЬНИЦІ І СХЕМ МАШИНИ.....	40
4.1. Обґрунтування компоновочного плану	40
4.2. Розробка плану розміщення обладнання.....	46
4.3. Обґрунтування схем машини.....	48
4.4. Розробка конструкції вузла та деталей	53
5. ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА	54
5.1. Монтаж, ремонт і умови експлуатації машини, особливості експлуатації модернізованого вузла	54
5.2. Організація ремонту машини.....	57

	7
5.3. Технічне обслуговування машини	60
ВИСНОВОК.....	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	64

ВСТУП

Актуальність теми. Останніми роками значна увага звертається на вдосконалення технології виробництва харчових продуктів, впровадження більш продуктивного обладнання, розширення асортименту переробленої продукції. Високими темпами розвивається виробництво молочних продуктів, різноманітних вин, високоякісних продуктів дитячого та дієтичного харчування, харчових концентратів, свіжозаморожених фруктів та овочів, напівфабрикатів.

Невід'ємною частиною науково-технічного прогресу є підвищення якості та біологічної цінності харчових продуктів. У цьому велика роль належить технологіям виробництва харчових продуктів і процесам переробки сільськогосподарської сировини. Вона базується на сучасних методах матеріальних розрахунків, зниженні витрат і відходів. Створення нових технологій є рушійною силою в галузі, сприяє створенню більш досконалої технологічної бази, правильному обґрунтуванню процесів при переробці сільськогосподарської продукції.

Сучасне обладнання для виробництва молочних продуктів характеризується високою продуктивністю при невеликих затратах ручної праці. Перед конструкторами постає питання, щоб створити таке обладнання, на якому підприємство буде розвиватися з найменшими втратами. В результаті значно підвищиться економічна ефективність підприємства. Окрім того, необхідно постійно займатися вдосконаленням поточкових ліній з автоматизованим регулюванням основних технологічних процесів.

Для того, щоб володіти питаннями щодо основних і перспективних напрямків розвитку молочної промисловості, необхідно володіти сучасною науково-технічною інформацією щодо новинок, які є на споживчому ринку сьогодні, а також методами його прогнозування. Останнім часом доволі уваги приділяється впровадженню у виробництво сучасних перспективних технологій і нових видів продуктів оздоровчого напрямку в харчуванні. Останній потрібно віднести до такого більш загального поняття, як функціональний. До цього часу на законодавчому рівні ці поняття чітко не визначені, а в тих галузевих державних

стандартах, де вони прописані, наявні розходження із визначеннями термінів, що застосовуються в світовій практиці. В останній до функціонального харчування, з точки зору дієтетики, в рівній мірі відносять як продукти для забезпечення здорового способу життя, тобто для збереження і підтримки належних показників здоров'я, так і продукти для його відновлення.

До молочних продуктів, що фасуються в пляшки ПЕТ, РР, РЕ і НБРЕ, пляшки з гвинтовими кришками, без занурення дюз в продукт під час наповнення, відносяться молоко, вершки, кефір, простокваша та інші молочні продукти. Як правило, молочні продукти фасують під вакуумом по рівню, також поруч з цим, використовують і фасування по об'ємі. При фасуванні по рівню заповнення тари здійснюється до рівня, який визначається положенням отвору, що перекривається, на зливній трубі фасувального пристрою [6].

Фасувальні машини для молочних продуктів майже завжди агрегатуються з закупорювальними. Тип пляшок, які використовуються, і спосіб їхньої закупорки залежить від виду продукту і від способу його наступної обробки.

Оскільки більшість випускаючих фасувальних машин є універсальними, тобто призначені як для фасування цільномолочних, так і кисломолочних продуктів, їх ділять залежно від виду фасувального продукту, а саме: найбільш поширених широкогорлих пляшок і спеціальних пляшок, які в основному використовуються для молочних продуктів дитячого харчування.

Актуальністю даної теми є те, що за останні декілька десятиріч виробництво України перетворилося із кустарного виробництва в передову та розвинену галузь, яка на основі нових розробок і впровадження сучасних технологій, високоефективного обладнання, автоматизації виробництва продовжує розвиватися.

Мета і завдання дослідження. Спроекувати технологічну лінію для виробництва пастеризованого молока з детальною розробкою ділянки його виготовлення.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі:

- провести аналіз технологічного процесу, який забезпечує задану якість пакування;

- зміна технологічного процесу та обладнання, що забезпечить необхідну продуктивність виробництва.

- спроектувати споживчу і транспортну упаковку для пастеризованого молока. Вона повинна відповідати попиту споживачів, забезпечувати якісне фасування і пакування продуктів, захищати їх від впливу шкідливих чинників, механічних пошкоджень, подроби тощо.

Об'єкт дослідження – технологічна лінія для виробництва пастеризованого молока.

Предмет дослідження – фасування пастеризованого молока, дільниця його виготовлення.

Методи дослідження. Теоретичні дослідження проводились на основі використанням опору матеріалів, теорії механізмів і машин та теоретичної механіки.

Особистий внесок магістранта. Частина результатів, що становить суть кваліфікаційної роботи, висновки та рекомендації належать автору, що визначив мету і поставив задачі досліджень, спроектував дільницю виготовлення пастеризованого молока, вивчив роботу технологічної лінії, описав функціональну схему та обґрунтував технічні параметри виробництва

1. ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1. Аналіз вихідних даних та поставленої проблематики

Молоко та його похідні продукти є досить цінними та незамінними. Тому проблеми виготовлення молока і молочних продуктів є актуальною.

Виробники молока і підприємства - переробники сьогодні не пов'язані між собою жодними, особливо економічними важелями. Кожен працює на себе: виробник прагне виготовити більше молока і якнайдорожче реалізувати його. Переробник навпаки - прагне закупити молоко для найдешевше. Вихід, виходячи із досвіду інших країн, і того, що вже було зроблено в Україні, в інтеграції товаровиробника і переробника. Обидві сторони повинні працювати на кінцевий результат, але повинна бути й економічна зацікавленість обох сторін [10].

Також закінчивши виготовлення будь-якого харчового продукту, його треба чи то відразу безпосередньо ужити, чи то деякий час до вживання зберігати. В обох випадках продукт треба помістити в якусь тару, відмірявши перед тим певну його кількість (порцію). Для цього існують відповідні порційні дозатори чи наповнювачі.

Першою з умов класифікаційних ознак - є фасування. Найпростіше фасувати за звичайних атмосферних умов, а тому більшість дозаторів саме так і працює.

Коли говоримо про фасування рідин, що швидко окислюються, і тому треба зменшити можливість їхнього контакту з атмосферним киснем, застосовують вакуумні дозатори, які забезпечують зменшення доступу повітря, а тоді і кисню, як у ємності з продуктом, так і у споживчому пакуванні. За таких умов варто фасувати молоко, деякі соки та вина.

Друга класифікаційна ознака стосується рушійної сили, яка прагне перемістити продукт з групової ємності до тари, що наповнюється. Якщо задовольнятися тільки силами гравітації, можна одержати спрощену конструкцію автомата, однак за продуктивністю вона задовольнятиме споживача лише при фасуванні нев'язких рідин та деяких сипких продуктів. Якщо говорим про наповнення більш-менш густими продуктами, то цей метод стає вже недоцільним. Швидкість подачі можна підвищити, застосувавши штучний перепад тиску у баку

подачі та споживчій тарі або застосувавши додаткові механізми, що змусять рухатися продукт. Найчастіше для цього застосовують поршні чи шнеки [17].

Сифонні дозатори являють собою вигнуту трубку з двома колінами. Одне з них, коротке, занурене у рідину ємності з продуктом, а інше, довге, занурене у споживчу тару. Сифон працює тільки після суцільного заповнення. Сифонні дозатори ефективно використовуються при дозуванні саме нев'язких рідин.

За принципом подачі дози дозатори поділяються на вагові та об'ємні. Вагові можуть забезпечити високу точність, але вони досить складні та непродуктивні, враховуючи інерційність вагових механізмів. Об'ємні дозатори простіші, однак їхня точність низька. Враховуючи, що стандартами точність дозування більшості харчових продуктів лежить у межах 1...5%, саме об'ємні дозатори мають більший попит.

1.2. Загальні вимоги до машини, що проектується

Фасувально-закупорювальний автомат призначений для автоматичного дозування і закупорювання молочних рідин в ПЕТ пляшки з гвинтовими ковпачками, без занурення дюз в продукт під час наповнення.

Автомат модернізується з метою підвищення продуктивності, зниження працезатрат, поліпшення умов праці та збереження якості матеріалу при його обробці.

Основні параметри машини:

Продуктивність пляш./год.	6000
Електродвигун: марка	90L4/1425
Потужність	2,5 кВт
Частота струму	50 Гц
Частота обертання каруселі	25 об/хв
Кількість пакувальних головок	6 штук
Тип машини	роторний
Габаритні розміри, мм:	
Довжина	4000
Ширина	1990

Висота	3200
Маса, кг	3490

Автомат повинен складатись із наступних основних частин :

- а) приводний механізм ;
- б) фасувальна карусель;
- в) розподільча зірочка;
- г) закупорювальний апарат;
- д) фасувальний пристрій;
- е) транспортер;
- є) розливальна колона.

Конструкція машини має забезпечити наступні експлуатаційні показники:

- а) коефіцієнт готовності – понад 0,97;
- б) коефіцієнт надійності виконання технологічного процесу – понад 0,96;
- в) коефіцієнт використання часу зміни 0,85;
- г) термін служби автомату – понад 8 років;
- д) трудомісткість виготовлення машини – до 250 люд·год.

Автомат являє собою автоматизовану машину ротаційного типу з електроприводом, яка включає в себе прилад для утворення вакууму, механізм утворення ковпачків, фасувальну і закупорювальну карусель.

Використовується машина у складі лінії з розливу рідких харчових продуктів у ПЕТ пляшки на підприємствах молочної промисловості. Від своєчасного і правильного технічного обслуговування залежить якість і довговічність роботи машини, тому при її експлуатації необхідно суворо дотримуватись правил і рекомендацій.

До роботи допускаються особи, що пройшли відповідні тренінги та засвоїли правила техніки безпеки, ознайомилися з посібником з експлуатації, та мають посвідчення про право роботи.

Робоче місце біля машини повинно бути обладнане настилами для запобігання промокання ніг. Проходи не повинні загроможуватися ящиками, пляшками та

іншими предметами. Для забезпечення електробезпеки від шафи до машини електричні кабелі повинні бути прокладені тільки в металевому рукаві.

Кожухи і огороження машини повинні бути встановлені на відповідних місцях і надійно закріплені. Загородження, запобіжники кожуха і інші засоби захисту повинні знаходитися в справному стані.

Для аварійної зупинки електродвигунів на пульті управління машини є збільшеного розміру кнопка червоного кольору з грибоподібним штовхачем.

Обслуговуючий персонал повинен мати рукавички, індивідуальні засоби захисту від шуму, фартухи і спецвзуття.

Перед початком роботи потрібно перевірити справність запобіжних пристроїв, спрацювання кінцевих вимикачів. При відкриванні кожуха штампа повинен спрацювати кінцевий вимикач і привід машини виключається. Забороняється працювати на машині з відкритим захисним кожухом, з відкритими огороженнями каруселі фасування, знятими кришками основи, пошкодженими електрокнопками.

Під час роботи машин категорично забороняється поправляти, знімати, переставляти в шнек і зірочки пляшки, проводити очищення штампа, ремонт машини та інші роботи.

При усуненні дрібних збоїв на протязі робочої зміни необхідно зупинити машину і прийняти міри безпеки проти випадкового пуску.

Забороняється залишати на машині в період роботи інструменти чи інші предмети. Необхідно постійно слідкувати за справністю запобіжних пристроїв для автоматичної зупинки машини при перевантаженнях механізмів.

На машині повинно бути виконано занулення і заземлення. Для виконання занулення підключення електрошафи і всіх електродвигунів необхідно проводити з приєднанням нульового проводу мережі до їх корпусів. Для виконання заземлення машину, електрошафу і електродвигуни необхідно підключати до цехового заземлюючого контуру з допомогою спеціального болтового з'єднання із знаком «Земля».

При проведенні ремонтних робіт, а також огляді електрообладнання необхідно обов'язково від'єднати машину і впевнитись у відсутності напруги на корпусі машини.

Ергономіка машини повинна відповідати діючим «Єдиним вимогам до конструкції апаратів харчової промисловості по безпеці і гігієні праці».

Рівень шуму та вібрації в зоні постійного знаходження персоналу не перевищує допустимих значень згідно ДСТУ prEN 1672-1-2001.

За своїми естетичними показниками (гармонічність форми, інформативність форми, композиційне вдосконалення) конструктивно - компоновочна схема машини повинна відповідати існуючим тенденціям у формотворенні машин схожого типу.

Машина повинна відповідати вимогам до патентної чистоти.

Всі матеріали та комплектуючі вироби повинні відповідати зазначеним у технічній документації вимогам та відповідати ДСТУ, ТУ і іншим нормативним документам на них.

Вибір матеріалів і комплектуючих виробів повинен забезпечувати виконання показників призначення, експлуатації та інших вимог.

Вузли та деталі, які контактують з харчовими продуктами, повинні виготовлятися із нержавіючих сталей або мати спеціальне антикорозійне покриття.

Транспортування машини здійснюється автомобільним, залізничним, річковим і морським транспортом відповідно до вимог нормативно-технічної документації транспортних міністерств із перевезення вантажів: «Правила перевезення вантажів».

Завантаження, кріплення і правила безпеки перевезення - у відповідності з діючими на всі види транспорту правилами і умовами. Машина і запасні частини до неї запаковуються в тару, внутрішня поверхня якої викладена водонепроникним матеріалом. Машина в упаковці підприємства-виробника повинна зберігатися в складських приміщеннях. По закінченню терміну консервації підприємство повинно провести переконсервацію машини при температурі не нижче 15°C.

Умови зберігання машини на підприємстві-виробнику до відвантаження повинні гарантувати повну її збереженість, комплектність і товарний вигляд.

1.3. Характеристика технологічної лінії

Молоко є сприятливим середовищем для життєдіяльності мікроорганізмів.

Виробництво молока пастеризованого включає наступні стадії: збір молока і оцінка якості; очищення, охолодження і зберігання; нормалізацію за вмістом жиру; підігрівання і гомогенізація; пастеризація; охолодження; фасування в тару; складування, зберігання і транспортування готової продукції.

Початкові стадії техпроцесу виробництва пастеризованого молока виконуються комплексами обладнання для прийомки, охолодження, переробки, зберігання та транспортування. Для зберігання молока використовують металеві місткості (танки). Молоко та продукти його переробки перекачуються насосами.

Пастеризація полягає у нагріванні молока до певної температури та послідовною витримкою з метою знешкодження мікроорганізмів, розвиток котрих спричиняє псування молока.

Ефективність пастеризації залежить не лише від температури, але й від часу витримки. Чим вища температура, тим менший час витримки. При цьому необхідно пам'ятати, що при нагріванні молока частина вітамінів зникає, а при недотриманні режимів стерилізації (перевищення температури нагрівання або збільшенні часу витримки) білок починає згортатися.

Розрізняють три режими пастеризації: миттєвий (високий), короткочасний і тривалий.

При миттєвому режимі молоко нагрівають до t 85...90°C без витримки.

При короткочасному режимі молоко нагрівають t +72...76°C і витримують за цієї ж температури впродовж 15...20 с в спеціальному витримачі.

При тривалому молоко нагрівають до температури t 63°C з наступною витримкою протягом 30 хв. у ваннах.

Стандартна лінія складається із нагрівача, сепаратора-молокоочисника, гомогенізатора, пастеризатора, охолоджувача і танків для зберігання напівфабрикатів.

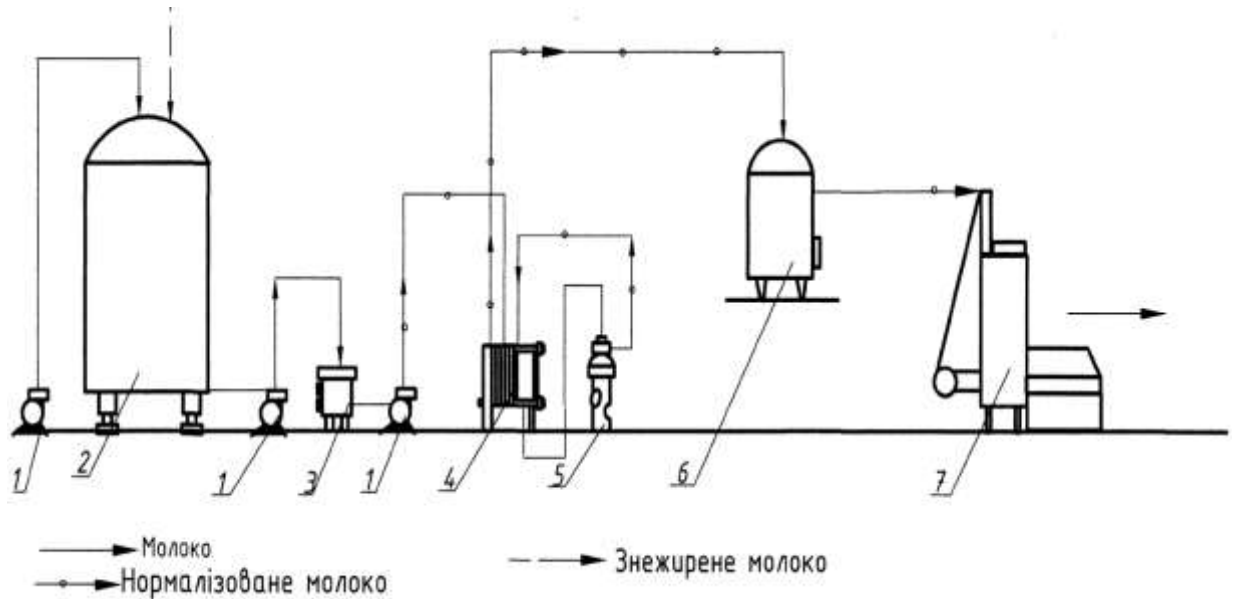


Рисунок 1.1 – Технологічна лінія виробництва пастеризованого молока складається з: 1– насос; 2– резервуар; 3– бак – балансер; 4 – пластинчастий теплообмінник; 5- сепаратор – молокоочисник; 6- резервуар; 7- фасувальний автомат.

