

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С. Гулого
Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій
проекування

Освітній ступінь _____ магістр _____

Спеціальність _____ 133 «Галузеве машинобудування» _____
(шифр і назва)

Освітня програма _____ «Інжиніринг харчових виробництв» _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТОКТП
проф. Микола ЯКИМЧУК

« _____ » _____ 2024 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

_____ Чередник Микола Миколайович _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Модернізація дозуючого пристрою в машині для
пакування йогурту продуктивністю 60 уп/хв.

Керівник проекту (роботи) д.т.н., проф. Якимчук Микола Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «__» _____ 20__ р. № _____

2. Строк подання здобувачем роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Технічний паспорт обладнання; креслення обладна-
ння; навчальна, нормативна та спеціальна література

4. Зміст пояснювальної записки Зміст. Вступ. Аналіз сучасного стану об'єкта
дослідження, вибір і обґрунтування напрямку дослідження. Розробка нового
технічного рішення об'єкту дослідження. Дослідна частина та узагальнення
результатів. Розрахункова частина. Принципи автоматизованого управління
об'єктом проектування. Технологія машинобудування. Заходи з охорони праці
та охорони довкілля. Маркетингове обґрунтування проекту. Висновки. Список
використаних джерел. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу Апаратурно-технологічна схема. Креслення
загального виду лінії пакування йогурту та окремих її елементів. Нове конст-
руктивне рішення. Технологія машинобудування.

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|--------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № | Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|----|--|-------------------------------|----------|
| 1 | Вступ | 05.10.2024 | |
| 2 | Аналіз сучасного стану об'єкта дослідження, вибір і обґрунтування напрямку дослідження | 06.10.2024 | |
| 3 | Розробка нового технічного рішення об'єкту дослідження | 09.10.2024 | |
| 4 | Дослідна частина та узагальнення результатів | 13.10.2024 | |
| 5 | Розрахункова частина | 20.10.2024 | |
| 6 | Принципи автоматизованого управління об'єктом проектування | 26.10.2024 | |
| 7 | Технологія машинобудування | 10.11.2024 | |
| 8 | Заходи з охорони праці та охорони довкілля | 17.11.2024 | |
| 9 | Маркетингове обґрунтування проекту | 19.11.2024 | |
| 10 | Висновки | 22.11.2024 | |
| 11 | Список використаної літератури | 25.11.2024 | |
| 12 | Підготовка креслень та додатків | 27.11.2024 | |
| 13 | Підготовка презентації | 30.11.2024 | |

Здобувач

(підпис)

Чередник М.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Якимчук М.В.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

На сьогодні розвиток харчової промисловості, а саме машин для пакування в'язких та пластичних харчових продуктів набув всебічного застосування. Незалежно від конструкції машини, основним типовим модулем є дозувальний пристрій. Найефективнішою конструкцією такого агрегату є поршневий дозатор. Основною перевагою такої конструкції є її функціональність, яка дає можливість фасувати продукти з значною в'язкістю та продукти із твердими включеннями. Серед основних недоліків такого типу дозаторів можна виділити складність забезпечення точності дозування та великий час на переналагодження при зміні величини дози.

Метою роботи є: модернізація дозуючого пристрою в машині для пакування йогурту продуктивністю 60 упаковок за хвилину.

Поставлені задачі:

- Провести аналіз існуючих наукових джерел та конструкцій дозаторів для в'язких та пластичних продуктів.
- Запропонувати нову конструкцію дозуючого пристрою для в'язких молочних продуктів та розробити методологію розрахунку його елементів.
- Провести аналітичні дослідження роботи запропонованого дозуючого пристрою для визначення основних кінематичних та динамічних характеристик.

Об'єкт дослідження – взаємозв'язки між конструктивними та динамічними параметрами механізмів та пристроїв машини для дозування йогурту. **Предмет дослідження** – механізм дозування йогурту.

Структура і обсяг магістерської роботи містить: вступ, основні вісім розділів, узагальнені висновки, список використаних літературних джерел.

Ключові слова: дозатор, харчова промисловість, функціональний модуль, пакування, йогурт.

| | | | | | | |
|--|---|--|----------------------------|--------------|-------------------|-------------------|
| Відповідальна організація <i>НУХТ</i> | Технічне узгодження <i>Якимчук М.В.</i> | Вид документа <i>Пояснювальна записка</i> | Статус документа | | | |
| Власник документа <i>НУХТ</i> | Розробник документа <i>Черв'як М.М.</i> | Назва, додаткова назва <i>Реферат</i> | <i>230610.MP.03.000 ПЗ</i> | | | |
| | Документ затверджено <i>Якимчук М.В.</i> | | № змін | Дата видання | Мова <i>UA</i> | Аркуш <i>3</i> |

ABSTRACT

Today, the development of the food industry, namely machines for packaging viscous and plastic food products, has gained comprehensive application. Regardless of the design of the machine, the main typical module is the dosing device. The most effective design of such a unit is a piston doser. The main advantage of such a design is its functionality, which makes it possible to package products with significant viscosity and products with solid inclusions. Among the main disadvantages of this type of dosers, one can single out the difficulty of ensuring dosing accuracy and a long time for readjustment when changing the dose size.

The purpose of the work is: modernization of the dosing device in a yogurt packaging machine with a capacity of 60 packages per minute.

The tasks set are:

- To analyze existing scientific sources and designs of dosers for viscous and plastic products.
- To propose a new design of a dosing device for viscous dairy products and to develop a methodology for calculating its elements.
- Conduct analytical studies of the operation of the proposed dosing device to determine the main kinematic and dynamic characteristics.

The object of the study is the relationship between the structural and dynamic parameters of the mechanisms and devices of the dosing packaging machine.

The subject of the study is the yogurt dosing mechanism.

The structure and scope of the master's thesis includes: introduction, four main sections, generalized conclusions, a list of used literature sources.

Keywords: dosing device, food industry, functional module, packaging, yogurt.

ЗМІСТ

| | |
|---|-----|
| Реферат..... | 3 |
| Зміст..... | 5 |
| Вступ | 6 |
| 1. Аналіз сучасного стану об'єкта дослідження, вибір і обґрунтування напрямку дослідження | 7 |
| 2. Розробка нового технічного рішення об'єкту дослідження | 20 |
| 3. Дослідна частина та узагальнення результатів | 38 |
| 4. Розрахункова частина | 45 |
| 5. Принципи автоматизованого управління об'єктом проектування .. | 67 |
| 6. Технологія машинобудування | 72 |
| 7. Заходи з охорони праці та охорони довкілля | 77 |
| 8. Маркетингове обґрунтування проекту | 97 |
| Висновки | 103 |
| Список використаних джерел..... | 106 |
| Додатки | 110 |

| | | | | | |
|---|--|---|----------------------------|---------------------|--------------------------|
| <i>Відповідальна організація</i> НУХТ | <i>Технічне узгодження</i> Якимчук М.В. | <i>Вид документа</i> Пояснювальна записка | <i>Статус документа</i> | | |
| <i>Власник документа</i> НУХТ | <i>Розробник документа</i> Чередиш М.М. | <i>Назва додаткова назва</i> ЗМІСТ | 230610.MP.03.000 ПЗ | | |
| | <i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В. | | <i>№ змін</i> | <i>Дата видання</i> | <i>Мова</i> UA |

ВСТУП

В молочній промисловості для фасування в'язких молочних продуктів застосовують автомати лінійного та карусельного типу. Автомати карусельного типу більш компактні, ніж лінійного.

Одним з найважливіших пристроїв в автоматах фасування є дозатор. Від правильності його вибору часто залежить безперервність циклу упаковки продукції та швидкість упакування. Розрізняють дозатори об'ємні та вагові. Об'ємні дозатори, які нескладні за конструкцією і відрізняються досить високою надійністю, застосовуються для дозування рідких продуктів. Вагові дозатори характеризуються великою точністю і використовуються для дозування твердих і сипких, особливо дрібно штучних матеріалів, іноді для дозування рідин. Серед недоліків вагових дозаторів на першому місці швидкість роботи, яка, порівняно з об'ємним дозатором, фактично в 4 рази менша. Другим істотним недоліком є ціна, яка на 15 % вища, ніж у об'ємних дозаторів.

Метою роботи є: модернізація дозуючого пристрою в машині для пакування йогурту продуктивністю 60 упаковок за хвилину.

Об'єкт дослідження – взаємозв'язки між конструктивними та динамічними параметрами механізмів та пристроїв машини для дозування йогурту.

Предмет дослідження – механізм дозування йогурту.

Наукова новизна роботи:

- ✓ запропонована нова конструкція дозуючого пристрою для в'язких продуктів та розроблена методологія розрахунку його елементів;
- ✓ проведено аналітичне дослідження та встановлено характер залежності систематичної похибки дозування від точності виготовлення елементів дозатора за різних мас дози продукту.

| | | | | | | |
|--|---|--|----------------------------|--------------|-------------------|-------------------|
| Відповідальна організація <i>НУХТ</i> | Технічне узгодження <i>Якимчук М.В.</i> | Вид документа <i>Пояснювальна записка</i> | Статус документа | | | |
| Власник документа <i>НУХТ</i> | Розробник документа <i>Чередиш М.М.</i> | Назва додаткова назва <i>Вступ</i> | <i>230610.MP.03.000 ПЗ</i> | | | |
| | Документ затверджено <i>Якимчук М.В.</i> | | № змін | Дата видання | Мова <i>UA</i> | Аркуш <i>6</i> |

1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ, ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Пристрої для дозування та фасування в'язкої продукції

Більшість продукції, що фасується, в тому числі і харчова – це складні багатокомпонентні дисперсні системи, суцільні середовища, властивості яких не підкоряються ні закону Гука, ні закону Ньютона, хоча в той же час вони проявляють при певних умовах і пружні властивості і властивості ньютонівської рідини.

Загалом високомолекулярні дисперсні системи поділяють на дві групи: рідкоподібні та твердоподібні з поступовим переходом між ними. Якщо дійсно в'язкі рідини характеризуються постійним значенням в'язкості, то структуровані рідини визначаються залежністю ефективної в'язкості від діючого напруження.