Властивості молока обумовлені його хімічним складом і фізико - хімічними показниками якості.

До фізичних показників молока відносяться щільність, температура кипіння і замерзання, в'язкість, поверхневий натяг, осмотичний тиск.

Щільність молока знаходиться в межах 1,027 – 1,032 г/см³ в залежності від вмісту основних компонентів: жиру, білків, цукру і солей.

Температура кипіння молока – 100,2°С, замерзання в середньому - 0,54°С. Теплопровідність цільного молока при 0 – 2°С і 20°С рівна відповідно 1,446 та 1,785 кДж/(кг·К·год).

Динамічна в'язкість молока при 20°С складає 1,1 – 2,5 МПа·с, тобто в 1,6 -2,1 рази більше, ніж в'язкість води.

Поверхневий натяг молока через наявність в його структурі поверхнево - активних речовин приблизно в 3,5 рази нижче ніж у води.

Титруюча і активна кислотність - важливі показники якості молока і молочних продуктів. Титруюча кислотність молока обумовлена сумою органічних кислот і

кислореагуючих речовин, що містяться у свіжому молоці і що утворюються в результаті життєдіяльності мікрофлори в процесі зберігання.

Активна кислотність (РН) свіжого молока - 6,5-6,7.

В свіжовидоєному молоці присутні антибактеріальні речовини: аглютиніни, бактеріолізину, антитоксини, імуноглобуліни, лізоцими, лейкоцити.

При нагріванні молока до 60°С бактерицидні властивості молока втрачаються, починається розмноження всієї мікрофлори молока.

Вимоги до якості молока. Органолептичні показники якості: молоко за зовнішнім виглядом і консистенцією є однорідним без осаду; колір – білий, дещо із жовтуватим відтінком, топлоне – з кремовим відтінком, нежирне з трохи синюватим відтінком; смак і запах – є чистими без сторонніх присмаків і запахів.

У відповідності із стандартами у молоці нормується вміст жиру, щільність, степінь чистоти, наявність фосфатази. Недоліки молока бути обумовлені порушенням умов зберігання молока, що призводить до розвитку різних бактерій і абсорбування летких речовин з навколишнього середовища.

Завершальний комплекс обладнання лінії забезпечує фасування, зберігання і транспортування готового продукту. Він містить резервуари і фасувально-пакувальні машини.

1.4. Вихідні дані для проектування

Відомості про технологічні процеси є даними для узгодження параметрів машини, їх взаємозв'язок за продуктивністю і режимами роботи машини.

Початкові стадії технологічного процесу виробництва пастеризованого молока виконується за допомогою обладнання для збору, охолодження, переробки, зберігання та транспортування.

Для зберігання отриманого молока використовують металеві танки. Молоко і продукти переробки перекачуються насосами. Приймання сировини здійснюють за допомогою терезів (молоколічильників), сепараторів молокоочисників, пластинчастих охолоджувачів, фільтрів і допоміжного устаткування.

Аналогом даної машини є фасувально-закупорювальна машина И2-ОРК-3 для фасування молока і малов'язких молочних продуктів в скляну тару за рівнем. Пляшка як упаковка має значні переваги перед іншими її видами, це пов'язано з екологічною чистотою такої тари і багаторазовим використанням.

Основними вузлами автомату є дозувальна установка, пристрій виготовлення ковпачків і закупорювальний пристрій.

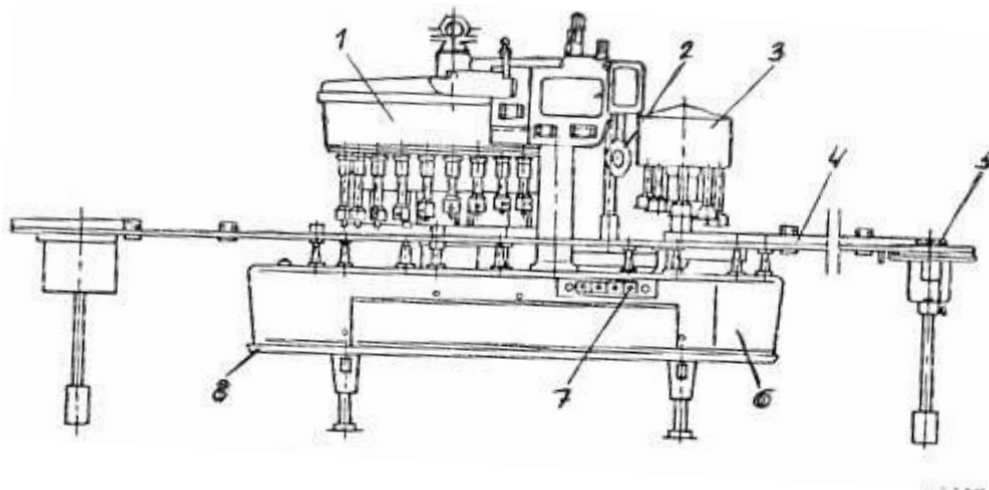


Рисунок 1.2 – Загальний вигляд фасувально-закупорювального автомата типу И2-ОРК-3: 1- розливальна головка; 2- штамп; 3- закупорювальна головка; 4- напрямні; 5- поворотна головка; 6- обшивка корпусу; 7- кнопки електрообладнання; 8- жолоб для збирання молока.

Розливні автомати використовуються переважно карусельного типу. На осі автомату знаходиться ємність для молока. В ємності розміщені розливні пристрої (патрони). Відповідно до них встановлені столики для пляшок, що обертаються по копіру синхронно з каруселлю і розливними патронами. Патрони або столики з пляшками можуть здійснювати зворотно-поступальний рух в вертикальному напрямі відносно до ємності.

Будова і принцип роботи машини.

Із транспортера пляшки за допомогою подаючої зірочки надходять на столик 1 каруселі (рис.1.2). Ємність 7 заповнюється молоком, рівень якого підтримується постійним поплавковим регулятором. В ємності підтримується вакуум через трубу 6, з'єднану з ексгаустером. Ексгаустер являє собою дводискову турбіну з великою частотою обертання. Турбіна, обертаючись, створює розрідження і відсмоктує повітря із баку.

Розливні патрони за допомогою ролика 5 обкочуються по копіру 4 синхронно з пляшками, а також здійснюють рух в вертикальній площині. При опусканні на вінець пляшки і герметизації її здійснюється наповнення молоком. Одночасно відбувається відсорткування пляшок, що мають деформоване або пошкоджене горло. Молоко в такі пляшки вилитись не буде, оскільки їх неможливо герметизувати і створити вакуум. Далі патрони піднімаються, а наповнені пляшки надходять на карусель закупорювання. Пляшки з молоком закупорюються ковпачками, виготовленими із фольги.

Пуансон в процесі роботи виконує зворотно-поступальний рух в вертикальному напрямку. Під час руху пуансона від матриці до крайньої позиції бобіна 2 розкручує рулон з фольгою на діаметр одного ковпачка з певним допуском, а бобіна 5 на таку саму величину закручує рулон з відпрацьованою стрічкою. Для розмотування верхньої бобіни використовується храповий механізм 4, нижній бобіні надає руху вал храпового механізму через ланцюгову передачу. Звідси стрічка просувається між пуансоном і матрицею на один крок. Після видавлювання ковпачка він здувається стисненим повітрям і напрямною надходить в ковпачкопровід (течу).

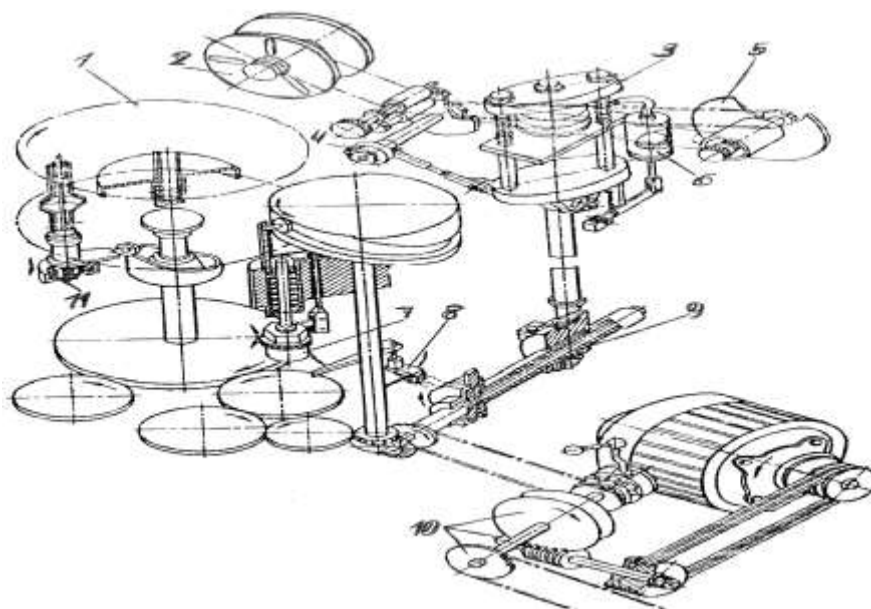


Рисунок 1.3 – Схема фасувально-закупорювального автомата:

- 1- бак для молока; 2- бобіна з фольгою; 3- штамп для вирубання ковпачків; 4- храповий механізм;
 5- приймальна бобіна; 6- пневмопривід для здування ковпачків у капсулопровід; 7- закупорювальний патрон;
 8- блокувальний механізм для відключення преса при відсутності пляшок; 9- ексцентрик; 10- привід транспортера;
 11- розливальний патрон

Пляшка, рухаючись транспортером, зірочкою подається під ковпачкопровід. В момент проходження пляшки вона вінцем зачіпає за важіль запірного пристрою ковпачкопроводу і ковпачок опускається на вінець пляшки. Коли ковпачок накрив пляшку, запірний пристрій закриває капсулопровід до надходження наступної пляшки.

Закупорювальна головка карусельного типу включає декілька закупорювальних патронів, які здійснюють з каруселлю обертовий рух і переміщуються у вертикальному напрямі під дією роликів 1, які котяться по круговій напрямній (копіру). При опусканні патрона (рис.1.4) обтискне кільце 8 надівається в упорне гумове кільце 7 і стискає пружину 5 виштовхувача 6.

Під час подальшого руху ролика 1 донизу стискається пружина 2, а тяга 11 натискає на важіль 10 і повертає ексцентрик 3, який тисне на диск 4.

Диск 4 передає рух на шайбу 9 і вона стискає гумове кільце 8. Кільце знаходиться в металевому корпусі і може стискатися тільки всередину. При підніманні ролика 1 тяга піднімається, тиск на ексцентрик не створюється і гумове кільце відпускає горло пляшки, а виштовхувач 6 виштовхує її з патрону.

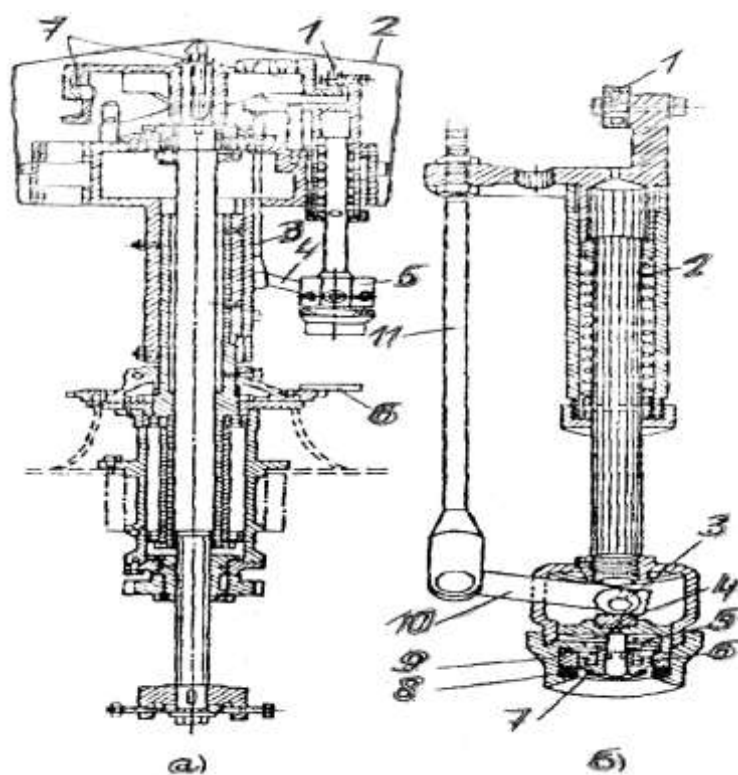


Рисунок 1.4 – Закупорювальна головка:

1- ролик; 2- ротор; 3- тяга; 4- важіль; 5- закупорювальний патрон; 6- столик транспортера; 7- копір; 8- обтискне кільце; 9- шайба; 10- важіль; 11- тяга.

Фасувальна машина ВРА-6А виконана з операційним ротором, який виконує направляючий рух. Вона призначена для фасування вина, горілки і інших негазованих напоїв в скляні пляшки. Машина забезпечує заповнення пляшок по об'єму.

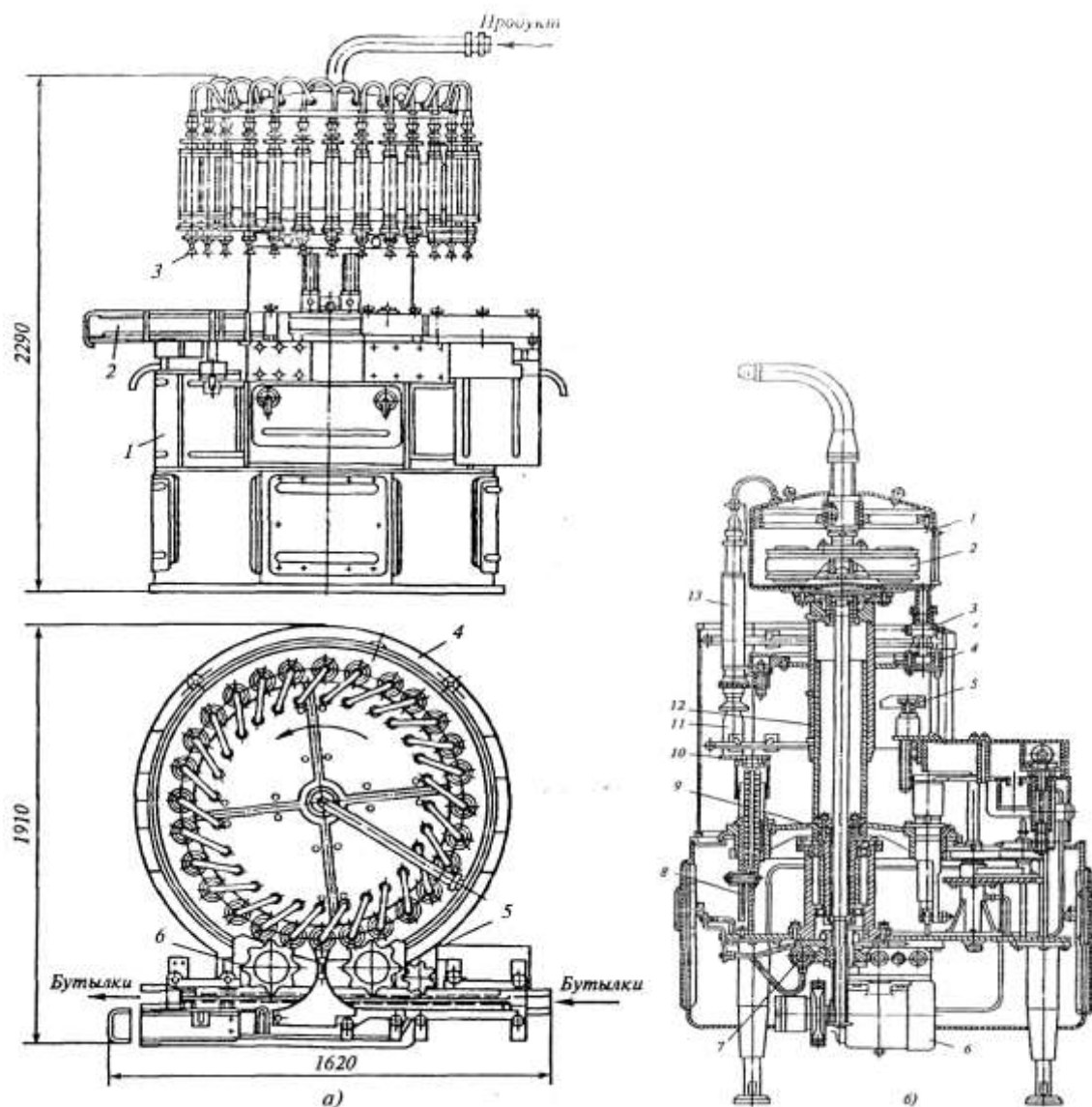


Рисунок 1.5 – Машина ВРА-6А для фасування негазованих рідин :

а- загальний вигляд; б- розріз.

Фасувальна машина складається з станини 1, операційного ротора 9, каруселі 4 з дозуючими пристроями 13, стола-конвеєра 2 з завантажувальною 5 і розвантажувальною 6 зірочками.

Машина має резервуар 1, рівень рідини в якому підтримується поплавковим пристроєм 2. З зовнішньої сторони резервуару показчик рівня, а на дні знаходиться спускний кран.

Поплавковий пристрій змонтовано в кришці резервуару. Вона складається з труби, через яку рідина підводиться до машини, і поплавка з клапаном закриваючого доступ продукту в резервуар в випадку переповнення. За допомогою спеціальної гайки, розміщеної в зовнішній стороні кришки, можна регулювати положення поплавка в резервуарі.

Під резервуаром 1 встановлений колектор 4, який з'єднується із ним через кран 3. В отворі на дні колектора вставлені наповнюючі клапани дозувальних пристроїв 13.

Резервуар разом із поплавковим і дозуючим пристроями закріплені на телескопічній стійці 12. Положення резервуара по висоті регулюється.

Нижня труба телескопічної стійки закріплена на операційному роторі 9, в якому співвісно з дозуючими пристроями 13 змонтовані підйомні столики 10 на яких закріплені ролики, які в процесі руху стола обертаються по верхньому 5 і нижньому 8 копірам.

Ротор 9 закріплено на головному валу, при допомозі якого також рухається карусель. Рух вала передається від електродвигуна 6 через клинопасовий варіатор, черв'ячний редуктор 7 і зубчату передачу.

Технологічний процес наступний. Вимиті пляшки, які пройшли візуальний контроль (на виявлення дефекту), конвеєром подаються до фасувальної машини. Вони при дотиканні із кнопкою пуску, включають привід машини. Ділильна зірочка передає пляшки на завантажувальну зірочку. Потім пляшки столиком піднімаються в верх під центруючі розетки дозуючих пристроїв, де герметизуються і відкривається клапан для зливу рідини.

Рідина дозується в пляшки по об'єму, обмеженому витісненням в мірному стакані дозуючого пристрою. Стікання рідини відбувається самопливом по стінках пляшки, а повітря видаляється в резервуар через центральну трубу. Заповнена пляшка опускається, знімається розвантажувальною зірочкою на конвеєр для подачі в закупорювальну машину.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Вибір пакувального матеріалу

Вимоги до упаковки молокопродукції більш жорсткі, ніж для інших харчових продуктів. Вона повинна володіти високою механічною міцністю, бути стійкою до старіння, вирізнятися жорсткістю та/або еластичністю залежно від функціонального призначення, здатністю до зварювання і забезпечення герметичного сполучення. Пакувальні матеріали повинні володіти відповідною газо-, паро-, водо- і ароматонепроникністю, бути вологоміцними та жиростійкими. Всі типи пакувальних, закупорювальних матеріалів і споживчої тари повинні бути інертними по відношенню до продукту, а при контакті з ним не виділяти ніяких шкідливих для здоров'я людини речовин [18].

Важливим показником якості споживчої тари можна рахувати міграційну здатність мономеру стиролу. За даними літератури [7, 11, 18], при фасуванні у тару із полістиролу всі молочні продукти повинні мати температуру до 60°C, а також при використанні технології термостатного сквашування за температури 38-43°C протягом 4 год [7]. Для фасування молочних продуктів за температури 60-70°C обов'язково має зазначатися підтвердження санітарно-епідеміологічних висновків. Споживча тара із полістиролу не використовується для технологій гарячого розливу, а саме вище 70°C.

Поліетиленова плівка широко застосовується у молочній промисловості. Для отримання світлозахисних властивостей до її складу вводять дрібно-дисперсний двоокис титану, який забезпечує білий колір. Плівку використовують при виготовленні м'яких пакетів і туб, у які фасують молоко, молочні напої, дієтичний сир та сметану малої жирності. Дані плівки виготовляються на основі поліетилену низького тиску, що має обмежену жиростійкість, а тому у їх не можна фасувати сметану і молочні продукти високої жирності [18].

Удосконалення технології співекструзії дозволило розширити асортимент плівок для молочних продуктів (одно-, двох-, трьохарові, білі/чорні та ін.), що відрізняються підвищеною санітарно-гігієнічною якістю, жиростійкістю та можуть використовуватись особливо для молочних продуктів дитячого харчування.

Комбіновані матеріали на основі картону і паперу застосовуються для виготовлення пакетів різної конфігурації: тетра-брік, пюр-пак, тетра-брік-асептик, тетра-рекс та ін. для молока і кисломолочних продуктів і виготовляються методом екструзійного ламінування (рис. 2.1). Наявність паперу у комбінованих матеріалах надає їм жорсткість, каркасність та ін., а алюмінієва фольга – бар'єрні властивості, внутрішній шар поліетилену – термозварюваність і санітарно-гігієнічну чистоту.

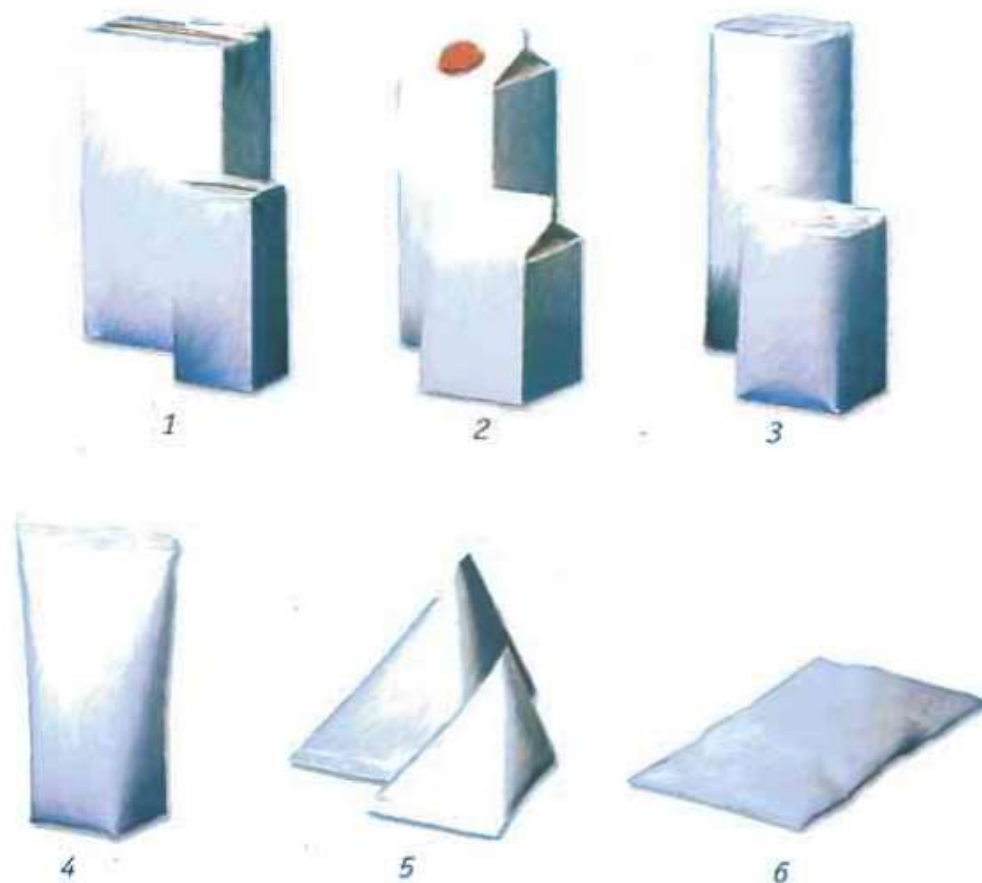


Рисунок 2.1 – Основні типи упаковок, які зустрічаються на Українському ринку:
 1 – тетра-брік та тетра-брік-асептик; 2 – пюр-пак та пюр-пак-асептик; 3 – тетра-топ;
 4 – тетра-рекс; 5 – тетра-класик; 6 – плоский пакет із ПЕ плівки

Термоформована та видувна тара у вигляді коробк і стаканчиків різної конфігурації та місткості використовується при фасуванні пастоподібній молочних продуктів. Її формують із рулонних матеріалів на основі термопластичних полімерів: пластифікованого полівінілхлориду, ударно-міцного полістиролу, поліпропілену. Стаканчики виготовляють із поліпропілену та полістиролу.

Відповідну герметичність при закупорювання споживчої тари забезпечують кришками з аналогічного матеріалу, а підвищену герметичність – застосуванням фольги з термоадгезійним покриттям або штампування при термозварюванні.

2. 2. Вибір пакувального матеріалу для транспортної упаковки

Тара є елементом упаковки або її різновидом для розміщення продукції, транспортування, вкладання та здійснення логістичних операцій. Це засіб або комплекс засобів, що забезпечує захист продукції від пошкодження чи втрат при транспортуванні, штабелюванні, перевантаженнях. Вони полегшують здійснення логістичних операцій [18].

Транспортна тара відповідає наступним вимогам: гарантує збереженість вантажу і його якість, має достатню міцність при перевантаженні, штабелюванні. Міцнісні характеристики і габарити повинні забезпечити механізовану обробку при вантажно-розвантажувальних роботах, а зовнішні габарити та конструкція тари – вкладання вантажу у транспортні пакети на піддонах.

Класифікація транспортної тари здійснюється на основі ряду ознак і враховує номенклатуру продукції, функцій, конструкцій, матеріалів (рис. 2.2.):

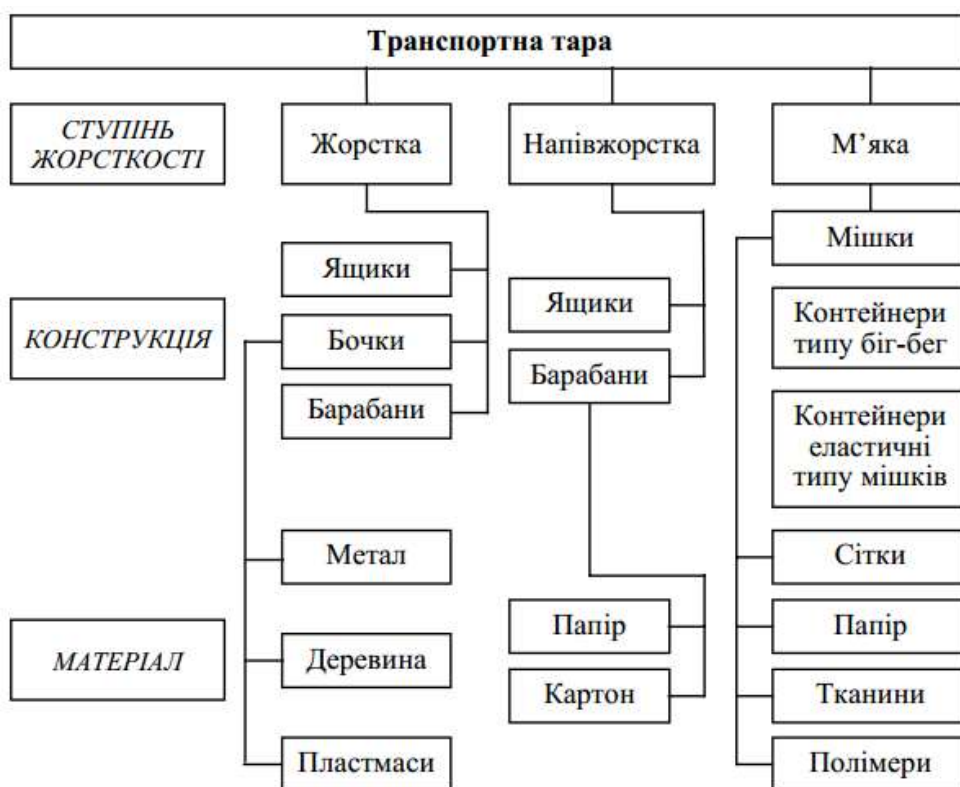


Рисунок 2.2 – Класифікація транспортної тари

Протягом останніх років в Україні скорочується частка дерев'яної тари із пиломатеріалів та відповідно зростає відсоток тари із гофрокартону, але для пакування молочної продукції використовується лише жорстка полімерна тара.

Полімерні багаторазові ящики застосовують для транспортування пляшок з рідкими продуктами, фруктово-овочевих та інших вантажів. Полімерна жорстка тара має широкий вжиток. Вона виготовляється із поліетилену низької густини (ПЕНГ) та високої щільності (ДСТУ 16338-95 і ТУ-6-05-1870-79), що дозволений МОЗ України при контакті з харчовими продуктами.

Багатооборотні полімерні ящики для продовольчих товарів виготовляють методом лиття під тиском (тип 1 методом видування) з поліетилену високої густини (для I і II поліетилен низької густини).

Ящики роблять кількох типів: I – із знімними кришками; II – ящики-лотки із замковими пристроями на торцях стінок; III – відкриті з перегородками, що утворюють секції для пляшок.

I тип – ящики (рис. 2.3.): №3 – №8 (для м'ясних рибних напівфабрикатів, м'ясо-молочних фасованих товарів); II типу – №1, №2 (для м'ясних і рибних напівфабрикатів, ковбасних виробів, фасованих м'ясо-молочних товарів); III типу – №9 – №13 (для рідких продуктів у пляшках) .

Полімерні матеріали, що застосовують для виробництва ящиків I і II типів, та барвники для забарвлення повинні допущені Головним санітарно-епідеміологічним управлінням МОЗ України.

Ящики III типу передбачені таких кольорів: №9 – голубий, №10 – червоний, №11 – оранжевий, №12 – зелений, №13 – синій. Ящики №13, призначені для пакування рослинної олії, випускаються жовтого кольору. Тара має гладку поверхню, без тріщин, здуття, недоливів та раковин.

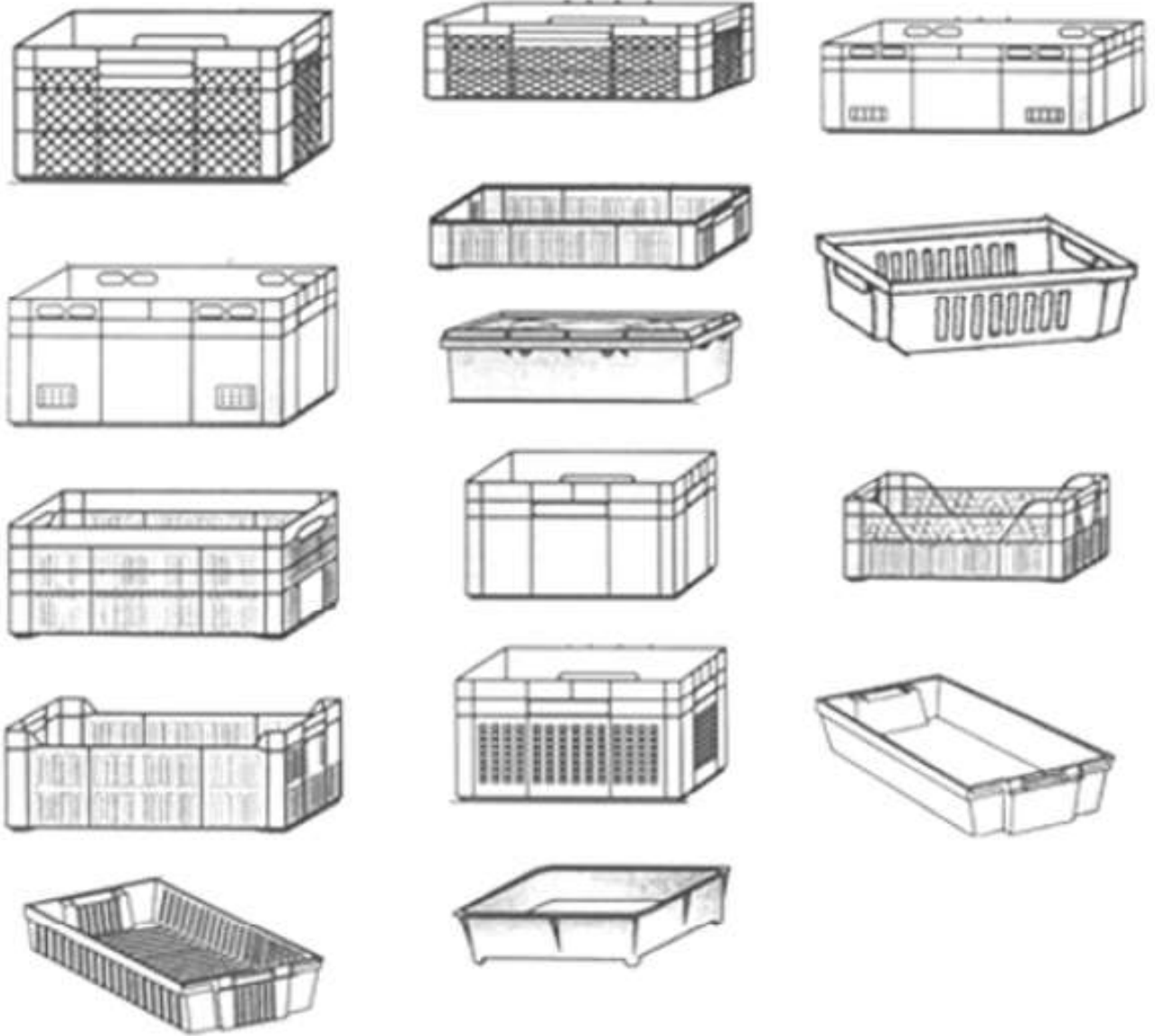


Рисунок 2.3 – Ящики полімерні багатооборотні

Ящики постачають у зібраному виді та/або окремо корпуси ящиків, кришки до них (рис. 2.3.). На кожному з ящиків із зовнішньої сторони має наноситись маркування у вигляді тиснення литої форми з зазначенням товарного знаку підприємства-виробника, стандарту і року виготовлення. Їх зберігають та транспортують у штабелях, закритих приміщеннях без потрапляння прямих сонячних променів і атмосферних опадів.