Таким чином до в'язкої продукції умовно можна віднести рідини, які мають значну в'язкість і за відповідних умов можуть її змінювати. До в'язких продуктів відносять: сметану, майонез, томатну пасту, згущені молоко, йогурт тощо. Через свої реологічні характеристики в'язка продукція не може достатньо швидко витікати через відносно невеликі отвори під дією сили тяжіння і тиску верхніх шарів цієї продукції. А тому під час формування дози і фасування в'язкої продукції у споживчу тару потрібно здійснювати її примусове переміщення.

В'язка продукція пакується у різні види і типи споживчої тари: скляні полімерні банки, пляшки; полімерні пакети; упаковки із комбінованих пакувальних матеріалів та ін.

| | | | | | | |
|--|---|--|----------------------------|--------------|-------------------|-------------------|
| Відповідальна організація <i>НУХТ</i> | Технічне узгодження <i>Якимчук М.В.</i> | Вид документа <i>Пояснювальна записка</i> | Статус документа | | | |
| Власник документа <i>НУХТ</i> | Розробник документа <i>Чередиш М.М.</i> | Назва додаткова назва <i>АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ, ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕННЯ</i> | <i>230610.MP.03.000 ПЗ</i> | | | |
| | Документ затверджено <i>Якимчук М.В.</i> | | № змін | Дата видання | Мова <i>UA</i> | Аркуш <i>7</i> |

1.2. Класифікація й аналіз конструктивних виконань пристроїв дозування та фасування

Класифікація пристроїв дозування і фасування в'язкої продукції представлені на рис. 1.1. За способом виміру дози здебільшого застосовують об'ємні пристрої. Об'ємні пристрої у свою чергу можна поділити на багато різновидів, відповідно до конструктивного вирішення, іноді використовують спосіб виміру дози за масою. В основі таких дозаторів – тензометрична система зважування.



Рис. 1.1 – Класифікація пристроїв дозування і фасування в'язкої продукції

В'язка продукція з твердими включеннями (йогурти) потребує використання досить значних перерізів трубопроводів, каналів у дозувальних і фасувальних пристроях. Особливістю дозування таких продуктів є обережний підхід до режимів дозування та вибору активних робочих органів, щоб запобігти пошкодженню твердих включень, структури продукту, та забезпечити точність дозування.

За видом робочих органів пристрої дозування бувають: без активи робочого органу, мембранні, пневматичні та поршневі.

В пристроях без активного робочого органу переміщення продукту здійснюється за рахунок сил гравітації. Застосовуються такі пристрої для малов'язких продуктів (олія, кефір). В основі таких пристроїв барометричний спосіб фасування при формуванні дози за об'ємом або за рівнем.

Мембранні дозувальні пристрої (рис. 1.2) застосовуються формуванні малих доз малов'язкої продукції і там, де потрібно забезпечувати стерильність пакування. Робочим органом є мембрана, що здійснює коливальні рухи під дією різниці тисків повітря або електромагнітних сил. Такого типу дозувальні пристрої застосовуються для доз продукції до 50 мг і здебільшого для фармацевтичної і парфумерної продукції.

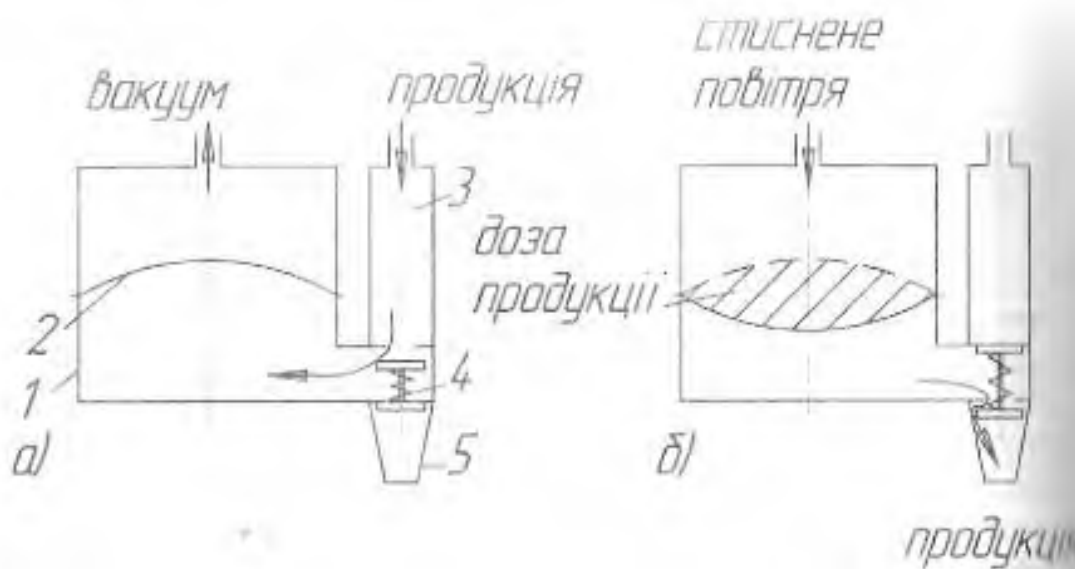


Рис. 1.2 – Схема роботи мембранного дозатора

Основним недоліком таких дозувальних пристроїв є складність регулювання величини дози продукції.

У пневматичних дозаторах (рис. 1.3) використовується енергія стисненого повітря для пришвидшення переміщення в'язкої продукції із мірного станина. Такі дозатори можуть бути використані для фасування продукції як з помірною, так і з високою в'язкістю та продуктів із твердими вклученнями.

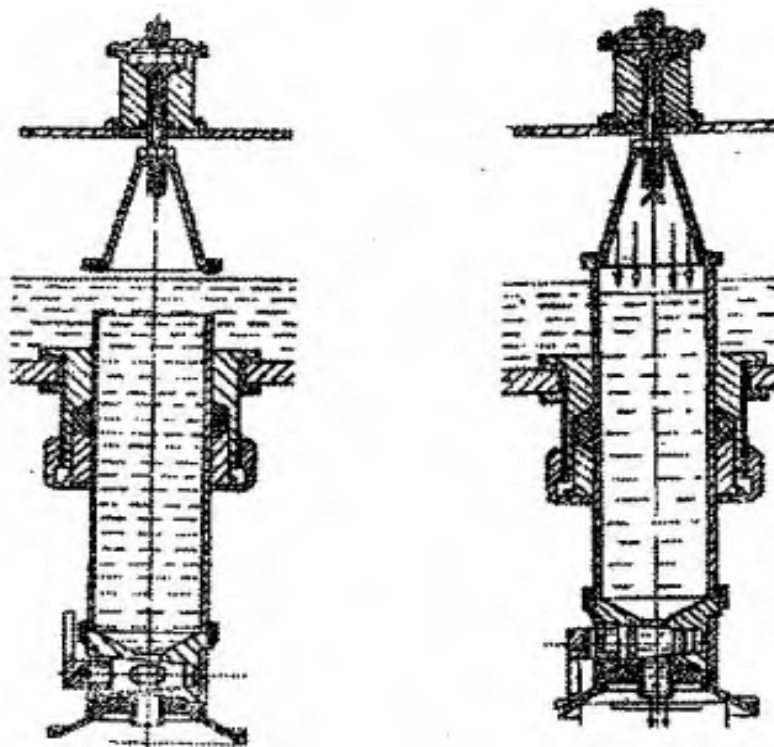


Рис. 1.3 – Пневматичний дозатор

Перевагами такого дозатора є відсутність зношування активного робочого органу та дія стисненого повітря до повного видалення продукції із мірної місткості.

До недоліків пневматичного дозатора можна піднести: необхідність очищення повітря, а за потреби і стерилізацію; високу ступінь аерації продукції, що обмежує асортимент продукції; складність регулювання як точності дозування, так і величини дози; швидке зношування рухомих деталей (кран, ущільнювачі для мірної місткості).

ДОЗАТОР УНІВЕРСАЛЬНИЙ ДОП-У10 (1-10 мл)

Дозатор серії ДОП-У10 призначається для розфасовки густих, кремоподібних та гелеобразних компонентів (рис. 1.4). Працюючи в автоматичному режимі автомат може заповнювати до 2500 пляшок або банок у годину, а напівавтомат (дозатор) до 1500 бут/годину. Багато моделей можуть бути укомплектовані блоком керування, який забезпечує можливість регулювання дози у процесі роботи і виключає складні перенастроювання.



Рис. 1.4 – Дозатор універсальний ДОП-У10

Найширшого застосування знайшли поршневі дозатори. Вони можуть використовуватись для фасування практично будь-якої в'язкої продукції і за наявності будь-якої системи подачі продукції (магістрального, з накопичувального бункера).

Робочим органом в таких дозаторах є поршень, за рахунок руху якого створюється або розрідження у мірній камері для пришвидшення переміщення продукції.

Поршневі дозатори мають значну кількість переваг: простота конструкції та монтажу дозатора; можливість легкого та швидкого варіювання величини дози в заданих межах та використання широкої гами приводів; герметичність дозувальної камери. Величина дози визначається внутрішніми параметрами поперечного перерізу мірного циліндра і ходом поршня.

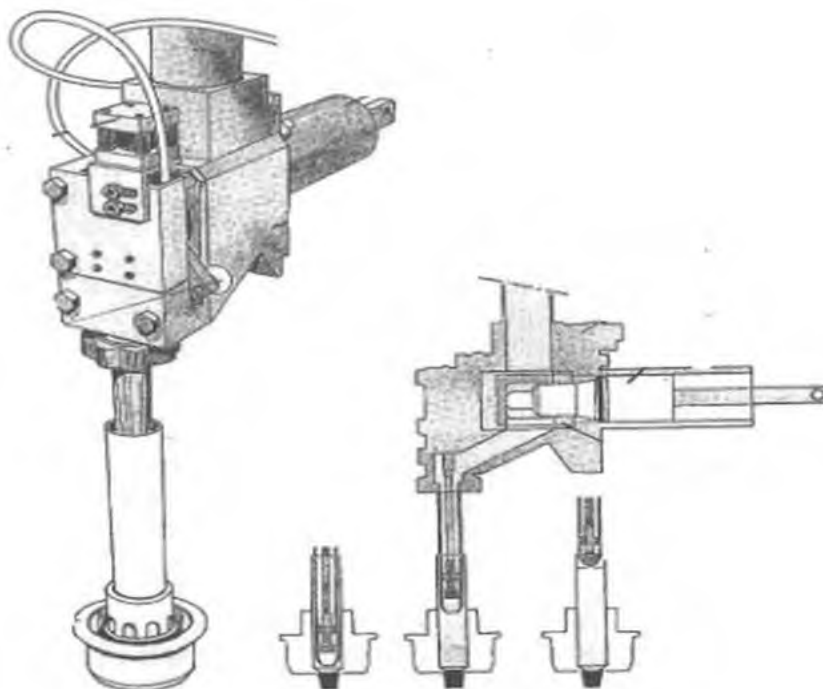


Рис 1.5 – Поршневий дозувальний пристрій пакувальної машини
NORDENMATIC 400 (Швеція)

1.3. Технологія і устаткування. Огляд найпоширенніших схем машин – автоматів для фасування в'язких харчових продуктів

1.3.1. Напівавтомат “ПОЛУР – 600”

На рис. 1.6 зображений фасувальник з закупорюванням стаканчиків алюмінієвою фольгою. Напівавтомат призначений для фасування рідких пастоподібних харчових продуктів. Марка фасувальника “ПОЛУР – 600”.

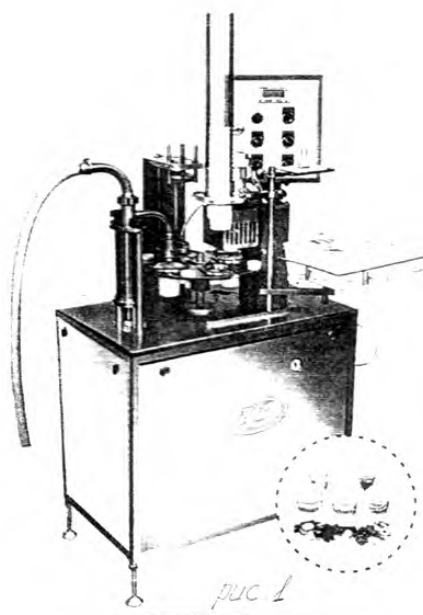


Рис. 1.6 – Напівавтомат “ПОЛУР – 600”

Напівавтомат упаковує майонези, йогурти, сметанку, вершки, соуси, кефір та мед в полімерні стаканчики об'ємом від 0,05 до 0,5 л, типорозміром 75 і 95 мм. Напівавтомат випускається ЗАТ “Новгородський машинобудівний завод” і комплектується набором змінних вузлів і деталей. Недоліком даного напівавтомата є мала продуктивність (до 800 уп/год), не здатність дозування пастоподібних продуктів з м'якими наповнювачами, відсутність додаткового дозатора для харчових добавок на одну порцію до основного дозатора.

1.3.2. Автомат “АЛУР – 1500 БМ”

На рис. 1.7 зображений автоматичний фасувальний автомат з закупорюванням стаканчиків алюмінієвою фольгою і пластиковою кришкою.

Автомат призначений для фасування рідких і пастоподібних продуктів, в тому числі з м'якими наповнювачами, тобто: майонези, сметану, вершки, джеми, йогурти, кефір, соуси, крем та мед. Продуктивність автомата 1300 – 1900 уп/год.

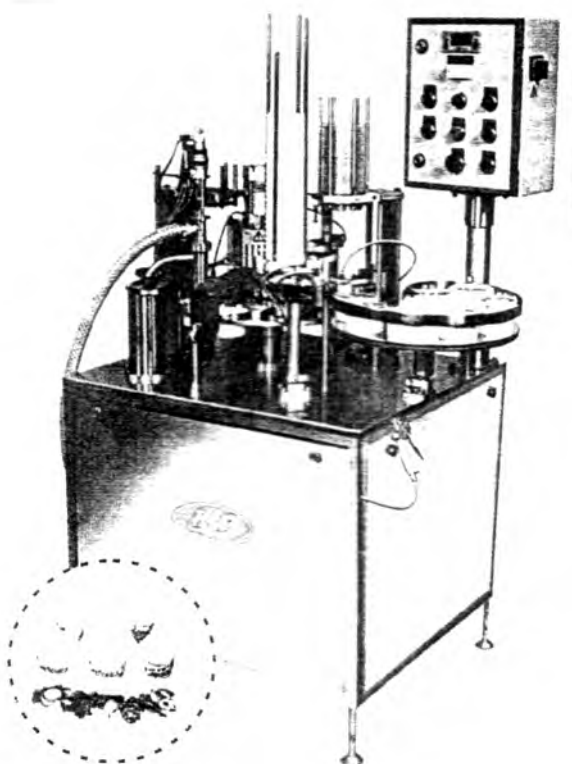


Рис. 1.7 – Автомат “АЛУР – 1500 БМ”

Автомат комплектується набором змінних вузлів і деталей для стаканчиків типорозмірів: 75 і 95 мм (для фольги або валкіліда); 77, 98 і 101 мм (для пластикової кришки).

Автомат також комплектується додатковим дозатором для харчових добавок на одну порцію до основного дозатора та пристроєм бактерицидної обробки стаканчиків і фольги, але недоліком є неможливість фасування

творожної пасти, плавлених сирків, а також неможливість гарячого розливу харчових продуктів.

1.3.3. Автомат “АЛУР – 1500 СМ”

Автомат фасувальний з закупорюванням саканчиків алюмінієвою фольгою або валкідом і пластмасовою кришкою, зображений на рисунку 1.8.

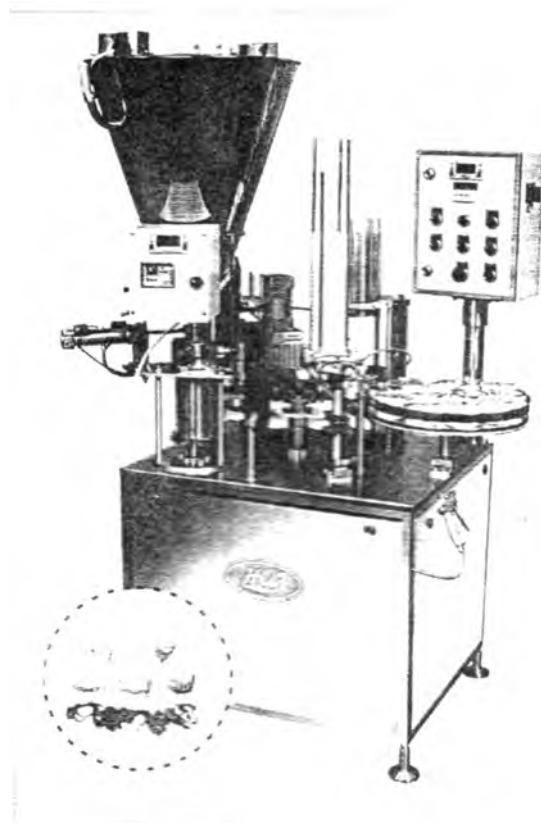


Рис. 1.8 – Автомат “АЛУР – 1500 СМ”

Призначений для фасування творожної маси, плавленого сиру, джему, майонезу, сметани, вершків, йогуртів, кефіру та інших харчових продуктів аналогічної консистенції тобто рідких, пастоподібних і важкотекучих харчових продуктів при їх гарячому розливі, в тому числі з м'якими наповнювачами.

Продуктивність автомата складає до 1300 уп/год, комплектується насадкою для дозування особливо в'язких продуктів з наповнювачами та

змінним комплектом кожного типорозміру стаканчика. Недоліком даного автомата є досить складний процес переоснащення машини при необхідності додаткового дозатора, тощо.

1.3.4. Вакуум-термоформувальна пакувальна лінія Multivac R-7000

Вакуум-термоформуюча пакувальна лінія "Multivac R-7000" використовується для вакуумного пакування сиру, м'ясних, рибних та інших продуктів харчової галузі і може використовуватися на підприємствах м'ясної, рибної та молочної переробки (рис. 1.9).

Довжина зони укладання продукту – 700 мм.

Вакуум-термоформуюча лінія "Multivac R-7000" використовує як м'яку, так і жорстку нижню плівку типу PVC / PE, А-РЕТ/РЕ, товщиною від 400 до 1000 мкм і м'яку верхню плівку типу РА / РЕ, товщиною до 200 мкм.



Рис 1.9 – Лінія Multivac R-7000

1.3.5. Вакуум-термоформувальна пакувальна лінія WEBOMATIC APS ML 7100



Рис. 1.10 – Лінія WEBOMATICAPS ML 7100

У серії термоформувальних ліній WEBOMATIC ML APS 7100 є сама високопродуктивної машиною (рис. 1.10). У машині передбачена можливість динамічно міняти габарити упаковки в найширших межах. Завдяки довжині протягання до 800 мм і максимальній ширині плівки в 620 мм можливо упаковувати самі великогабаритні продукти. Лінія дозволяє виготовляти вакуумну упаковку з модифікованим середовищем або скін-упаковку для продуктів і не продуктових товарів. Модульна структура лінії дозволяє адаптувати її під індивідуальні потреби щоб відповідати всім побажанням клієнтів. Є можливість наносити зображення на верхню плівку, видавлювати логотип компанії. Термоформуюча лінія обладнується під конкретний продукт і встановлюється на підприємстві замовника. В ній можуть застосовуються майже всі доступні на ринку матеріали плівки.

Максимальна глибина упаковки: 190 мм.

1.3.6. Автомат моделі РХГ для розфасовки пастоподібних продуктів у відра

Автомат мод. РХГ для фасування (розливу) пастоподібних продуктів (майонез, джеми, варення, йогурту тощо) у відра різних обсягів (рис. 1.11). Дозування продукту: вагове. Закупорювання тари: запаювання кришкою з вирубкою її з рулону плівки і додаткова пластикова кришка - "прочуханка".

Продуктивність: 5-10 т за годину.



Рис. 1.11 – Автомат моделі РХГ

1.3.7. Автомати серії РХМ - з лінійним переміщенням тари

Автомати серії призначені для розфасовки різних рідких, пастоподібних, гранульованих, аерованих і різних багатокomпонентних продуктів (рис. 1.12).