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

В кваліфікаційній роботі магістра, проектується лінія з розливу молока. При розрахунку показників та параметрів машини приймаємо в якості вихідних даних такі параметри:

- потрібна потужність електродвигуна $N=2,1$ кВт ;
- частота обертання двигуна $n = 1425 \text{об./хв.}$

3.1. Технологічний розрахунок

Визначимо продуктивність машини за формулою:

$$P = m \times n = \frac{m \times w}{2\pi} \quad (3.1)$$

де m – кількість закупорювальних пристроїв;

n – частота обертання каруселі;

w – кутова швидкість каруселі.

Отже, після підстановки вихідних даних продуктивність машини складає:

$$P = 8 \times 0,33 = 3 \text{пл/с} \quad (3.2)$$

3.2. Енергетичний розрахунок

Потужність (кВт), необхідна для виробництва робочих операцій закупорювальної машини, можна визначити за емпіричною формулою:

$$N = 7,97 \times 10^6 \times P \times d \times \delta^2, \quad (3.3)$$

де P – продуктивність машини, пл/с;

d – номінальний діаметр пляшки, м. $d = 0,062 \text{м.}$

δ - товщина кришки, м. $\delta = 0,001 \text{м.}$

$$N = 7,97 \times 10^6 \times 3 \times 0,062 \times 0,001^2 = 1483 \text{Вт} \quad (3.4)$$

Потрібна потужність електродвигуна машини:

$$N_n = \frac{N}{\eta_{заг}}, \quad (3.5)$$

де $\eta_{заг}$ - загальний коефіцієнт корисної дії

$$\eta_{заг} = \eta_{n.n} \times \eta_{ч.н.} \times \eta_{ц.н.} \times \eta_{выдш}^6, \quad (3.6)$$

де $\eta_{n.n}$ - коефіцієнт корисної дії пасової передачі, $\eta_{n.n} = 0,95$;

$\eta_{ч.р}$ - коефіцієнт корисної дії черв'ячного редуктора, $\eta_{ч.р} = 0,78$;

$\eta_{ч.н}$ - коефіцієнт корисної дії циліндричної передачі, $\eta_{ч.н} = 0,97$;

η_{nsou} - коефіцієнт корисної дії підшипників, $\eta_{nsou} = 0,99$;

$$\eta_{заг} = 0,95 \times 0,78 \times 0,97 \times 0,99^6 = 0,68 \quad (3.7)$$

Отже, потужність електродвигуна:

$$N_n = \frac{1483}{0,68} = 2180,9 \text{ Вт} . \quad (3.8)$$

Вибираємо електродвигун 90L4 з частотою обертання $n = 1425 \text{ об./хв}$.

3.3. Конструктивний розрахунок

Проведемо розрахунок вала механізму поворота колони. Вал навантажений осьовим та радіальним навантаженням, що виникає в зубчатій передачі. Величина осьового навантаження $F_a = 13,5 \text{ кН}$, радіального $F_r = 4,9 \text{ кН}$. Зобразимо схематично вал і позначимо сили, що на нього діють (рис.3.1)

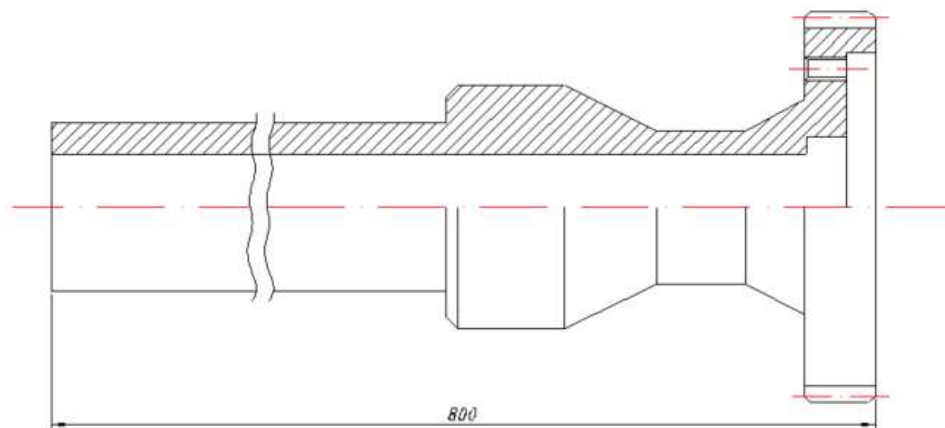


Рисунок 3.1 – розрахункова схема

1. Визначимо опорні реакції (у горизонтальній площині):

$$\sum M_{Ai} = 0;$$

$$R_{B\Gamma} \times 758 - F_a \times 16 = 0;$$

$$R_{B\Gamma} = F_a \times 16 / 758 = 13,5 \times 16 / 758 = 0,28 \text{ кН} ;$$

$$\sum M_{Bi} = 0; F_a \times (758 + 16) - R_{A\Gamma} \times 758 = 0;$$

$$R_{A\Gamma} = F_a \times (758 + 16) / 758 = 13,5 \times (758 + 16) / 758 = 13,78 \text{ кН} ;$$

Перевірка:

$$\sum Y_i = R_{BG} + R_{AG} + Fa = 13,78 + 0,28 + 13,5 = 13,78 - 13,78 = 0$$

Побудуємо епюру M_G (рис.3)

2. Опорні реакції (у вертикальній площині)

$$\sum B_i = 0, \quad F_r (758 + 16) - R_{AB} \times 758 = 0,$$

$$R_{AB} = F_r \times 774 / 758 = 4,9 \times 774 / 758 = 5,0 \text{кН};$$

$$\sum M_{Ai} = 0; \quad R_{BB} \times 758 + F_r \times 16 = 0;$$

$$R_{BB} = F_r \times 16 / 758 = 4,9 \times 16 / 758 = 0,103 \text{кН};$$

$$\text{Перевірка: } \sum Y_i = R_{AB} - F_r - R_{BB} = 5 - 4,9 - 0,103 = 0$$

Побудуємо епюру M_B

3. Побудуємо епюру згинальних моментів (рис.3.2)

$$\text{т. В:} \quad M_{3Г} = 0 \text{кН} \times \text{мм};$$

$$\text{т. А:} \quad M_{3Г} \sqrt{78,4^2 + 216^2} = 229,79 \text{кН} \times \text{мм};$$

$$\text{т. К:} \quad M_{3Г} = 0 \text{кН} \times \text{мм}.$$

4. Крутний момент, що діє на валу

$$M_{кр} = Fa \times 108 = 13,5 \times 108 = 1458 \text{кН} \times \text{мм};$$

Будуємо епюру $M_{кр}$.

З епюр $M_{3Г}$ і $M_{кр}$ видно, що небезпечним є січення, яке співпадає з підшипником А, де,

$$M_{кр} = 1458 \text{кН} \times \text{мм}, M_{3Г} = 229,79 \text{кН} \times \text{мм}.$$

5. Розрахунковий момент (за третьою теорією)

$$M_{розр} = \sqrt{M_{кр}^2 + M_{3Г}^2} = \sqrt{1458^2 + 229,79^2} = 1476 \text{кН} \times \text{мм}.$$

6. Визначаємо діаметр вала з умови міцності.

Умова міцності на нормальних напруженнях має вигляд:

$$\sigma_{\max} = M_{розр} / W \leq [\sigma], \text{ де}$$

$$[\sigma] = 160 \text{МПа} = 160 \text{Н} / \text{мм}^2.$$

Звідки: $W \geq M_{розр} / [\sigma] = 1476 \times 10^3 / 160 = 9220 \text{ мм}^2$

З іншої сторони: $W = \pi d^3 / 32$.

Тоді: $d = \sqrt[3]{32W / \pi} = \sqrt[3]{32 \times 9220 / 3,14} = 45,4 \text{ мм}$.

Приймаємо діаметр вала в небезпечному сеченні рівний 50мм.

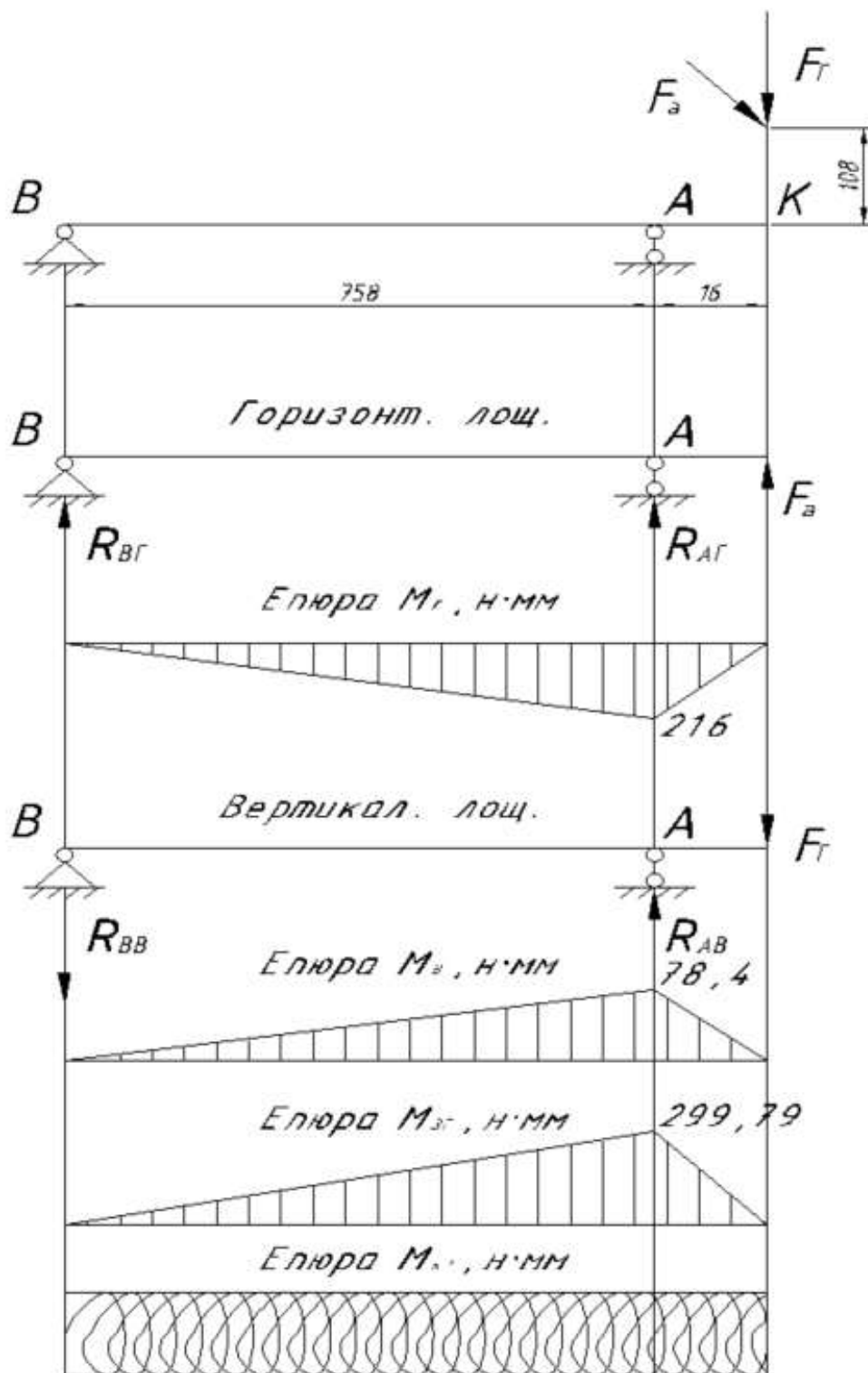


Рисунок 3.2 – Епюра згинальних моментів

3.4. Кінематичний розрахунок

Проведемо кінематичний розрахунок фасувально-закупорювального автомата.

Загальне передаточне число приводу:

$$u_{заг} = \frac{n_{\deltaв}}{n_{к}} = \frac{1425}{25} = 57 \quad (3.9)$$

де $n_{\deltaв}$ – частота обертання двигуна.

Привод каруселі як основної частини машини здійснюється через пасову передачу, черв'ячний редуктор і циліндричну передачу. Приймаємо передаточне число пасової передачі $u_n = 1,3$, передатне число черв'ячної передачі:

$$u_{ч.р.} = \frac{u_{заг}}{u_n \times u_{ц}} = \frac{57}{1,3 \times 3} = 14,61 \quad (3.10)$$

та передаточне число циліндричної передачі $u_{ц} = 3$;

Частота обертання першого вала:

$$n_1 = n_{\deltaв} / u_{n.n.} = 1425 / 1,3 = 1096,2 \text{ об / хв} \quad (3.11)$$

Частота обертання другого вала:

$$n_2 = \frac{n_1}{u_{ч.р.}} = \frac{1096,2}{14,61} = 75,03 \text{ об / хв} \quad (3.12)$$

частота обертання третього вала:

$$n_3 = n / u_{ц.n.} = 75,03 / 3 = 25,01 \text{ об / хв} \quad (3.13)$$

Обертальний момент на приводному валу:

$$T_{\deltaв} = 9550 P_{\deltaв} / n_{\deltaв} = 9550 \times 2,1 / 1425 = 13,37 \text{ Н} \times \text{м}; \quad (3.14)$$

Обертальні моменти на валах редуктора:

$$T_1 = T_{\deltaв} \times n_{ч} \times \eta_{ч} = 13,37 \times 1,3 \times 0,95 = 16,51 \text{ Н} \times \text{м}; \quad (3.15)$$

$$T_2 = T_1 \times n_{ч.n} \times \eta_{ч.n} = 16,51 \times 14,61 \times 0,78 = 188,21 \text{ Н} \times \text{м}; \quad (3.16)$$

$$T_3 = T_1 \times n_{ч.n} \times \eta_{ч.n} = 198,02 \times 25,01 \times 0,97 = 676,23 \text{ Н} \times \text{м}. \quad (3.17)$$

3.5. Розрахунок циліндричної передачі

Карусель машини отримує оберти від циліндричної зубчатої передачі, тому проведемо розрахунок її основних параметрів.

Попереднє значення міжосьової відстані:

$$a_w = k(u_{\alpha} + 1) \sqrt[3]{T_3 / u_3} = 10(2,8 + 1) \sqrt[3]{676,23/3} = 223 \text{ мм}, \quad (3.18)$$

де $k = 10$ при вибраних параметрів твердості зубів.

Приймаємо міжосьову відстань рівною $a_w = 224 \text{ мм}$.

Допустимі контактні напруги:

Для шестерні:

$$[\sigma]_H = (\sigma_{H \lim b} / S_H) K_{HL} = (610 / 1,1) 1,0 = 554,54 \text{ МПа}, \quad (3.19)$$

де $\sigma_{H \lim b} = 2HB + 70 = 2 \times 270 + 70 = 610 \text{ МПа}$ – границя контактної витривалості;

$S_H = 1,1$ – коефіцієнт безпеки для термообробки поліпшення;

$K_{HL} = 1,08$ – коефіцієнт довговічності.

Для колеса:

$$[\sigma]_{H2} = (\sigma_{H \lim b} / S_H) K_{HL} = (550 / 1,1) 1,08 = 540,0 \text{ МПа}; \quad (3.20)$$

де $\sigma_{H \lim b} = 2HB + 70 = 2 \times 240 + 70 = 550 \text{ МПа}$ – границя контактної витривалості;

$S_H = 1,1$ – коефіцієнт безпеки для термообробки поліпшення;

$K_{HL} = 1,08$ – коефіцієнт довговічності.

Допустима контактна напруга для передачі:

$$[\sigma]_H = ([\sigma]_{H1} + [\sigma]_{H2}) / 2 = (554,4 + 540) / 2 = 547,27 \text{ МПа} \quad (3.21)$$

Допустимі напруги згину:

Для шестерні:

$$[\sigma]_{F1} = (\sigma_{F \lim b} / S_F) K_{FC} \times K_{F4} = (486 / 1,75) 1,0 \times 1,0 = 277,71 \quad (3.22)$$

де $\sigma_{F \lim b} = 1,8 \times HB = 1,8 \times 270 = 486 \text{ МПа}$.

Для колеса:

$$[\sigma]_{F2} = (\sigma_{F \lim b} / S_F) K_{FC} \times K_{FE} = (432 / 1,75) 1,0 \times 1,0 = 246,86 \text{ МПа} \quad (3.23)$$

де $\sigma_{F \lim b} = 1,8 \times HB = 1,8 \times 240 = 432 \text{ МПа}$ – базова границя витривалості зубів при згині;

$S_F = 1,75$ – коефіцієнт безпеки при термообробці – поліпшення;

$K_{FC} = 1$ – коефіцієнт, який враховує вплив двохстороннього прикладання навантажень при односторонньому навантаженні на зуб; $K_{FC} = 1$.