Виробляються такі моделі обладнання серії РХМ:

| Найменування моделей | Продуктивність шт. за хв. |
|-----------------------|---------------------------|
| 1 Автомат мод. РХМ -2 | 80 |
| 2 Автомат мод. РХМ -3 | 120 |
| 3 Автомат мод. РХМ -4 | 160 |

| | |
|-----------------------|-----|
| 4 Автомат мод. РХМ -5 | 200 |
| 5 Автомат мод. РХМ -6 | 240 |

На автоматі передбачені сервоприводи транспортних і дозуючих систем, що дозволяє повністю виключити розбризкування будь-яких продуктів при дозуванні і переміщенні тари, а також дозволяє досягти високу продуктивність обладнання (40 циклів у хвилину і вище – на кожен ряд транспортної системи автомата).

Налаштування всіх параметрів автомата, включаючи і налаштування дози продукту, здійснюється з пульта управління.

На автоматах РХМ можлива установка різної кількості дозаторів для різних продуктів (виготовляються автомати з кількістю дозаторів до 8).



Рис. 1.12 – Пакувальний автомат моделі РХМ-6

Додатково в комплекті з автоматами серії РХМ може бути поставлено автоматичне обладнання для формування тари з картонної висічки й автоматичного укладання готової продукції в тару.

2. РОЗРОБКА НОВОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Опис модернізації

В даній магістерській роботі модернізація машина для дозування йогурту в полістиролові стаканчики. Існує багато конструкцій таких машин, але, на відміну від аналога, дана машина стала більш економічна. Це було досягнуто шляхом заміна старих приводів на нові, менш енергозатратні, а також зменшилися витрати повітря за рахунок застосування пропорційної пневматики. Було встановлено новий дозатор який збільшив точність дозування йогурту.

2.2. Опис фасувального автомата

Автомат М6-ОРП (рис. 2.1) складається із рулонотримача, нагрівного елемента, прес-форми, механізму протяжки, завантажувального столу, бункера накопичувача, дозатора, пристрою для нанесення етикетки і дати, вирубного пресу, пульта керування.

Станина з приводом служить основою для встановлення всіх механізмів автомата. Вона представляє собою корпус із нержавіючої сталі, який приварений до каркасу, що зварений із кутової сталі і опирається на чотири стінки.

Всі механізми машини змонтовані послідовно з восьми гніздами під стаканчики, що покроково переміщуються.

Покрокове переміщення здійснюється за допомогою механізму протяжки, який переміщається на заданий крок завдяки ходу штоку пневмоциліндра.

| | | | | | | |
|--|---|--|----------------------------|--------------|------------|-------|
| Відповідальна організація <i>НУХТ</i> | Технічне узгодження <i>Якимчук М.В.</i> | Вид документа <i>Пояснювальна записка</i> | Статус документа | | | |
| Власник документа <i>НУХТ</i> | Розробник документа <i>Черв'як М.М.</i> | Назва додаткова назва <i>РОЗРОБКА НОВОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ</i> | <i>230610.MP.03.000 ПЗ</i> | | | |
| | Документ затверджено <i>Якимчук М.В.</i> | | № змін | Дата видання | Мова UA | Аркуш |

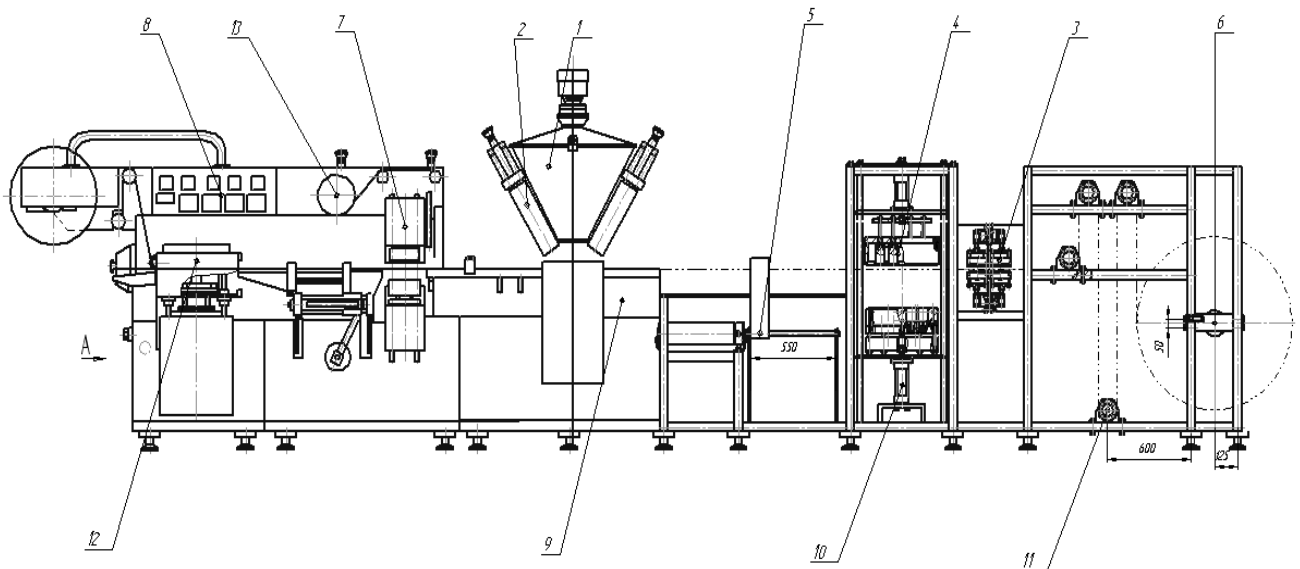


Рис. 2.1 – Загальний вид машини

1 - бункер накопичувач; 2 - дозатор; 3 - нагрівні елементи; 4 - прес-форма; 5 - механізм протяжки; 6-рулонотримач; 7 - вирубний прес; 8 - пульт керування; 9 - завантажувальний стіл; 10 - пневмоциліндр; 11 - натяжні ролики; 12 - пристрій для нанесення етикеток; 13 - рулон з етикетками

2.3. Конструкція вузлів машини

Механізм термоформування стаканчиків

Механізм термоформування (рис. 2.2) стаканчиків представляє собою закриту камеру, якій знаходиться пуансон 3 і матриця 4, на яких жорстко прикріплений привід поршня. Механізм кріпиться на двох площинах корпусу.

Привід поршня передає рух на шток поршня. Пневмоциліндр 2 закріплений на рамі, а сам шток закріплений на планці. До планки прикріплений пуансон 3 з якого буде робитися термоформування.

В нижній частині механізму термоформування також знаходиться пневмоциліндр 2, до штоку якого прикріплюється матриця 4. Матриця виконана під форму стаканчиків.

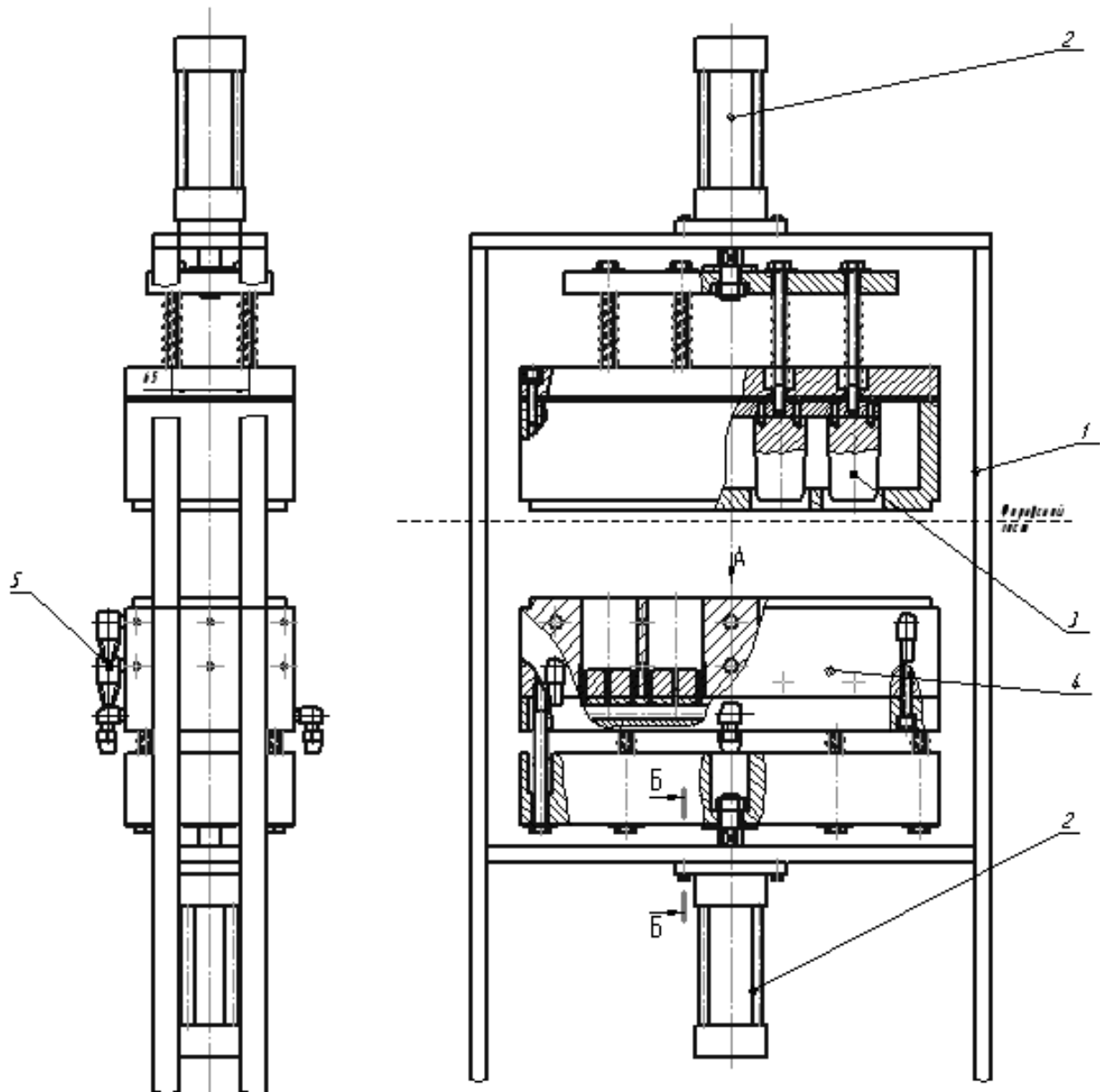


Рис. 2.2 – Механізм термоформування

1 - корпус; 2 - пневмоциліндр; 3 - головка штамп (пуансон); 4 - пресс-форма (матриця); 5 - фітінг

Дозувальний пристрій до модернізації

Дозатор (рис. 2.3) призначений для об'ємного дозування продукту в полістиролові стаканчики.

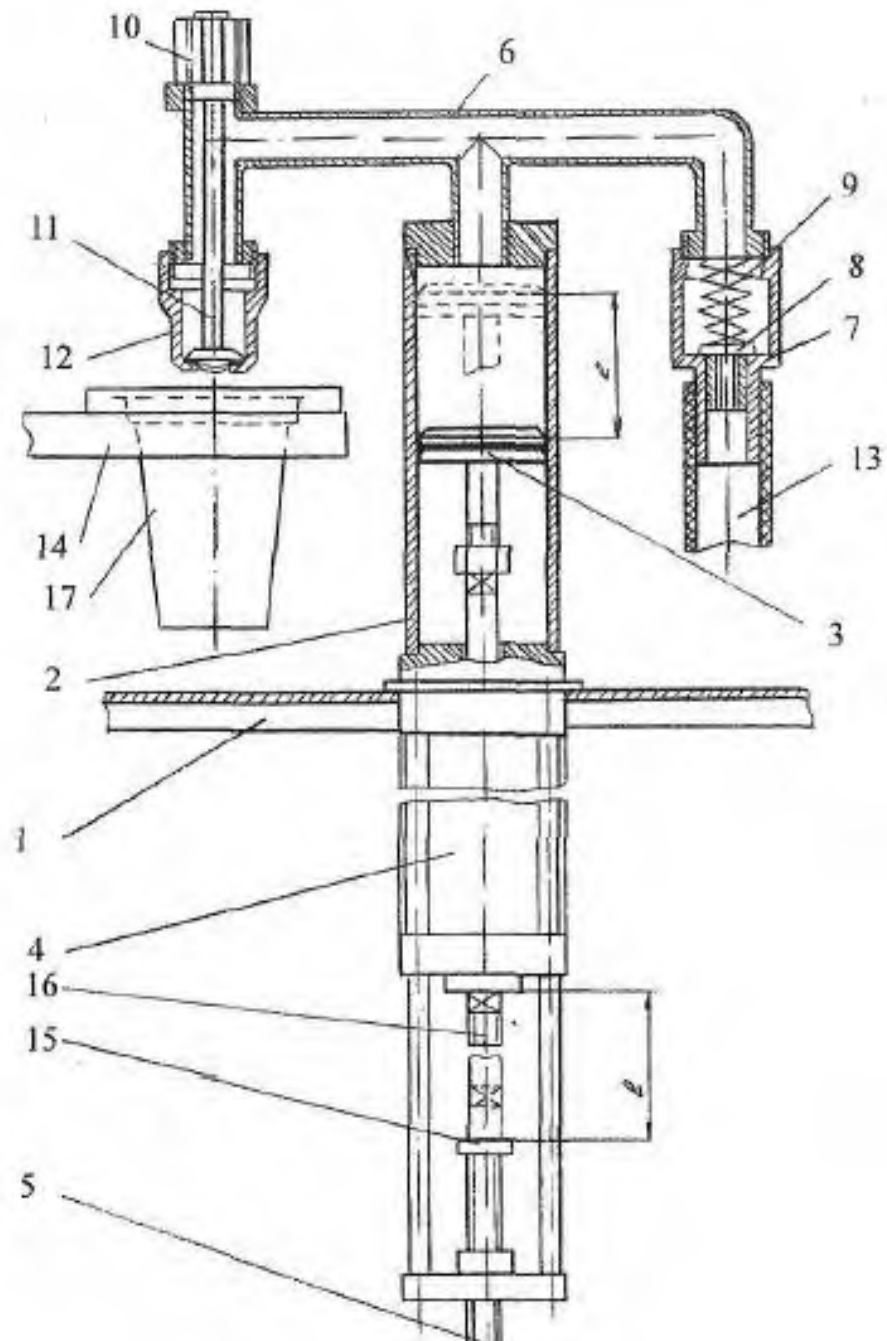


Рис. 2.3 – Дозатор

1 - станина; 2 - мірний циліндр; 3 - поршень; 4 - пневмоциліндр; 5 - регулюючий гвинт; 6 - продуктопровід; 7 - корпус впускного клапану; 8 - впускний клапан; 9 - пружина; 10- пневмоциліндр; 11 - шток нагнітального клапану; 12 - корпус нагнітального клапану; 13- шланг; 14 - корпус транспортної системи; 15 - упор; 16 - шток; 17 - тара

Принцип роботи пристрою дозування наступний. В початковий момент поршень 3 знаходиться в крайньому верхньому положенні. За цих умов клапани впускний 7 і нагнітальний 11 притиснуті до корпусів, тим самим перекривають доступ продукції у продуктопровід 6. При втягуванні штока пневмоциліндра 4 поршень 3 переміщається донизу, створюючи розрідження у мірному циліндрі, достатнє для подолання пружних сил пружини 9, тим самим клапан 8 припіднімається і відкривається канал для переміщення продукції у продуктопровід і у мірний циліндр. Шток пневмоциліндра 4 переміщається до моменту контакту штока 16 із упором 15. Розташування упора 15 відносно пневмоциліндра 4 регулюється упором 5. Таким чином шток пневмоциліндра 4 і відповідно поршень 3 перемістяться на відстань, що обумовлює величину дози продукції. По завершенню переміщення поршня пружина 9 притискає клапан 8, перекриваючи впускний канал. За наявності в комірці транспортної системи 14 споживчої тири 17 спрацьовує пневмоциліндр 10, припіднімаючи клапан із штоком 11, тим самим відкривається канал на видачу продукції в споживчу тару 17. Одночасно із спрацюванням пневмоциліндра 10 спрацьовує пневмоциліндр 4, виштовхуючи поршнем продукцію із мірної камери. В момент, коли поршень знаходиться в крайньому верхньому положенні, шток 11 клапана видачі продукції переміщається донизу, виштовхуючи при цьому залишки продукції в корпусі клапана 12. Ця операція знімає в даному пристрої таке явище, як скрапоутворення. Після чого цикл повторюється.

Механізм зварювання

Механізм зварювання (рис. 2.5) складається з корпусу, в який запресовано дві ніхромові полоси, які виконують функцію нагрівача. Так як до них підведений шнур з електричної мережі. Сам корпус за допомогою двох пластин кріпиться болтами до пневмоциліндра 1. Пневмоциліндр виконує функцію механізму притискання зварювальної головки 7 до стаканчика 9,

накритим алюмінієвою кришкою. При натисканні корпусу зварювальної головки 7 до кришки стаканчика відбувається приварювання кришки до стаканчика. Алюмінієва кришка має спеціальне полімерне покриття, яке і дозволяє зварити алюміній з полістиролом. Пневмоциліндр болтами кріпиться до плити 3, яка в свою чергу закріплена до стійки 4.

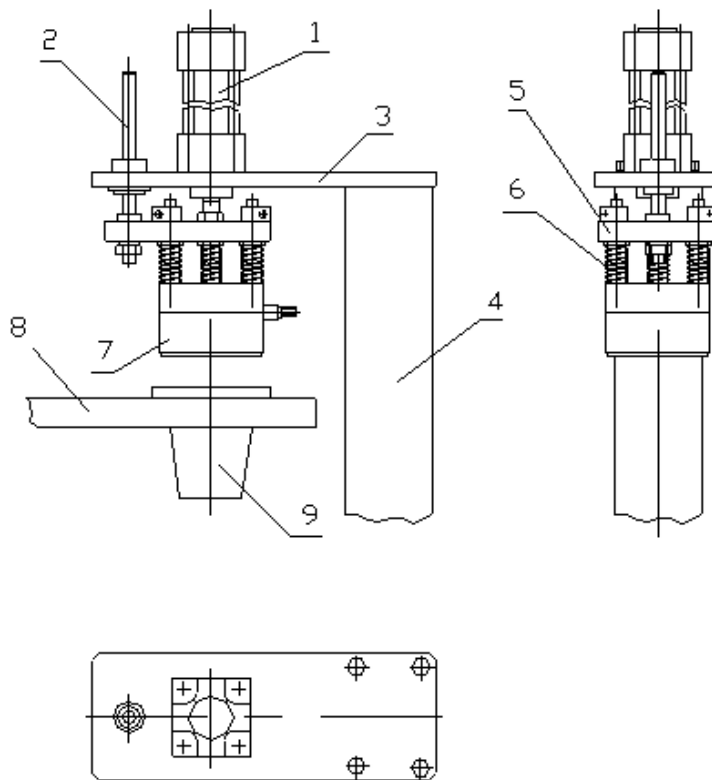


Рис. 2.5 – Механізм зварювання

Механізм зварювання: 1 - пневмоциліндр; 2 - напрямна; 3 - верхня плита; 4 - стаяк; 5 - нижня плита; 6 - пружина; 7 - паяльна головка; 8 - карусельний стіл; 9 – стаканчик

Механізм нанесення дати

Механізм нанесення дати (рис. 2.6) призначений для нанесення дати випуску продукту. Сам механізм складається із стійки 7, яка жорстко закріплена болтами до станини, плити 2. До плити прикріплений стакан штемпельний, дві напрямні 3 та пневмоциліндр 1. До штока пневмоциліндра прикріплена нижня плита 6, яка рухається по напрямних 8. В свою чергу до нижньої плити прикріплена вилка з датувальником. Датувальник має набірну

матрицю з шести цифр.

Нанесення дати на кришку здійснюється наступним чином. Головка датувальника упирається в штемпельний стакан, далі відбувається робочий хід штока, при якому каретка по напрямних рухається вниз в напрямку стаканчика. При рухові вниз каретки вилка заходить в паз під дією пружини. При цьому відбувається поворот вилки на 180° , і датувальною головкою наносить дату. При зворотньому русі штока пневмоциліндра вилка знову заходить в паз, повертається на 180° і прямує до упора в штемпельний стакан.