Міжосьова відстань:

$$a_w = K_a (u + 1) \sqrt[3]{K_H T_3 / (\psi_{ba} \times u \times [\sigma]_H^2)} =$$

$$= 410(3 + 1) \sqrt[3]{1,54 \times 676,23 / 0,375 \times 3 \times 547,27^2} = 220,3 \text{ мм} \quad (3.24)$$

де $K_a = 410$ – для зубчатих коліс;

$K_H = K_A \times K_{HV} \times K_{H\beta} \times K_{H\alpha} = 1 \times 1,01 \times 1,05 \times 4,45 = 1,54$ – коефіцієнт навантаги;

$K_{HV} = 1,01$ – коефіцієнт, що враховує внутрішню динамічну навантагу;

$K_A = 1$ – коефіцієнт, що враховує зовнішню динамічну навантагу;

$\psi_{ba} = 0,375$ – коефіцієнт ширини зубчатого колеса;

$K_{H\beta} = 1,05$ – коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаги по довжині контактних ліній;

$K_{H\alpha} = 1 + 0,15(n_{cm} - 5) = 1 + 0,15(8 - 5) = 1,45$ – коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаги по довжині контактних ліній;

$n_{cm} = 8$ – число, що означає ступінь точності за ДСТУ 30803:2018.

Значення округляємо до стандартного $a_w = 224 \text{ мм}$ за ДСТУ 2185-93.

Ширина зубчатих коліс:

$$b_2 = \psi_{ba} \times a_m = 0,375 \times 224 = 84 \text{ мм} \quad (3.25)$$

$$b_1 = b_2 + (2 \dots 4) = 84 + (2 \dots 4) = 86 \dots 88 \text{ мм}$$

Приймаємо $b_1 = 86 \text{ мм}; b_2 = 84 \text{ мм}$

Модуль зубчатих коліс:

$$m \geq K_m \frac{K_F T_1 (u + 1)}{a_w b_2 [\sigma]_{F2}} = \frac{2,8 \times 10^3 \times 1,54 \times 497(3,15 + 1)}{224 \times 84 \times 246,86} = 1,91 \text{ мм}, \quad (3.26)$$

де $K_m = 2,8 \times 10^3$ – для косозубих передач;

$$K_F = K_H = 1,54;$$

$$[\sigma]_{F2} = 246,86 \text{ МПа}.$$

Приймаємо модуль $m = 2\text{мм}$. Для зменшення кількості зубів і дотримання рекомендацій.

Сумарне число зубців:

$$z_{\Sigma} = Z_2 + Z_1 2 \times a_w \times \cos \beta_{\min} / m = 2 \cdot 224 \times \cos 7^\circ / 2,5 = 177,86; \quad (3.27)$$

приймаємо $z_{\Sigma} = 177$.

Числа зубів шестерні і колеса:

$$z_1 = z_{\Sigma} / (U + 1) = 177 / 3,8 = 46; \quad (3.28)$$

приймаємо $z_1 = 43$.

$$z_2 = z_{\Sigma} - z_1 = 177 - 46 = 131. \quad (3.29)$$

Визначаємо геометричні параметри коліс.

Ділильний діаметр:

$$\begin{aligned} d_1 &= mz_1 = 2 \times 46 = 92\text{мм}; \\ d_2 &= mz_2 = 2 \times 131 = 262\text{мм} \end{aligned} \quad (3.30)$$

Діаметр циліндра виступів зубів:

$$\begin{aligned} da_1 &= d_1 + 2m = 92 + 2 \times 2 = 102\text{мм}; \\ da_2 &= d_2 - 2m = 262 - 2 \times 2 = 266\text{мм}. \end{aligned} \quad (3.31)$$

Діаметр циліндра западин зубів:

$$\begin{aligned} df_1 &= d_1 + 2,5m = 92 - 2,5 \times 2 = 87\text{мм}; \\ df_2 &= d_2 - 2,5m = 262 - 2,5 \times 2 = 257\text{мм}. \end{aligned} \quad (3.32)$$

3.6. Розрахунок черв'ячної передачі

Оскільки привод машини здійснюється через черв'ячну передачу проведемо її розрахунок.

Визначаємо попередньо очікувану швидкість:

$$V_s = 0,45 \times 10^{-3} \times n_1 \sqrt[3]{T_2} = 0,45 \times 10^{-3} \times 1096,2 \sqrt[3]{188,21} = 2,8\text{м / с} \quad (3.33)$$

Оскільки $2 \leq V_s \leq 5$, то матеріалом для черв'ячного колеса вибираємо бронзу марки БрА9ЖЗЛ.

Допустимі контактні напруги:

$$[\sigma]_H = [\sigma]_{HO} - 25 \times V_s = 300 - 25 \times 2,8 \times 10^{-3} = 299,9 \text{ Н / мм}^2. \quad (3.34)$$

Міжосьова відстань передачі:

$$a_w \geq 610 \times \sqrt[3]{T_2 / [\sigma]_H^2} = 610 \times \sqrt[3]{188,21 / 230^2 \times 10^6} = 0,78 \text{ м}. \quad (3.35)$$

За стандартним рядом вибираємо міжосьову відстань передачі $a_w = 80 \text{ мм}$.

Здійснимо підбір основних параметрів передачі.

Число зубців черв'яка $Z_1 = 2$,

Число зубців колеса:

$$Z_2 = Z_1 \times u = 2 \times 14,61 = 29,22. \quad (3.36)$$

Приймаємо $Z_2 = 30$.

Модуль передачі:

$$m = (1,5..1,7)a_w / Z_2 = (1,5..1,7) \times 80 / 30 = 4..4,5 \quad (3.37)$$

Приймаємо $m = 4$.

Попереднє значення відносного діаметра черв'яка:

$$q = \frac{2 \times a_w}{m} - Z_2 = \frac{2 \times 80}{4} - 30 = 10 \text{ мм} \quad (3.38)$$

Коефіцієнт зміщення:

$$x = \frac{a_w}{m} - 0,5(Z_2 + q) = \frac{80}{4} - 0,5 \times (30 + 10) = 0 < 1 \quad (3.39)$$

Визначаємо геометричні параметри черв'яка та колеса.

Діаметр ділительного черв'яка:

$$d_1 = q \times m = 10 \times 4 = 40 \text{ мм} \quad (3.40)$$

Діаметр вершин витків:

$$d_{a1} = d_1 + 2m = 40 + 2 \times 4 = 48 \text{ мм} \quad (3.41)$$

Діаметр впадин:

$$d_{f1} = d_1 - 2,4m = 40 - 2,4 \times 4 = 30,4 \text{ мм} \quad (3.42)$$

Діаметр нарізаної частини черв'яка:

$$b_1 = (10 + 5,5|x| + Z_1) \times m = (10 + 0 + 2) \times 4 = 48 \text{ мм} \quad (3.43)$$

Діаметр ділительного коло колеса:

$$d_2 = Z_2 \times m = 30 \times 4 = 120 \text{ мм} \quad (3.44)$$

Діаметр кола вершин зубів:

$$d_{a2} = d_{21} + 2(1 + x)m = 120 + 2 \times 4 = 128 \text{ мм} \quad (3.45)$$

Найбільший діаметр колеса:

$$d_{aM2} \leq d_{a2} + 6m / (Z_1 + 2) = 128 + 6 \times 4 / 4 = 134 \text{ мм} \quad (3.46)$$

Діаметр впадин:

$$d_{f2} = d_2 - 2m(1,2 - x) = 120 - 2 \times 4 \times (1,2 - 0) = 110,4 \text{ мм} \quad (3.47)$$

Ширина вінця:

$$b_2 = \psi_a \times a_w = 0,355 \times 80 = 28,4 \text{ мм} \quad (3.48)$$

3.7. Підбір і розрахунок підшипника

1. Підбираємо кульковий однорядний радіальний підшипник середньої серії діаметрів 3, серії ширин 0, з $d = 20 \text{ мм}$; $D = 32 \text{ мм}$; $B = 15 \text{ мм}$.

Підшипник 304 ДСТУ 8338:2008.

Підшипник класу точності 0.

Розміри і характеристики підшипника: $n = 12500 \text{ об / хв}$. - частота обертання підшипника; $m = 0,14 \text{ кг}$ - маса підшипника; $D_T = 9,53 \text{ мм}$ - діаметр кульок;

$z = 7$ - кількість тіл кочення у кожному ряді.

2. Визначаємо динамічну вантажопідйомність.

При $D \leq 25,4 \text{ мм}$:

$$C = f_c \times (i \times \cos \alpha)^{0,7} \times z^{2/3} \times D_m^{1,8} = 6,01 \times (1 \times 0,97815)^{0,7} \times 7^{2/3} \times 9,53^{1,8} = \quad (3.49) \\ = 6,01 \times 0,9847 \times 3,63 \times 57,805 = 12500 \text{ Н},$$

де $z = 7$ - кількість тіл кочення в одному ряду;

$i = 1$ - число рядів тіл кочення в підшипнику;

$D_T = 9,53 \text{ мм}$ - діаметр кульок;

$\alpha = 12^\circ$ номінальний кут контакту;

$d_m = 38,5 \text{ мм}$ - діаметр окружності, який проходить через центри тіл кочення.

$\cos \alpha = \cos 12^\circ = 0,97815$.

$$\text{При } \frac{D_m \times \cos \alpha}{d_m} = \frac{9,53 \times 0,97815}{38,5} = 0,242, \quad (3.50)$$

Знаходимо, що коефіцієнт $f_c = 6,01$.

3. Визначим еквівалентне динамічне навантаження.

З умов роботи підшипника беремо $V = 1$ - обертається кільце підшипника внутрішнє; $K_\sigma = 1,5$ - коефіцієнт безпеки короточасних перевантаженнях до 150%; $K_T = 1$ - температурний коефіцієнт за робочої температури до 100°C.

$$R = (X \times V \times F_r + Y \times F_a) \times K_\sigma \times K_m \quad (3.51)$$

Для підшипників радіальних кулькових, не навантажених осьовою силою ($R_a = 0, X = 1$) знаходять за формулою:

$$R = V \times F_r \times K_\sigma \times K_m = 1 \times 219,17 \times 1 \times 1,5 = 328,8H, \quad (3.52)$$

якщо радіальне навантаження $K_r = 219,17H$.

З урахуванням режиму навантаження протягом строку служби:

$$R_e = K_e \times R = 0,40 \times 328,8 = 131,5H, \quad (3.53)$$

де $K_e = 0,40$ - коефіцієнт інтенсивності.

4. Визначаємо розрахункову довговічність підшипника.

$$L = a_1 \times a_{23} \times \left(\frac{C}{R}\right)^p = 1 \times 0,8 \times \left(\frac{12500}{328,8}\right) = 43897,6 \text{ млн.об.} \quad (3.54)$$

де a_1 - коефіцієнт для 90% надійності підшипників: $a_1 = 1$;

a_{23} - коефіцієнт для звичайних умов експлуатації серійних радіальних кулькових підшипників: $a_{23} = 0,8$;

$p = 3$ - показник степеня для кулькових підшипників.

Розрахункова довговічність підшипника:

$$L_h = \frac{10^6}{60 \times n} \times \left(\frac{C}{R}\right)^p = \frac{10^6}{60 \times n} = \frac{10^6 \times 43897,6}{60 \times 12500} = 58530 \text{ год.} \quad (3.55)$$

В загальному машинобудуванні беруть $L_h = (3000 \dots 5000) \text{ год.}$

Потрібна довговічність підшипника визначається строком служби машини між капітальними ремонтами.

4. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПЛАНІВ ДІЛЬНИЦІ І СХЕМ МАШИНИ

4.1. Обґрунтування компоновочного плану

Підбір основного обладнання дільниці пастеризованого молока виконуємо, виходячи із розробленої технологічної схеми виробництва та із заданої продуктивності лінії.

При розрахунку необхідного основного і допоміжного обладнання визначається годинна продуктивність основного обладнання за формулою [14]:

$$Q_2 = \frac{Q_M}{n_d \cdot n_z \cdot t_z}, \quad (4.1)$$

де Q_M – місячна продуктивність технологічної лінії, т,

n_d – число робочих днів у місяці,

n_z – число змін,

t_z – час робочої зміни, год.

Після підстановки одержуємо:

$$Q_2 = \frac{300}{22 \cdot 1 \cdot 8} = 1,70 \text{ т/год}$$

Виходячи із заданої продуктивності розраховуємо кількість молока, яке йде на переробку. В залежності від розрахованого значення підбираємо обладнання для приймання, зберігання, механічної і теплової обробки молока, підбираються фасувальні апарати.

В проекті передбачаємо нормалізацію молока методом змішування, коли в резервуар з цільним молоком добавляється обезжирене молоко.

Згідно [10] на 1 т цільного молока з вмістом жиру 3,2% необхідно:

1. 969,3кг цільного молока з вмістом жиру 3,3% і 30,7 молока обезжиреного з вмістом жиру 0,05 %;

2. 940,3кг цільного молока з вмістом жиру 3,4% і 59,7 молока обезжиреного з вмістом жиру 0,05 %;

3. 913,1кг цільного молока з вмістом жиру 3,5% і 86,9 молока обезжиреного з вмістом жиру 0,05 %;

4. 887,3кг цільного молока з вмістом жиру 3,6% і 112,7 молока обезжиреного з вмістом жиру 0,05 %;

5. 863,1кг цільного молока з вмістом жиру 3,7% і 136,9 молока обезжиреного з вмістом жиру 0,05 %;

6. 840,0кг цільного молока з вмістом жиру 3,8% і 160,0 молока обезжиреного з вмістом жиру 0,05 %;

7. 818,2кг цільного молока з вмістом жиру 3,9% і 181,8 молока обезжиреного з вмістом жиру 0,05 %;

8. 797,5кг цільного молока з вмістом жиру 4,0% і 202,5 молока обезжиреного з вмістом жиру 0,05 %.

Отже, обладнання з переробки молока, яке встановлюється на лінії повинно забезпечувати переробку розрахованої кількості молока за годину.

Відповідно підбираємо необхідне технологічне обладнання з наступними характеристиками:

1. Вага для зважування молока СМІ-500. Зважувальне обладнання має наступну технічну характеристику:

- продуктивність, кг/год – 6000;
- межі зважування, кг – 25...500;
- допустима похибка, кг - $\pm 0,5$;
- габаритні розміри:
- довжина, мм – 1250;
- ширина, мм – 1140;
- висота, мм – 1745.

2. Резервуар В2-ОХР-50 являє собою вертикальний двостінний циліндр з плоским днищем, виконаний з нержавіючої сталі. Патрубок наповнення – зливу знаходиться в нижній частині ємності. Корпус ємності має штуцери для встановлення датчиків контролю – вимірювальних приладів, а також труби для перемішувального і мийного пристроїв. Рівень молока визначається автоматично.

3. Насос 50МЦ50-31 з наступними технічними характеристиками:

- подача, м³/год - 14;

- напір, м - 31,5;
- коефіцієнт корисної дії,% - 60;
- потужність двигуна, кВт - 5,5.

4. Сепаратор- молоко очисник ОЦМ - 5 має наступні характеристики:

- продуктивність, кг/год - 5000;
- потужність електродвигуна, кВт - 15
- габаритні розміри:
 - довжина, м - 1200
 - ширина, м - 850
 - висота, м - 1780

5. Пастеризаційно-охолоджуючий пристрій ОПУ-15 має наступні характеристики:

- продуктивність, кг/год - 1500;
- потужність електродвигуна, кВт - 4,5.
- габаритні розміри:
 - довжина, м - 5300;
 - ширина, м - 3350;
 - висота, м - 2500.

6. Автомат для фасування молока в ПЕТ пляшки місткістю 0,5 л марки Д9-АП1НМ:

- продуктивність, л/год - 20000;
- габаритні розміри:
 - довжина, м - 3300;
 - ширина, м - 2250;
 - висота, м - 2400.

В магістерській роботі складається перелік відділень, приміщень і визначається їх площа в квадратних метрах.

У цеху площі діляться на наступні основні категорії:

1. Робоча площа - апаратні відділення (цехи), лабораторії, холодильні і термостатні камери, заквасочні, відділення дозрівання, приміщення для миття

обладнання, а також конторські приміщення і кладовки, які знаходяться у виробничих приміщеннях.

2. Допоміжні та складські приміщення – бойлерна, трансформаторна, вентиляційна, ремонтно-механічні майстерні, компресорна, приміщення контрольно-вимірювальних приладів, тарні майстерні, камери зберігання готової продукції, склади матеріалів, склади тари.

3. Допоміжні приміщення - побутові приміщення, конструкторські бюро, площі заводууправління.

При проектуванні ділянки площа апаратного цеха встановлюється в залежності від габаритів технологічного обладнання, площі обслуговування машин та апаратів, розмірів проходів, проїздів, відстаней від стін та колон споруд до обладнання.

Для приймального відділення молока питома норма площі має становити 6,0...8,0 м² на 1 тону прийнятого за зміну молока.

Для апаратних відділень (цехів) питома норма площі вибирається згідно даних літератури.

Площу складу готової продукції для ділянки визначаємо за формулою:

$$F = \frac{G \cdot C}{m \cdot K}, \quad (4.2)$$

де F – площа складу, м²;

G – маса продукції, що підлягає зберігання, кг;

C – тривалість зберігання, доба;

m – маса штабельованого продукту на 1 м² площі, кг;

K – коефіцієнт використання площ.