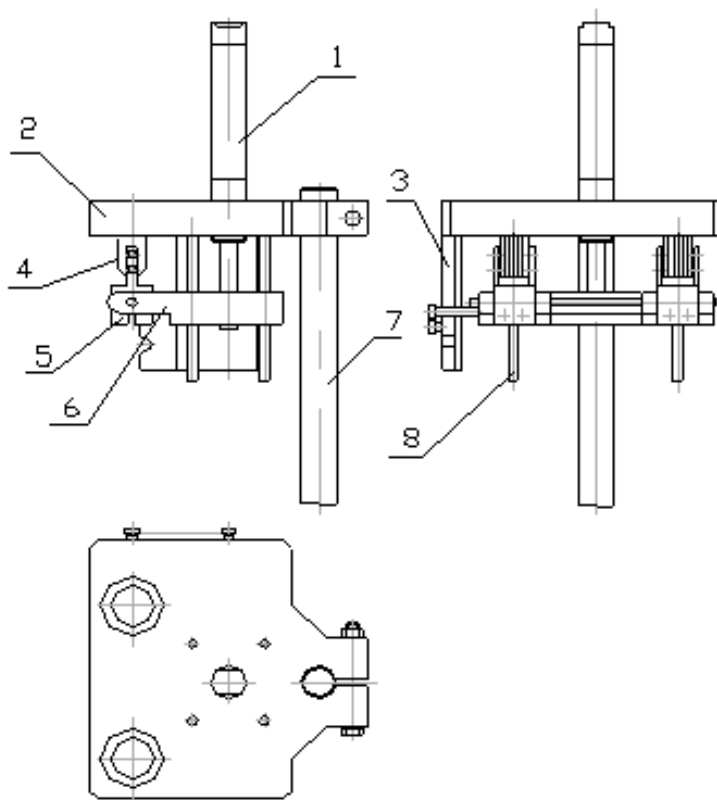


Рис. 2.6 – Механізм нанесення дати

1 - пневмоциліндр; 2 - верхня плита; 3 - напрямна; 4 - датувальна головка; 5 - кулачок; 6 - нижня плита; 7 - стояк; 8 - напрямна

2.4. Принцип роботи базової машини

Принцип роботи машини (рис. 2.7) починається з того, що пакувальна стрічка розмотується через натяжні ролики 11 з рулону і, проходячи через

підтримуючі ролики і далі рухається до камери термоформування. Потім коли штампи затиснуті, плівка, що знаходиться між нагрівачами 3, нагрівається до заданої температури. В наступному циклі нагріта ділянка плівки попадає в прес-форму 4 ділянку формування, де і формуються дві стаканчики. Формування проходить наступним чином: після затиснення плівки штампом пуансони опускаються і термоформують нагріту плівку в матриці. Для утворення кінцевої форми стаканчика у внутрішню порожнину пуансону подається стиснуте повітря. Сформовані стаканчики потрапляють під дозувальну насадку. Продукт через бункер 1 в дозувальний пристрій 2 головки постійно подається шнеком. Принцип роботи пристрою дозування наступний. В початковий момент поршень знаходиться в крайньому верхньому положенні. При втягуванні штока пневмоциліндра створюється розрідження тим самим клапан припіднімається і відкривається канал для переміщення продукції у продуктопровід і у мірний циліндр. По завершенню переміщення поршня пружина притискає клапан, перекриваючи впускний канал. За наявності в комірці транспортної системи споживчої тари спрацьовує наступний пневмоциліндр, тим самим відкривається канал на видачу продукції в поживчу тару. Одночасно спрацьовує перший пневмоциліндр, виштовхуючи поршнем продукцію із мірної камери.

Фольга для закупорювання розмотується з рулону 13, проходить через направляючі ролики, утворює петлю - запас фольги для одного кроку пакування, і попадає під штамп закриття 12. Потім фольга протягується разом з пакувальною стрічкою. Далі запакований продукт подається на пристрій нанесення дати. А після цього прямує до камери для обрубки стаканчиків 7. Далі відходи плівки попадають в затискачі протягування через напрямні ролики намотуються на барабан відходів. Регулювання механізму протягування здійснюється одним з натяжних роликів.

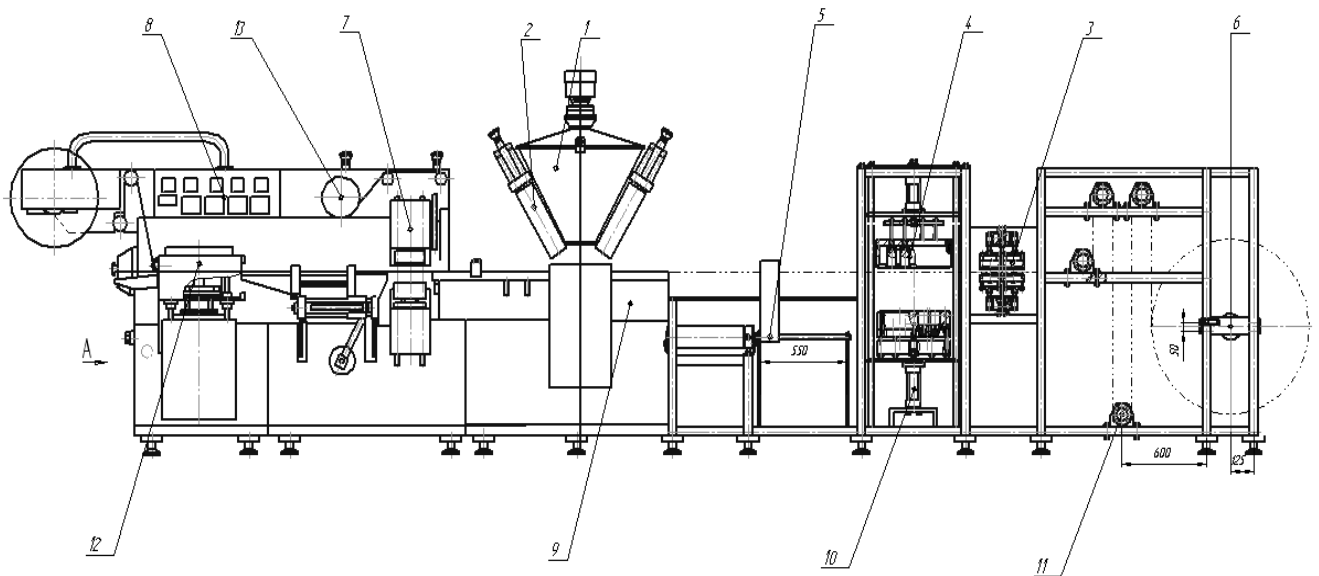


Рис. 2.7 – Вузли та механізми машини М6-ОРП

1 - бункер накопичувач; 2 - дозатор; 3 - нагрівні елементи; 4 - прес-форма; 5 - механізм протяжки; 6 - рулонотримач; 7 - вирубний прес; 8 - пульт керування; 9 - завантажувальний стіл; 10 - пневмоциліндр; 11 - натяжні ролики; 12 - пристрій для нанесення етикеток; 13 - рулон з етикетками

Опис нової конструкції дозувального пристрою

Винахід стосується пристроїв, які називають дозаторами і які призначені для вимірювання и видачі, наприклад, в тару заданої кількості текучого продукту.

Відомий пристрій для заповнення тари заданою дозою в'язкого продукту, який має циліндр з поміщеним в ньому поршнем, під яким міститься золотник, який з'єднує підпоршневий простір циліндра чергове з витратним баком та - через трубку - з тарой, яка наповнюється. Поршень в устрії приводиться в рух за допомогою одного кулачка, а золотник - через підтискний стіл - від другого (а.с. СРСР № 341714, МПК В 65В 3/12 від 14.06.72, бюл. № 19).

Однак відомий пристрій працює не дуже добре, особливо з високов'язкими, липучими продуктами з-за того, що видача продукта мусить проводитися через трубку чималої довжини, яку весь продукт такої властивості не може швидко пройти за короткий час нахождения тари під дозатором, що треба для досягнення відповідної продуктивності. Це обмежує продуктивність пристрою і веде до крапливості продукта зі стінок трубки уже після відводу заповненої тари. Останнє сильно забруднює машину і погіршує її санітарний стан. З часом роботи машини по мірі зносу золотника цей ефект збільшується з-за прямого сочіння продукта через зазори між поршнем та циліндром безпосередньо із витратного бака.

Крім того, відомий пристрій складний по конструкції і в налаштуванні із-за того, що ті самі механізми застосовуються для подачі тари, привода золотника дозатора і гальмування руха золотника при відсутності тари.

Задачею винаходу є усунення зазначених недоліків відомого пристрою, а саме: спрощення його конструкції і поліпшення можливості утримування його в відповідному санітарному стані.

Задача вирішена тим, що в дозаторі, який має циліндр з розташованим в ньому поршнем, під яким міститься золотник, а також приводи поршня та золотника, золотник має шток, який виступає над циліндром і несе важіль, який взаємодіє з приводом золотника, а під золотником на торці циліндра змонтована шайба з діркою для видачі продукта, причому, золотник притиснутий до шайби пружиною.

Таке рішення усуває ці та інші недоліки, що буде більш зрозуміло з наслідного докладного опису варіанта дозатора, який застосовується в карусельної наповнювальної машині та який ілюстровано кресленням (рис. 2.4).

Дозатор має циліндр 1 з поршнем 2, під яким розташований золотник 3 зі штоком 4, який проходить через поршень 3 і кришку 5 циліндра і несе на верхнім кінці двоплечий важіль 6. Шток притиснутий пружиною 7 до

кришки 5, під дією якої він упирає золотник 3 в шайбу 8, що закриває циліндр знизу.

Золотник має вибірку 9 на боковій поверхні і канал 10. Через вибірку 9 та свердловину 12 золотник може з'єднувати підпоршневий простір циліндра з витратним баком 11, а шляхом каналу 10 – з діркою 13 в шайбі 8, яка править для видачі продукту в тару.

Для забезпечення такого з'єднання золотник може повертатися за допомогою штока 4 та важеля 6, причому, в одному положенні золотника 3 він з'єднує підпоршневий простір циліндра 1 з баком 11, а в другім – з діркою 13 шайби 8. Привод поршня 2 стосовно до показанної карусельної наповнювачеї машини, в якій дозатор (взагалі їх декілька) розташований на периферії витратного бака 11, який входить до обертової каруселі 14, здійснений від нерухомого копіра 15 (косої шайби), розташованної по колу обертання дозатора.