В розробленій технологічній лінії молоко фасується в ПЕТ пляшки.

Пляшки ємкістю 0,5 л, отже, за зміну виробляється відповідно n_1 і n_2 пляшок молока:

$$n_1 = \frac{1,70 \cdot 8 \cdot 1000}{0,25} = 54400; \quad (4.3)$$

$$n_2 = \frac{1,70 \cdot 8 \cdot 1000}{0,5} = 27200. \quad (4.4)$$

Термін збереження готового продукту в умовах молочного заводу: для пастеризованного молока 1-2доби.

Підставляємо відповідні значення і одержуємо:

$$F = \frac{1,70 \cdot 8 \cdot 1}{0,210 \cdot 0,5} = 129,52 \text{ м}^2 \quad (4.4)$$

Значення маси укладання продукту 1 м² площі і питомого навантаження продукту на 1 м² камери схову визначаються за даними літератури.

Дільниця складається з приміщень, які мають таку площу: Лабораторія - 34,8 м², склад матеріалів - 214,2 м², мийне відділення - 70,8 м², тарне відділення - 44,5 м², приймальне відділення - 142,8 м², виробничий цех - 538,3 м², побутове приміщення - 34,5 м², фасувальне відділення - 425,5 м², приміщення для приготування дезрозчину - 70,85 м², камера зберігання - 142,8 м², електрощитова - 34,8 м², відділення зливу молока - 107,2 м².

На плані компоновки дільниці виготовлення пастеризованого молока показано схематичний план виробничої будівлі із зображенням на ньому цехів, відділень, дільниць, допоміжних та службових приміщень, проходів і проїздів без розміщення основного технологічного обладнання.

При виконанні плану поверху положення уявної горизонтальної січної площини розрізу приймаємо на рівні віконних прорізів.

План компоновки дільниці виготовлення молока виконано у масштабі 1:100.

До плану компоновки дається розріз прольоту, виконаний також у масштабі 1:100, на якому вказані висотні відмітки елементів будівлі.

На плані компоновки показано взаємне розміщення виробничих цехів і відділень, складів і прибудов, технологічні потоки за допомогою стрілок.

Також на плані компоновки вказані будівельні параметри і площі приміщень.

На плані координаційні осі будівлі дільниці позначені цифрами арабськими (поперечні осі) і буквами великими (повздовжні осі).

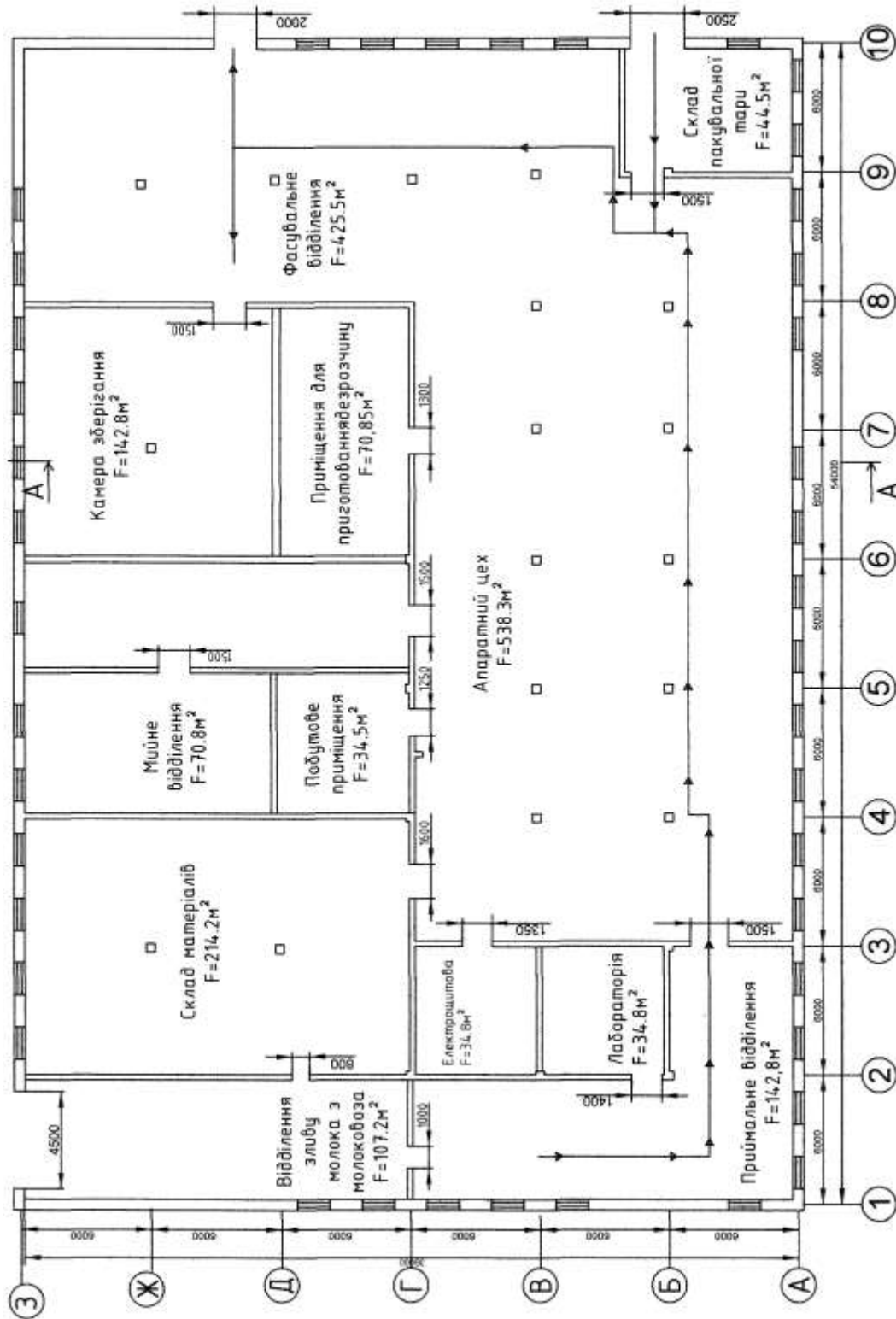


Рисунок 4.1 – Компоновочний план цеху

На листі також представлений розріз будівлі, що є ортогональною проекцією будівлі на вертикальну площину, що його перерізує, та яку умовно приймаємо прозорою. Розріз виконуються у масштабі, що і план. На розрізі вказані висотні відмітки. Розріз цеху показано на рис. 4.2.

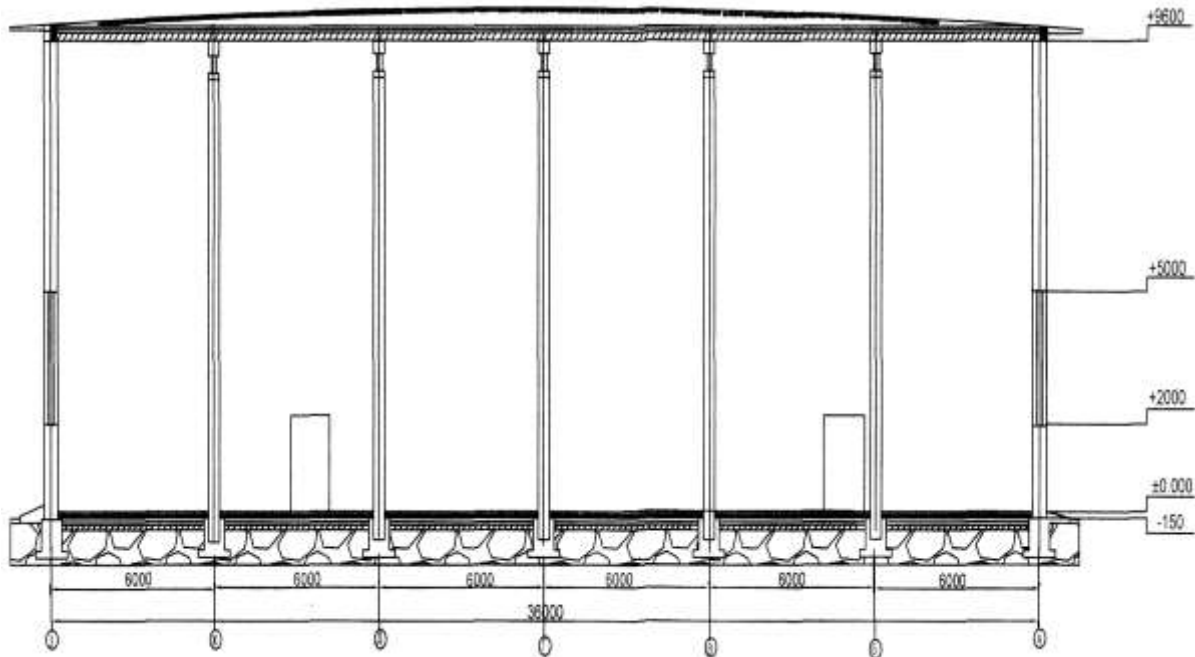


Рисунок 4.2 – Розріз цеху

Фундамент будівлі повинен сприймати навантаження від споруди. У магістерській атестаційній роботі приймаємо стрічковий фундамент.

Колони будівлі приймають навантаження від покриття будівлі. У магістерській атестаційній роботі приймаємо колони квадратного січення (500×500 мм), а відстань між колонами становить – 6м.

У будівлі плануємо цегляні стіни:

- зовнішні і внутрішні несучі завтовшки 400мм;
- внутрішні перегородки завтовшки 120-250мм.

Для підлоги у цехів дільниці використаємо кислотостійку керамічну плитку. В камерах зберігання готової продукції застосуємо бетонну підлогу.

У лабораторії на бетонній основі стелемо лінолеум.

Покрівля приміщення виготовляється плоскою з послідовними шарами: збірні залізобетонні плити покриття; пісок - 20мм; пінобетон; бетонна стяжка з бетону марки «100»- 40мм; 4 шари рубероїду на бітумній основі; шар гравію, втоплений у бітумну основу.

4.2. Розробка плану розміщення обладнання

На плані розміщення технологічного обладнання, що виконаний у масштабі 1:100 вказані основні будівельні параметри.

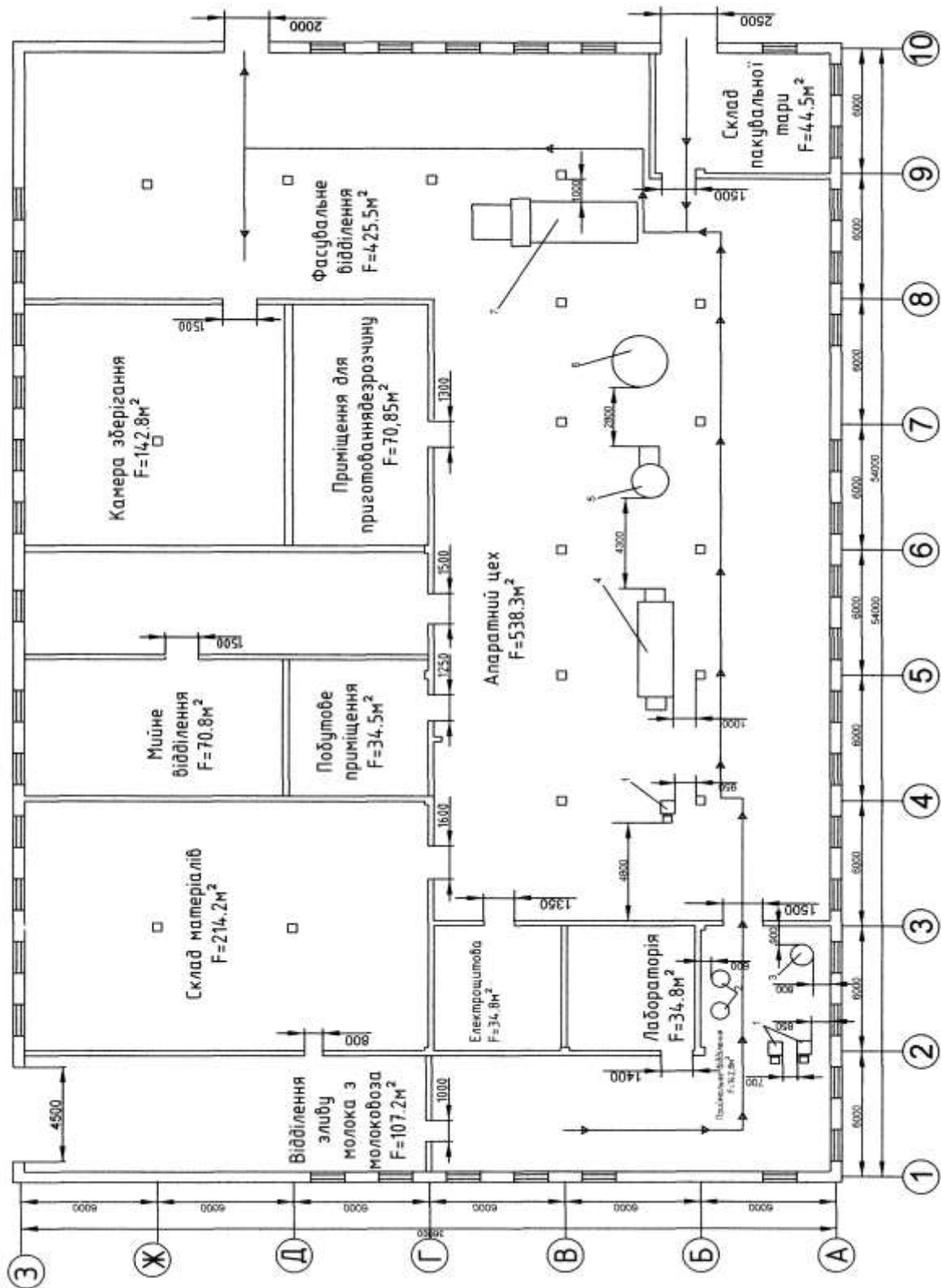


Рисунок 4.3 – План розміщення технологічного обладнання

При розробці плану розміщення технологічного обладнання вирішено питання здійснення технологічних процесів, організації виробництва, вибору транспортних засобів, техніки безпеки, і автоматизації виробництва.

На плані вказано технологічне обладнання дільниці. Контури обладнання на планах розміщення обладнання зображені схематично із дотриманням габаритних розмірів машин, що наведені у технічних характеристиках визначених марок обладнання, відповідно до використаних умовних позначень. Усі види обладнання позначені наскрізною порядковою нумерацією.

При розробці плану розміщення обладнання враховано рух продукції в процесі обробки відповідно до технологічного процесу, а також вказані оптимальні зазори між обладнанням та колонами/стінами.

Обладнання розміщено згідно чинних вимог, вказано напрямки руху продукції, від початку (миття тари) до кінцевої операції (пакування).

4.3. Обґрунтування схем машини

Принципова схема застосовується при вивченні принципів роботи машини, наладки, контролю й ремонту.

Станина являє собою базовий елемент машини. На ній встановлюється стіл турнікетний, фасувальна і закупорювальна каруселі, привід і ряд інших конструктивних елементів.

Плита є литою конструкцією, в якій передбачені опорні поверхні для установки регульованих корпусів ніжок. Останні встановлюються на спеціальні підставки-опори.

На плиті встановлюється копір каруселі фасування, опора каруселі фасування, стійка закупорювальної каруселі, змонтований привід машини.

В кожному куті плити є отвори для розміщення в них спеціальних цапф, що використовуються для строповки при монтажі і установці машини. Копір каруселі фасування змонтований на двох кронштейнах, встановлених і закріплених на плиті. Опора каруселі фасування представляє бій вал з підшипниками, встановленими в корпусі, який закріплений на плиті.

Карусель фасування конструктивно виконана так, що на верхній поверхні є отвори для установки опор для штоків з підйомними столиками. Карусель являє собою зубчате колесо, яке зачіпляється з колесами вхідної і проміжних стійок.

Зовнішня частина колеса - каруселі закрита обшивкою з неіржавіючої сталі. Разом з каруселлю обертаються підйомні столики, потрапляючи на копір шток із столиком робить зворотно-поступальний рух, використовуючи пружну деформацію двох пружин.

На каруселі встановлена стійка для базування опори резервуару. На опорі резервуару встановлюється резервуар з фасувальними пристроями. На резервуарі розміщений пристрій подачі продукту.

В опорі резервуару розміщується механізм підйому резервуару і фасувальних пристроїв, що використовується при настройці машини не задану місткість.

Пристрій подачі продукту служить для подачі продукту в резервуар підтримки за допомогою поплавця постійного рівня продукту в резервуарі, під'єднування вакуумної труби і під'єднування труби подачі миючого розчину для миття резервуара, фасувальних пристроїв і пристрою подачі продукту.

Ступінь розрідження в резервуарі регулюється заслінкою, яка розташована на трубі колектора.

Регулювання висоти рівня наповнення проводиться шляхом регулювання висоти гайки - чим вище розташований гайка, тим менше продукту наливається в місткість, чим нижче розміщена гайка, тим більше продукту наливається в місткість.

Регулювання висоти гайки проводиться шляхом загвинчування, відгвинчування до досягнення потрібної висоти. Гайку зафіксують гайкою. Наявним набором змінних гайок розширений діапазон регулювання рівня наповнення.