Приводом золотника (чи золотників оскільки дозаторів у карусельної машині декілька) є упори 16 і 17, які розташовані на нерухомій рамі 18 наповнювачої машини (проти верхньої та нижньої мертвої точки копіра 15). Упор 16 здійснений як коливальне коромисло, одно плече якого підпружинене, а друге пов'язане с приводом 19, наприклад, з електромагнітом, який спрацьовує від датчика (не показано) присутності тари.

Дозатор працює таким чином:

В початкової позиції золотник 3 займає положення “Ссання” - виборка 9 через свердловину 12 з'єднує підпоршневий простір з витратним баком 11. В такої позиції золотника при обертанні каруселі коли копір 15 чергове посуває поршень то вверх то вниз, продукт також чергово ссається в циліндр (при руху поршня вверх) и знову повертається в витратний бак 11 (при руху поршня вниз). Такий стан утримується до тих пір, доки на карусель не надійде тара (банка чи друга посудина). При цьому від тари поступає сигнал

на привод 19 і він переводить упор 16 в зону руху важеля 6. Тепер упор 16, дія на важіль 6, поверне золотник через шток 4 в положення “Видача дози” (див. правий дозатор на фіг. 1 та 2). Золотник 3 при цьому роз’єднає порожнину під поршнем 2 з баком 11 и з’єднає її каналом 10 з діркою 13 в шайбі 8. Цей поворот золотника 3 збігається по циклу роботи машини з початком руху поршня 2 вниз. Він забезпечує видачу дози продукта в тару.

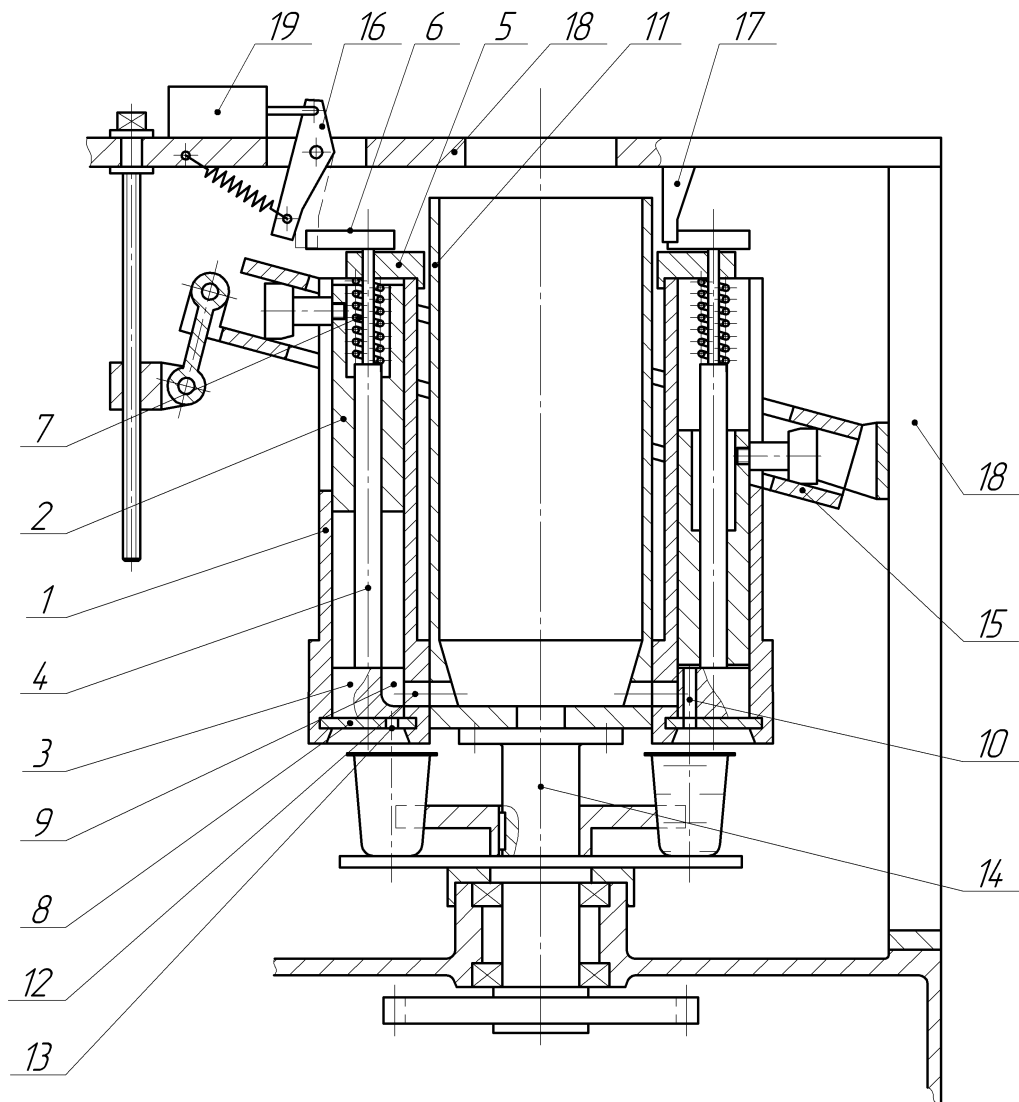


Рис. 2.4 – Дозатор нової конструкції:

- 1 – циліндр; 2 – поршень; 3 – золотник; 4 – шток; 5 – кришка; 6 – важіль;
 7 – пружина; 8 – шайба; 9 – вибірка; 10 – канал; 11 – бак; 12 – отвір;
 13 – отвір в шайбі; 14 – карусель обертова; 15 – копір; 16 і 17 – упори;
 18 – рама; 19 – привід

Далі по мірі повороту каруселі 14 важіль 6 набігає на нерухомий упор 17 і він переводить цей важіль, а вслід і золотник в початкову позицію. Цей поворот відбувається в момент зміни напрямку прямування поршня 2.

Як можна бачити з цього опису для привода золотника використаний окремий пристрій, який не пов'язаний з другими операціями, наприклад, з подачею тари і цьому його робота більш надійна. Сам привод золотника значно спрощений тому що для його керування використані прості упори. При цьому дотримана можливість блокування дозатора при відсутності тари. Оскільки видача продукту створюється через дірку в тонкій шайбі, продукт не має можливості скопичуватися на стінах дірки і санітарний стан машини значно підвищений. Завдяки тому, що золотник постійно притиснутий до шайби пружиною їх щільність утримується і при експлуатаційному зносі і кроплення не збільшується даже при значному зносі цих деталей.

В наведеному опису дозатор, використаний в карусельній машині, в якій завдяки обертання каруселі для привода елементів дозатора використані нерухомі упори. Коли дозатор використаний в однопозиційній машині, в якій він нерухомий, то приводи поршня і золотника повинні мати рухомі силові частини, наприклад, штоки пневоциліндрів і інше.

2.5. Технологічна схема машини

Створення технологічної схеми машини є одним із головних етапів конструювання машини. Технологічною схемою машини називають графічне зображення основних і допоміжних технологічних операцій та їх елементів в порядку послідовного їх виконання на даній машині. Складемо технологічну схему для даної машини.

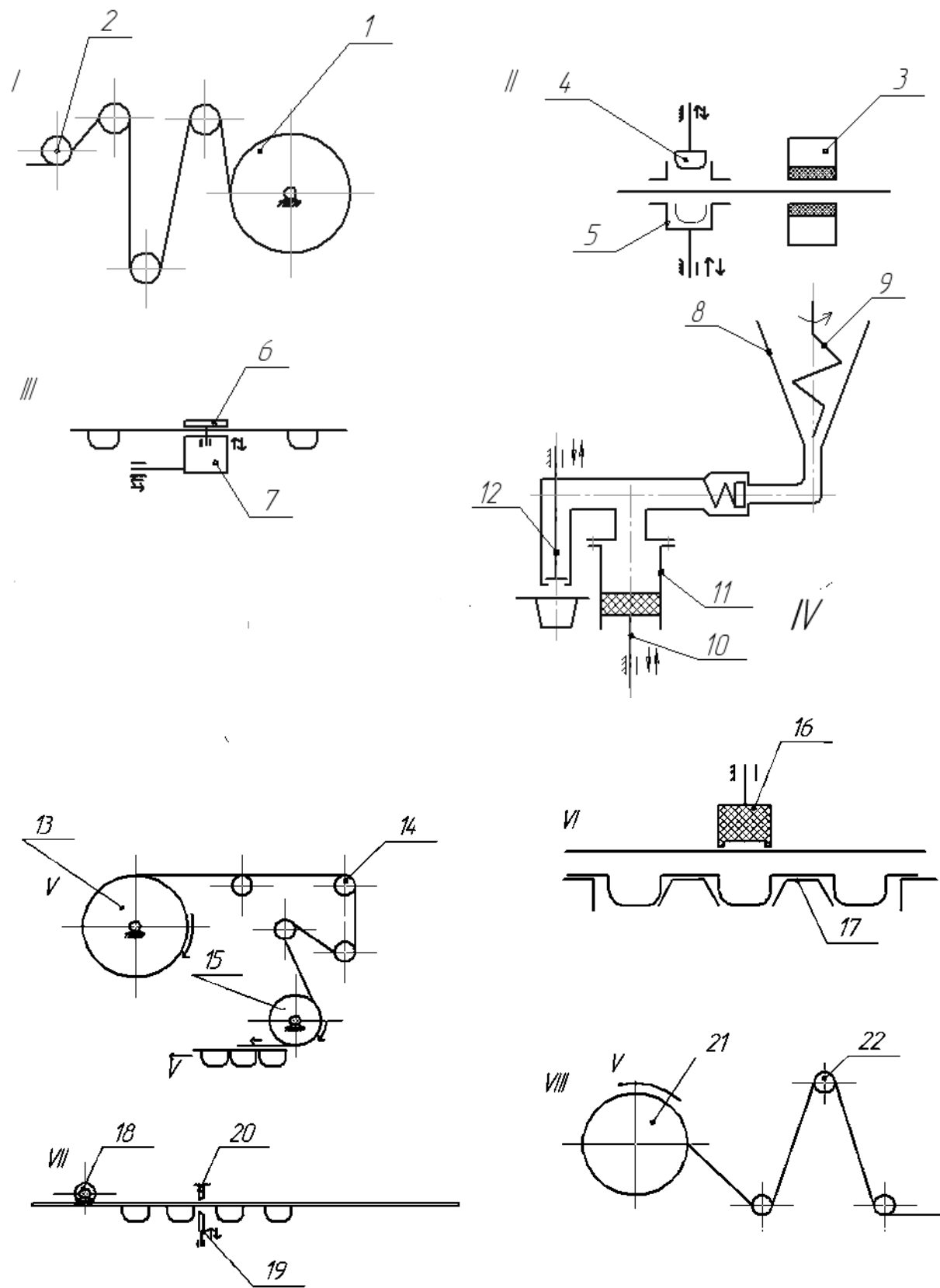


Рис. 2.8 – Технологічна схема машини

2.6. Технологічна карта машини

Технологічною картою машини називається таблиця основних і допоміжних технологічних операцій та їх елементів з позначенням робочих органів, що виконують ці операції, порядкових номерів робочих органів і позицій, в яких ці операції виконуються.