Бункер має індивідуальний привід, яким є електродвигун з черв'ячним редуктором. Ковпачки розподіляються механічним ротаційним розподільником. Вибір ковпачка здійснюється зубчатим диском, розташованим на певній відстані від диска розподільника : ця відстань змінюється, залежно від висоти даного ковпачка. Тільки ті ковпачки, у яких відкрита частина направлена до зубчатого диска, можуть вийти з розподільного пристрою. Ковпачки викидаються в живлячий жолоб і по лотку рухаються до орієнтатора ковпачків І, яке знаходиться в кінці

коркопроводу. Пристрій фіксує ковпачки і дозволяє подавати їх на горлишки пляшок.

Привід складається з двохшвидкісного електродвигуна з варіатором, редуктора 4-100-31,5-52-3 УЗ.

Варіатор швидкості складається з двох дисків, які для збільшення продуктивності потрібно зсунути, а для зменшення розсунути. Перед регулюванням продуктивності клиновий пас потрібно послабити, після заміни зазору між дисками клиновий пас потрібно натягнути.

Робота фасувального пристрою відбувається таким чином. При русі каруселі фасування підшипник ковзає похилою частиною нерухомого копіра, в результаті чого столик з порожньою чистою пляшкою під впливом пружин підіймається до фасувального пристрою. При підйомі пляшки зливна трубка і повітряна трубка входить в її горловину. Горловина пляшки впирається в ущільнювач і разом з центратором і направляючими підіймається до гайки. При подальшому русі пляшки, долаючи зусилля пружини, піднімає зливну трубку, тим самим відкривається прохід для продукту. В цей же час через отвір повітряної трубки з пляшки відсисається повітря і рідина самопливом наповнює пляшку до рівня, визначуваного нижнім зрізом зливної трубки. Деяка кількість продукту (залежно від в'язкості і тривалості вистою наповненої пляшки під фасувальним пристроєм при циклі фасування потрапляє в канал повітряної трубки і після відриву ущільнювача від вінчика горловини пляшки цей канал прочищається від рідини дією (спочатку через бічний паз, а потім центральний отвір повітряної трубки) атмосферного тиску, що протягує продукт по каналу трубки в резервуар, де при роботі машини постійно підтримується вакуум.

Закупорювальна група встановлена і закріплена на станині машини. На стійці встановлена на підшипнику стійка приводу каруселі закупорювання. На цю стійку на шпонці встановлюється стіл. На верхній частині стійки на шпонці встановлюється втулка, до якої кріпиться копір і корпуса при настройці машини на визначену місткість.

На функціональній схемі відображено основні функції, які виконують робочі органи машини в процесі розливу молока.

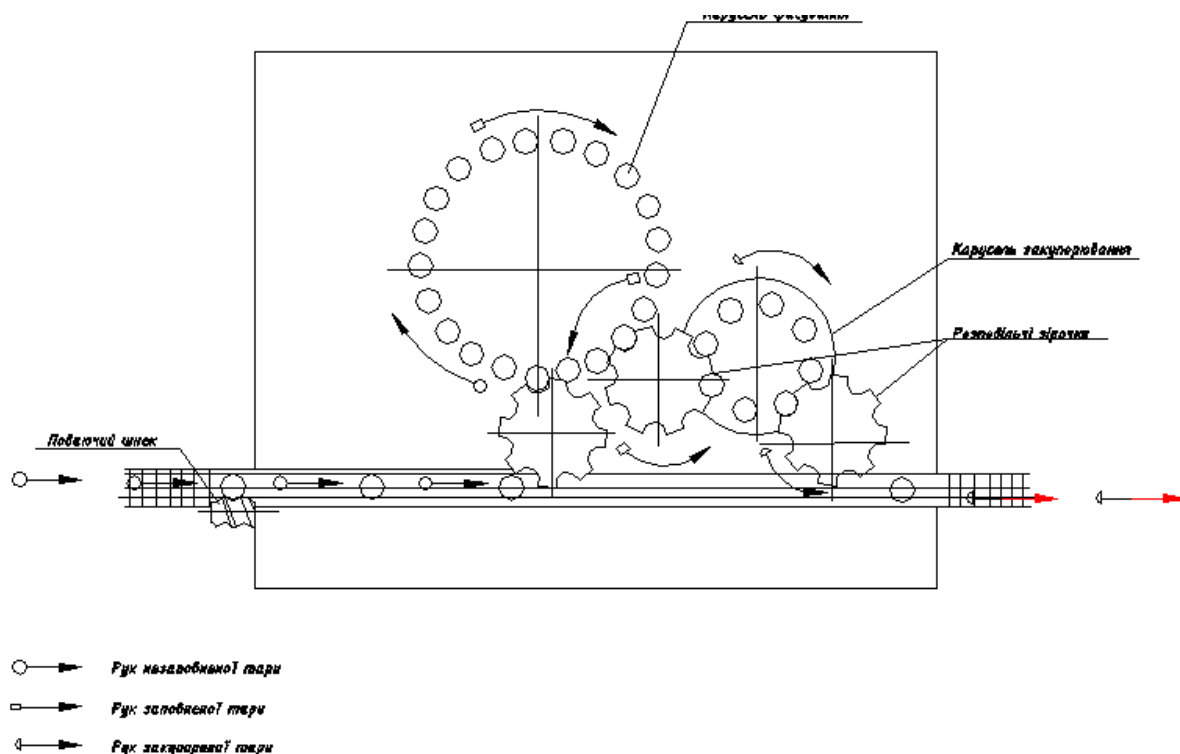


Рисунок 4.4 – Функціональна схема фасувально-закупорювального автомата

Сировина подається через бункер. Паралельно цьому подаються пляшки на транспортер. Далі за допомогою розподільчої зірочки порожня тара прямує до фасувального апарата.

Робота фасувального пристрою відбувається таким чином. При русі каруселі фасування підшипник ковзає по похилій частині нерухомого копіра, в результаті чого столик з порожньою чистою пляшкою під впливом пружин підіймається до фасувального пристрою. При підйомі пляшки зливна трубка і повітряна трубка входить в її горловину. Горловина пляшки впирається в ущільнювач і разом з центратором і направляючими підіймається до гайки. При подальшому русі пляшки, долаючи зусилля пружини, піднімає зливну трубку, тим самим відкривається прохід для продукту. В цей же час через отвір повітряної трубки з пляшки відсисається повітря і рідина самопливом наповнює пляшку до рівня, визначуваного нижнім зрізом зливної трубки. Після цього, в кінці циклу фасування, під впливом копіра столик спільно з наповненою пляшкою опускається і нижній торець зливної трубки під впливом пружини сідає на наконечник повітряної трубки, закриваючи прохід продукту, наконечник повітряної трубки

виводиться з пляшки. Деяка кількість продукту (залежно від в'язкості і тривалості вистою наповненої пляшки під фасувальним пристроєм при циклі фасування потрапляє в канал повітряної трубки і після відриву ущільнювача від вінчика горловини пляшки цей канал прочитується від рідини дією (спочатку через бічний паз, а потім центральний отвір повітряної трубки) атмосферного тиску, що протягує продукт по каналу трубки в резервуар, де при роботі машини постійно підтримується вакуум.

Далі наповнена тара рухається на закупорювання, яке здійснює закупорювальний автомат. Потім наповнені і закупорені пляшки виводяться по транспортеру.

Привод фасувально-закупорювального автомата складається з електродвигуна з варіатором та редуктора 4-100-3, 5-52-3 УЗ, пасової, черв'ячної та двох циліндричних передач.

Крутний момент від електродвигуна 4A100/1425 потужністю 2,1 кВт та частотою обертання 1425 об/хв передається на пасову передачу, потім на черв'ячну і циліндричну передачу. За допомогою однієї циліндричної передачі приводиться в рух одноступінчатий вал каруселі закупорювання, а за допомогою другої - карусель фасування.

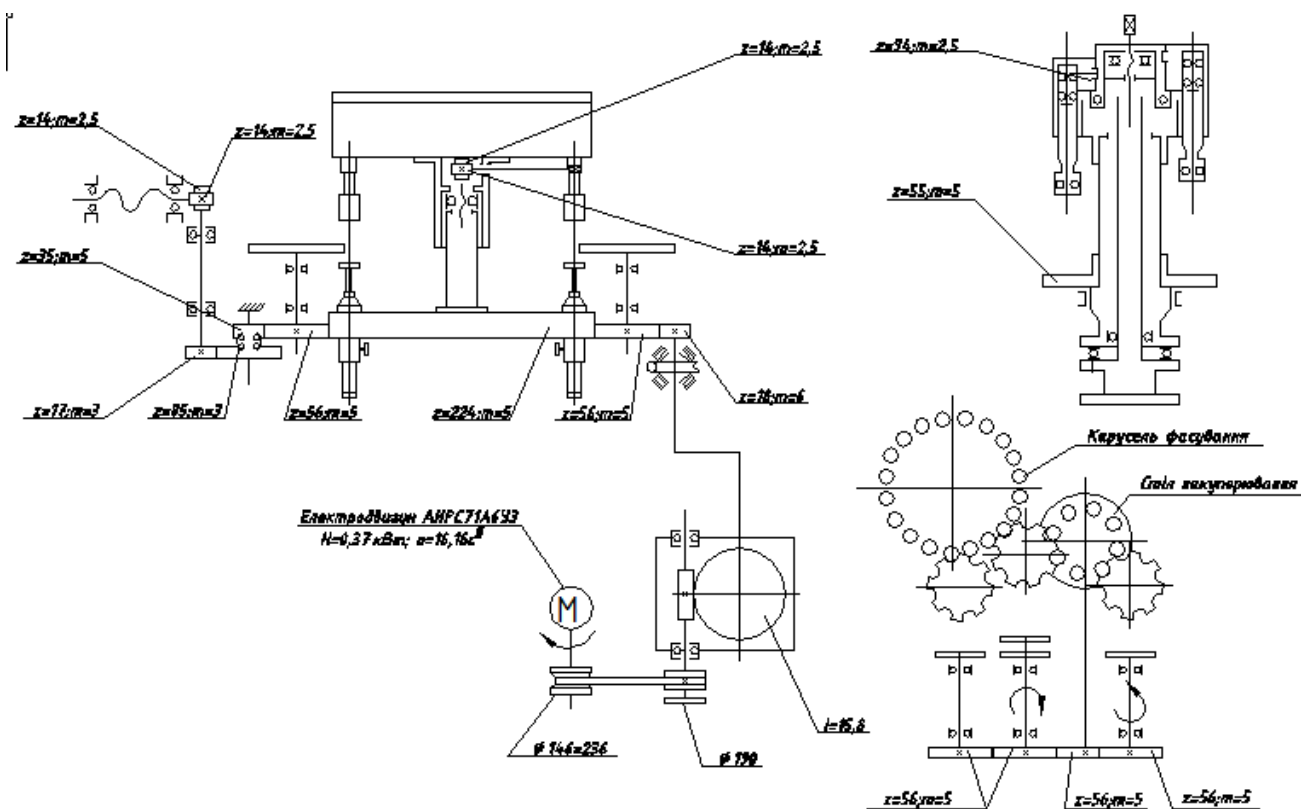


Рисунок 4.5 – Кінематична схема фасувально-закупорювального автомата

4.4. Розробка конструкції вузла та деталей

В магістерській атестаційній роботі розроблено фасувально-закупорювальний автомат та конструкція фасувальної колони - допоміжного робочого органа машини. Фасувально-розливальна колона призначена для автоматичного наповнення ПЕТ пляшок молоком або іншими молочними продуктами з закупорюванням їх пластмасовими гвинтовими ковпачками.

Фасувально-розливальна колона складається з: колони, закаточної головки, падаючої зірочки, направляючої фрези, розподільчого кулачка, плити, мотор-редуктора, несучого пристрою для захвату і установки ковпачків, станини.

Оскільки деталі автомату не мають безпосереднього дотикання до продукту, вони виготовлені зі сталі 45 ДСТУ 7809:2015.

Повна колона встановлюється на підшипниках в основі. До неї прикріплюється диск, на якому встановлюються пляшки, які відповідно виштовхуються вхідною зірочкою. Пляшки центруються зірочкою, яка складається з окремих частин, вмонтованих на тій же колоні. Периферія під горловиною пляшки кладеться однією стороною на фрези, а другою – на направляючу. В процесі закручування ковпачків, відповідна фреза врізається в периферію пляшки і не дозволяє їй повертатись. Периферія і фрези закріплені в верхній частині машини для пакування, яка може переміщуватись в вертикальному положенні, в залежності від відповідного виду пляшки.

Верхня частина модуля для пакування представляє собою сателітний механізм, що складається з системи зубчастих коліс, поршнів і кулачка. Кулачок вмонтований нерухомо в верхній частині колони-гвинта, на якій закріплена плита. На плиті вмонтовано двигун-редуктор, несучий пристрій для захвату і встановлення кришок.

На верхній частині валу з допомогою шпоночного з'єднання встановлений корпус з закаточними патронами.

До копіру прикріплено колесо зубчасте. Корпус з закаточними патронами обкатується по зубчастому колесу приводить до обертання закаточної головки.

5. ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА

5.1. Монтаж, ремонт і умови експлуатації машини, особливості експлуатації модернізованого вузла

При неправильному здійсненні монтажу пуск та експлуатація можуть бути небезпечними для працівників і обслуговуючого персоналу.

Автомат поставляється заводом у зібраному виді в пакуванні. Він встановлюється в технологічну лінію відповідного свого призначення. Фасувально-закупорювальний автомат монтують на жорстку фундаментну площадку, що залита бетоном марки 90 – 100, та встановлюють на чотирьох регулювальних опорах.

Станину стропують обв'язуючи великі деталі автомату. Для строповки використовують канати сталі, просочені консистентним мастилом чи солідолом.

Перед пуском автомат повинен простояти понад три дні у приміщенні для відведення вологи з ізоляції обмоток електродвигуна. Перед початком монтажу необхідно: точно визначити місце установки автомату на проектній мітці з позначенням осьових ліній та центрів отворів.

Після встановлення автомата на фундамент необхідно перевірити правильності установки за допомогою рівня, та остаточно закріпити.

Після закріплення підключають всі трубопроводи ліній подачі і відведення продукту, та приступають до випробування на холостому ході. До випробуванням автомата на холостому ході від електропривода необхідно спочатку повернути його вручну за допомогою механізму ручного провороту.

Конструктивні параметри такелажних засобів визначають на основі реконструкцій ВСН42-74, в параграфі ДСТУ Б В.2.6-194:2013 «Сталі конструкції. Норми проектування»

Для строповки фасувально-закупорювального автомата масою $m = 2400\text{кг}$ застосовують чотири сталеві канати. Величину натяг каната визначають за формулою:

$$\frac{P}{S} \geq K, \quad (5.1)$$

де P - зусилля розриву каната, що приймається за сертифікатом, Н;

S – максимальний натяг каната (без динамічних навантажень), Н;

K – коефіцієнт запасу міцності (для поліспасів 3,5 ... 5).

S визначають за формулою :

$$S = Q / (n \times \cos \alpha), \quad (5.2)$$

де Q – розрахункове навантаження, що прикладають до рухомого блоку поліспаса;

α – кут між віссю дії зусилля та віткою каната;

n – загальна кількість віток каната.

$$S = 8000 / (36 \times \cos 13) = 222 \text{ Н}. \quad (5.3)$$

$$\frac{29000}{222} \geq 4$$

Для статичного розрахунку фундаменту для фасувально-закупорювального автомату моделі: «48КР-14/4 ПРАГМАТИК» - з вагою $M_M = 3490 \text{ кг} \times (G = 34 \text{ кН})$ якщо відстань між осями віброопор $a = 392 \text{ мм}; b = 321 \text{ мм}$. Приймаємо висоту фундаменту $H_1 = 100 \text{ мм}$, глибину закладання, $H_1 = 500 \text{ мм}$ нормативне зусилля на ґрунт II категорії $P_H = 200 \text{ кПа}$, коефіцієнт зменшення $\alpha = 0,7$, питома вага бетону $V = 20 \text{ кН} / \text{м}^3$.

Фактичний навантаження на ґрунт основи системи «машина + фундамент»:

$$P = (34 + 29,15) / (0,7 \times 0,5) = 180,4 \text{ кПа} < 200 \text{ кПа} \quad (5.4)$$

Приймаємо допуск $\Delta = 0,2 \text{ мм}$ на кожну сторону, площа підшви фундаменту становитиме:

$$F = (0,39 + 2 \times 0,2)(0,32 + 2 \times 0,2) = 0,5 \text{ м}^2 \quad (5.5)$$

Отже висота фундаменту:

$$H = 0,1 + 0,5 = 0,6 \quad (5.6)$$

Об'єм фундаменту:

$$V = 0,5 \times 0,6 = 0,3 \quad (5.7)$$

Сумарна вага фундаменту становитиме:

$$G_\phi = 0,3 \times 97 = 29,1 \text{ кН} \quad (5.8)$$

За розрахунками фундамент спроектовано правильно.

Схема фундаменту представлено на рис. 5.1.

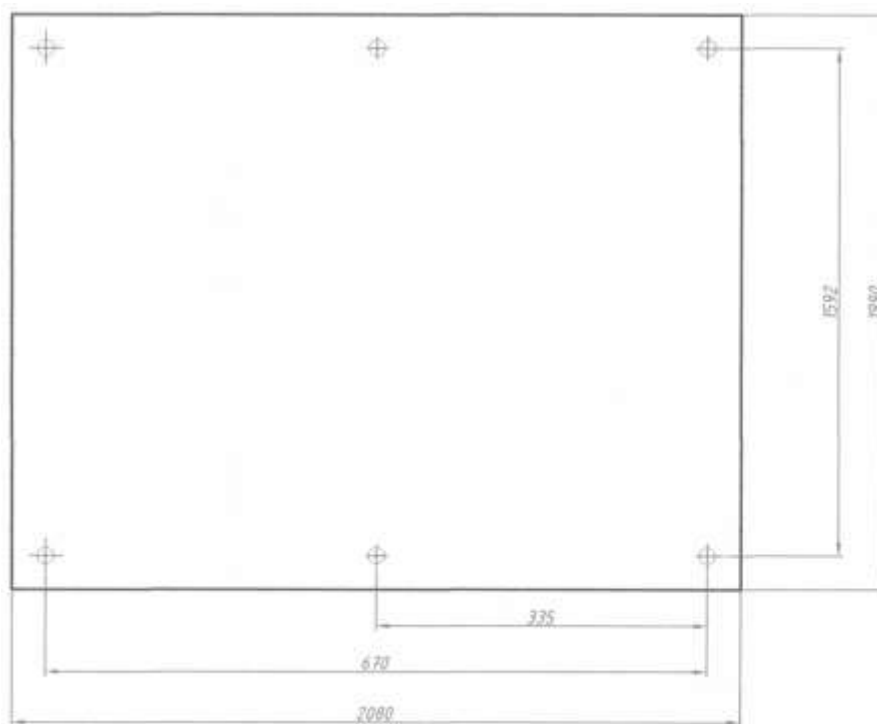


Рисунок 5.1 – Площа підшви фундаменту під моноблок розливу

Для підготовки робіт з монтажу обладнання повинно бути направлено на облаштування умов досягнення необхідної точності встановлення на місці експлуатації з мінімальними матеріальними та трудовими затратами. Для цього необхідно забезпечити: застосування способів встановлення обладнання без залишку в основі металевих підкладок, та широке застосування регульовальних опор з можливістю застосування технології «рівного» монтажу та достовірність контролю обладнання за всіма заданими показниками точності. Встановлення обладнання здійснюють на прийнятих у відповідності із СНіП 3.01.01-85 і 3.05.05-85 фундаментах. Одночасно готують майданчики на поверхнях фундаменту для опорних елементів.

Автомат постачається замовнику на палеті. Опісля підготовки місця монтажу, його потрібно зняти та встановити на визначене місце. Горизонтальність установки автомату перевіряють рівнем монтажним.

Розташування обладнання за висоті та горизонтальністю регулюють опорами, не допускаючи відхилення горизонтальності. Відрегульовані положення опор фіксують контргайками.

Схему регулювальної опори показано на рис. 5.2.

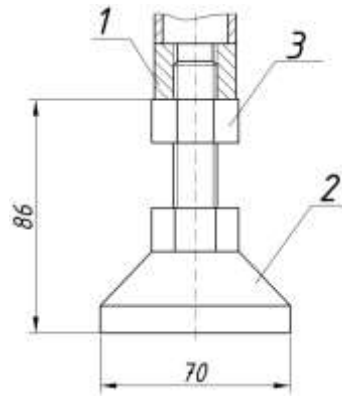


Рисунок 5.2 – Схема регулювальної ніжки: 1 – стійка, 2 – ніжка, 3 – контогайка

До інструментів, які використовуються при ремонті та монтажі автомата, відносяться наступні:

- сталеві лінійки, метри, мікрометри, штангенциркулі, щупи, глибиноміри, різьбоміри (для контролю розмірів деталі);
- плити розміточні, циркулі розміточні (для розмітки заготовок деталі), рейсмуси;
- для відгвинчування болтів і гайок: ключі (рожкові, важільні, трубні, динамометричні і ін.);
- викрутки, молотки, щипці;
- рашпілі, напильники, зубила, пила і ін. інструменти для обробки;
- паяльник молотковий, торцевий електричний, паяльні лампи (для паяння);
- електротримачі, кабелі (для електродугового зварювання);
- кавальсько-котельні інструменти (для рубання – зубила ковальські; для газового зварювання – пальники, редуктори, шланги; ударні – молотки; кувалди, формуючі – обжині, гладилки, чеканки, пробійники);
- бруски, круги для шліфування.

5.2. Організація ремонту машини

Несправності пристрою викликають порушення нормальної роботи і можуть стати причиною простою, передчасного зношування деталей та механізмів, зниження продуктивності і погіршення якості отриманого продукту.

Основні можливі несправності, причини виникнення і методи їх усунення наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Характерні причини виходу із ладу машини

Неполадки	Можлива причина	Спосіб усунення
1. Не обертається карусель фасування і закупорювання при включеному двигуні привода	Недостатній натяг паса клинопасової передачі	Підтягнути пас привода
2. Зупинка всієї машини або відмова в запуску	Спрацював перемикач індуктивний неконтактний на вихід з машини	Видалити причину, яка порушила роботу. Слідкувати, щоб вкладчик приймав пляшки.
3. Неправильна закупорка - слабка або недостатня	Поломка витків на пляшці. Поломка пружини бокового прижима. Надто слабкий боковий тиск накатних роликів. Великий зазор в з'єднанні корпус-вісь ричага, яке передає рух роликам накатки і ролику отримання буртика (підкатки).	Вияснити і видалити неполадку. Заземлити пружину. Відрегулювати боковий тиск. Заземлити вузол.
4. Неправильна закупорка з зазубринами або розривами	Пружина бокового режиму заблокована. Ролик накатки погано рухається. Необхідно очистити і змазати. Ролик надто далекий по відношенню до прижима горлишка або штока регулювання.	Відрегулювати положення роликів закатки.
5. Неправильна закупорка - запобіжне кільце без буртика	Горловина пляшки трішки менше мінімального. Відсутня шайба з пазами на ролиці отримання буртика. Ролик отримання буртика надто високо по відношенню до нижньої кромки горловини. Пружина прижима сполучення буртика зламана	Відрегулювати ролик Замінити пружину
6. Неправильна закупорка – кришечка встановлена косо, на запобіжному кільці буртик тільки з однієї сторони	Зносилися зірочки, які подають пляшки.	Замінити зірочки

Необхідно систематично підтримувати обладнання в працездатному стані та, виконувати своєчасний і високоякісний ремонт. Який повинен не тільки відновлювати працездатність обладнання, але і забезпечувати безперебійну і довготривалу роботу.

У харчовій промисловості застосовується система планового попереджувального ремонту (ППР), що охоплює весь спектр дій, для підтримки обладнання в справному стані. Суть системи полягає в тому, що збої в роботі обладнання усуваються через нормовані періоди його експлуатації. Тривалість даних періодів визначається особливостями конструкції обладнання, та умовами його експлуатації і технічним призначенням.

За даної системі дефекти усуваються, коли обладнання не придатне для роботи, а завчасно, коли рівень зношування обладнання ще дозволить його експлуатувати, але вже створює аварійне зношування.

Системою ППР передбачаються наступні типи ремонтних робіт: технічне обслуговування, поточний, середній та капітальний ремонт.

Розробимо графік ППР на триріччя для автомату при плановій роботі в одну зміну. Авирмаи починає роботу з січня, а останнім був поточний ремонт у вересні. До кінця поточного року автомат має напрацювати із часу останнього ремонту – 1050 год, а з часу останнього ТО – 175 год.

Згідно з положенням при роботі в одну зміну тривалість ремонтного циклу автомата:

$$T_{\text{ц}} = 18 \text{ міс} = 6300 \text{ год}. \quad (5.9)$$

Тривалість міжремонтного періоду:

$$\tau_p = 3 \text{ міс} = 1050 \text{ год} \quad (5.10)$$

Та тривалість періоду між ТО:

$$\tau_{\text{ТО}} = 0,5 \text{ міс} = 175 \text{ год} \quad (5.11)$$

Типова структура ремонтного циклу фасувально-закупорювального автомата наступна:

$$K - 5\text{ТО} - T_1 - 5\text{ТО} - C_1 - 5\text{ТО} - T_2 - 5\text{ТО} - C_2 - 5\text{ТО} - T_3 - 5\text{ТО} - K$$

Трудоємність робіт по ремонту і технічному огляді механічної частини технологічного обладнання $T_{м.ч}$ визначається за формулою:

$$T_{м.ч} = KR_M, \quad (5.12)$$

де K – коефіцієнт, який враховує вид ремонту машини, люд-год;

R_M – категорія складності ремонту механічної частини даної машини.

Згідно положення трудомісткість ремонтів складає: - капітальний - 36 люд-год, середній - 21 люд-год, - поточний - 7 люд-год, - технічний огляду - 1 люд-год.

Вирахуємо сумарну трудомісткість робіт за рік, для чого додаємо трудомісткості 12 місячних ТО, 2-х поточних ремонтів, 2-х середніх та капітального ремонтів:

$$T = 1 \times 20 + 2 \times 7 + 21 \times 2 + 36 = 112 \text{ люд} - \text{год}. \quad (5.13)$$

Результат ділимо на операції:

$$\text{слюсарні } T = 112 \times 0,72 = 80,64 \text{ люд} - \text{год}; \quad (5.14)$$

$$\text{верстатні } T = 112 \times 0,2 = 22,4 \text{ люд} - \text{год}; \quad (5.15)$$

$$\text{інші (зварювальні, покрасочні і т.д.) } T = 112 \times 0,08 = 8,96 \text{ люд} - \text{год}; \quad (5.16)$$

5.3. Технічне обслуговування машини

Основні правила експлуатації фасувальних автоматів для рідких і пастоподібних продуктів мають загальних характер незалежно від конструкції.

Перед пуском автомата проводять його огляд, встановлюють наявність мастила в редукторі, на шестернях каруселі і турнікетних зірочках, проводять змащування підйомних столиків. Після цього перевіряють правильність обертання всіх механізмів автомата і подавання тари дистанційним механізмом до завантажувальної зірочки, а також центрування пляшок чи банок на підйомних столиках.

Резервуар з додатками встановлюють на 15 мм вище висоти посудини, після чого перевіряють правильність роботи поплавка і дозаторів.

Завершальний етап - перевірка пускової електроапаратури і блокувальних пристроїв, правильності подачі посудини на карусель і видачі її на транспортер.

Під час роботи автомата спостерігають за рівнем продукту в резервуарі.

Після закінчення роботи автомат прибирають, зливають рідину, що залишилася, промивають резервуар і дозатори, проводять прибирання, миття та санітарну обробку.

Правильне проведення технічного обслуговування обладнання та вчасне його ремонтування значною мірою збільшує терміни його експлуатації.

Під час експлуатації таких автоматів можуть виникнути такі збої:

- рівень рідини в баку знижується і виходить за межі водомірних вікон, при цьому спостерігається недоливання рідини, величина якого росте - причиною цього може бути те, що мало відкритий клапан поплавка. Для усунення цього необхідно відрегулювати зазор гайкою, розміщеною між мембраною і фланцем. Цей зазор повинен бути рівним 12 - 13мм.

- рівень рідини в баку високий, може мати місце переливання рідини; необхідно відрегулювати поплавок.

ВИСНОВОК

У даній магістерській атестаційній роботі на тему «Технологічна лінія для виробництва пастеризованого молока» і розроблено технологічну лінію дільниці виробництва пастеризованого молока, та конструкцію фасувально-закупорювального автомата.

У першому розділі проведено критичний огляд обладнання, на основі якого запропоновано нову конструкцію дозатора.

У другому розділі сформувано вимоги технічного завдання для проектування виробництва, мету і призначення розробки, вихідні дані для проектування і розробки конструкції машини та технологічного процесу, властивості пакування, основні експлуатаційні показники та характеристики якості з урахуванням стандартів і вимог, наведений приклад машини аналога.

На основі розроблених вимог здійснені розрахунки показників і параметрів машини, яка проектується: технологічний, енергетичний, конструктивний, кінематичний, розрахунок циліндричної та черв'ячної передачі, також підбір і розрахунок підшипника та розрахунок шпонкового з'єднання. Проведені розрахунки дають змогу розробити конструкцію машини її вузлів та деталей.

У наступному розділі наведено функціональну, кінематичну, і принципову схеми машин, а також проведене їх обґрунтування. Розроблені також конструкції фасувальної колони та дозатора машини та деталей, які входять до складу конструкції.

У розділі «Монтаж і ремонт машини» описується вибір такелажного оснащення та схема монтажу, вибір методу вивірки обладнання на фундамент, для якого проведено статичний розрахунок, вибір інструментів та приспособ, що використовуються при монтажі, вибір мастильних матеріалів та пристроїв, а також проведено розрахунок основних конструктивних параметрів такелажних приспособ.

Експлуатація та технічне обслуговування машини показує послідовність та перелік операцій з підготовки до пуску, послідовність пуску і налаштування робочих режимів, експлуатація машини під час роботи і порядок проведення

зупинки машини. Викладається порядок і послідовність технічного обслуговування обладнання, яке включає перевірку стану обладнання, механізмів керування, систем мащення, кріпильних деталей, ущільнень, контрольних приладів, огорожень, перевірку роботоздатності двигуна, елементів передачі і вимикача, контроль технологічного навантаження на машину. Розроблені заходи забезпечують тривалу роботу машини без відмов.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Автоматизація виробництва в машинобудуванні. Частина II : навчальний посібник / Ю. І. Муляр, С. В. Репінський. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 123 с.
2. Іскович-Лотоцький, Р. Д. Обладнання автоматизованих виробництв. Частина 1. Верстативавтомати : навчальний посібник / Р. Д. Іскович-Лотоцький, О. Д. Манжілевський – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 91 с.
3. Проць Я.І. Автоматизація виробничих процесів. Навчальний посібник для технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. /Я.І. Проць, В.Б. Савків, О.К. Шкодзінський, О.Л. Лящук – Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. – 344 с.
4. Гідропневмоприводи та пристрої автоматики: Навчальний посібник / А. В. Люта, Є. Ф. Чекулаєв. – 2-е видання (перероблене). – Краматорськ: ДДМА, 2020. – 172 с
5. Davim J. P., Markopoulos A. P., Markopoulos A. Advanced Machining Processes: Innovative Modeling Techniques. Taylor & Francis Group, 2017. 327 с..
6. Власенко В.В., Машкін М.І., Бігун П.П. Технологія виробництва і переробки молока та молочних продуктів. - Вінниця : Гіпаніс, 2000. - 306 с.
7. Бровко О. Г. Товарознавство. Продовольчі товари: навчальний посібник. – К.: Кондор, 2010. – 730 с
8. «Буренніков Ю.А. Гідравліка, гідро-та пневмоприводи. Навч. посібник./Ю.А.Буренніков, Л.Г. Козлов, В.П.Пурдик, С.В.Репінський./ - Вінниця: ВНТУ, 2014. – 238с.
9. Закалов О.В., Закалов І.О. Технологічне обладнання харчових виробництв: - Тернопіль, 2000. – 406 с.
10. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу: Навч. посібник/ О.В. Гвоздєв, Ф.Ю. Ялпачик, Ю.П. Рогач, М.М. Сердюк. – К.: Вища освіта. 2006. – 479 с.
11. Машкін М.І., Париш Н.М. Технологія виробництва молока і молочних продуктів: Навч. видання.- К.: Вища освіта, 2006 – 351 с.

12. Коновалюк Д.М., Ковальчук Р.М. Розрахунок і конструювання валів редукторів. Навчально-методичний посібник. – Луцьк: ЛДТУ, 2003 – 92 с.
13. Мирончук В.Г., Орлов Л.О. та інші. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. – Вінниця, 2004 – 282 с.
14. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Основи проектування дільниць пакування» / Б.П. Валецький . – Луцьк: ЛНТУ, 2011. 38с.
15. Пальчевский Б.О., Крестьянполь О.А., Валецький Б.П., Бондарчук Д.В., Рак В.С. Основи САПР пакувального обладнання: Навчальний посібник / За ред. проф. Б.О. Пальчевського / – Луцьк.: РВВ ЛНТУ, 2008. – 160с.
16. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підруч. – 2-е вид. перероб. – Львів: Афіша, 2003. – 560 с.
17. Кухтин М.Д., Горюк Ю.В. Мікробіологія молочних продуктів вироблених з молока коров'ячого сирого / Кухтин М.Д., Горюк Ю.В. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2023. – 149 с.
18. Сирохман І.В. Товарознавство продовольчих товарів: підручник / І.В. Сирохман, І.М. Задорожній, П.Х. Пономарьов. - 4-е вид., переробл. і допов. К.: Лібра, 2017. 660 с.
19. Технологічне обладнання для переробки продукції тваринництва: Навч. посібник/ О.В. Гвоздєв, Ф.Ю. Ялпачик, Ю.П. Рогач, Л.М. Кюрчева/ За ред. к.т.н. О.В. Гвоздєва. – Суми: Довкілля, 2004. – 420 с.
20. Товарознавство молочних товарів: навч. пос. / А.Б. Рудавська, Г.В. Дейниченко, В.М. Козлов, Г.І. Дюкарева – Х.: ХДУХТ, 2004
21. Онищенко О.Г., Дураченко Г.Ф. Гідро- та пневмоприводи. Навчальний посібник - Полтава:ПолтНТУ,2009.-202 с.;іл.
22. Скорченко Т.А., Поліщук Г.Є., Грек О.В., Кочубей О.В. Технологія незбираномолочних продуктів [Текст]: навч. посіб. – Вінниця: Нова Книга, 2005. – 264 с

ДОДАТКИ