Аналіз умов роботи окремих механізмів та їх ролі в технологічному процесі, що виконується машиною, значно полегшується при наявності технологічних схем та карт машини.

| Технічний процес | Технологічна операція або її елемент | Р.О. | Номер | |
|-------------------------------|--|-------------------------|-------|---------|
| | | | Ф.О. | Позиція |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Подача пакувального матеріалу | З рулону розмотується полістерол і наступну операцію | Рулонотримач | 1 | I |
| | | Компенсуючі ролики | 2 | |
| Формування упаковки | Пакувальний матеріал натягується до t_f , формування стаканчика у прес-формі | Нагрівальні елементи | 3 | II |
| | | Пуансон | 4 | |
| | | Прес-форма | 5 | |
| Протягування плівки | Плівка фіксується притискачем і протягується на певний крок | Притискач | 6 | III |
| | | Протягувальний пристрій | 7 | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------------|----------------------|-----------------|----|------|
| Дозування і заповнення | З бункера | Бункер | 8 | IV |
| | подається йогурт. | накопичувач | | |
| | За допомогою | Мішалка | 9 | |
| | поршневого | Поршень | 10 | |
| | дозатора дозується | Мірна місткість | 11 | |
| продукт і заповнює | Клапан | 12 | | |
| стаканчик. | | | | |
| Подача етикетки | З рулону за | Рулотримач | 13 | V |
| | допомогою | Компенсуючи | 14 | |
| | протяжного ролика | ролики | | |
| | розмотується | Привідний | 15 | |
| етикетка | ролик | | | |
| Приварювання кришки | До сформованої і | Зварювальна | 16 | VI |
| | заповненої | колодка | | |
| | упаковки | Упор | 17 | |
| приварюється | | | | |
| кришка | | | | |
| Відрізання готового виробу | Готові вироби | Дисковий ніж | 18 | VII |
| | відрізаються з | Ніж | 19 | |
| | групи виробів (8 шт) | Контр-ніж | 20 | |
| Відведення відходів | Після обрізки | Рулотримач | 21 | VIII |
| | відводимо | Компенсуючи | 22 | |
| | (намотуємо на | ролики | | |
| | рулонотримач) | | | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------------------|---|----------------------|----|----|
| Відведення готового виробу | Готові вироби. З напрямної площини потрапляють на відвідний конвеєр | Нерухома напрямна | 23 | IX |
| | | Відвідний конвеєр | 24 | |

2.7. Розроблення циклограми роботи машини

Циклограмою називається графічне зображення послідовності переміщення робочих органів машини. Для нашої машини побудуємо прямокутну циклограму.

По циклограмі машини визначають початок та кінець переміщення робочих органів в межах кінематичного циклу. За допомогою циклограм можна також визначити відносне положення інтервалів циклів виконавчих механізмів в загальному циклі машини.

На рис. 2.9 зображена циклограма роботи машини:

- 1). Протягування плівки;
- 2). Формування стаканчиків;
- 3). Дозування;
- 4). Механізм розмотування етикеток;
- 5). Механізм приварювання етикеток;
- 6). Механізм відрізання готової продукції ;
- 7). Змотування відходів у рулон;
- 8). Відвідний конвеєр.

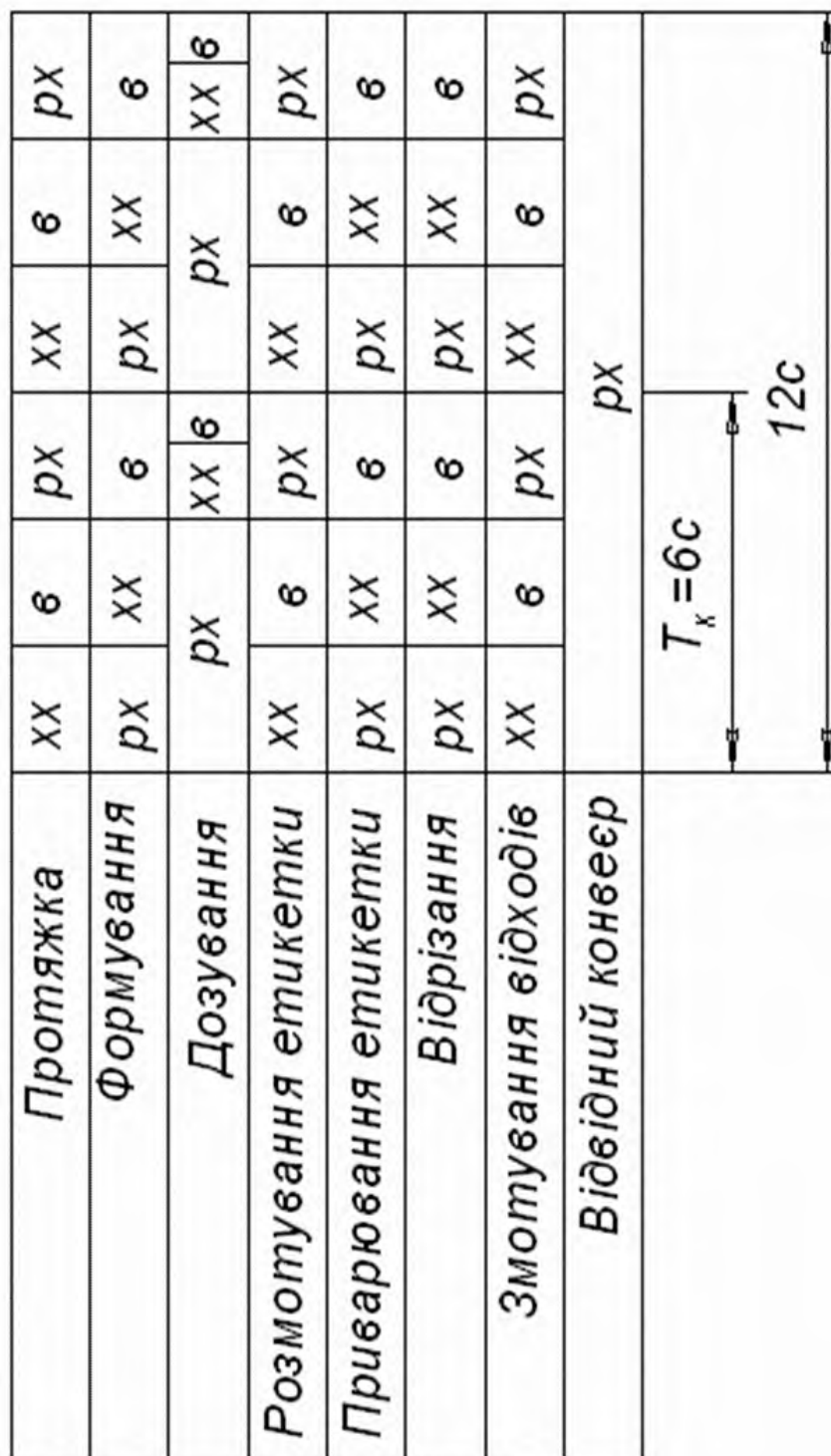


Рис. 2.9 – Циклограма роботи машини

3. ДОСЛІДНА ЧАСТИНА ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Вступ. В молочній промисловості для фасування в'язких молочних продуктів застосовують автомати лінійного та карусельного типу. Автомати карусельного типу більш компактні ніж лінійні.

Одним з найважливіших пристроїв в автоматах фасування є дозатор. Від правильності його вибору часто залежить безперервність циклу упаковки продукції та швидкість упакування. Розрізняють дозатори об'ємні та вагові. Об'ємні дозатори, які нескладні за конструкцією і відрізняються досить високою надійністю, застосовуються для дозування рідких продуктів. Вагові дозатори характеризуються великою точністю і використовуються для дозування твердих і сипких, особливо дрібно штучних матеріалів, іноді для дозування рідин. Серед недоліків вагових дозаторів на першому місці швидкість роботи, яка, порівняно з об'ємним дозатором, фактично в 4 рази менша. Другим істотним недоліком є ціна, яка на 15 % вища, ніж у об'ємних дозаторів.

Автомат карусельного типу для фасування в'язких та рідких продуктів М–2, обраний для дослідження і модернізації, оснащений дозатором об'ємного типу і має притаманний таким конструкціям недолік – порівняно велику похибку дозування, а також невелику продуктивність. Фасувальний автомат складається зі станини, карусельного стола, механізму видачі стаканчиків, дозатора, механізмів зварювання, накладання кришок, нанесення дати, відведення наповнених стаканчиків та пульта керування. Всі механізми машини змонтовані навколо карусельного столу з гніздами під стаканчики, який покроково обертається навколо своєї осі.

| | | | | | | |
|--|---|--|----------------------------|--------------|-------------------|-------|
| Відповідальна організація <i>НУХТ</i> | Технічне узгодження <i>Якимчук М.В.</i> | Вид документа <i>Пояснювальна записка</i> | Статус документа | | | |
| Власник документа <i>НУХТ</i> | Разробник документа <i>Черв'як М.М.</i> | Назва додаткова назва <i>ДОСЛІДНА ЧАСТИНА ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ</i> | <i>230610.MP.03.000 ПЗ</i> | | | |
| | Документ затверджено <i>Якимчук М.В.</i> | | № змін | Дата видання | Мова <i>UA</i> | Аркуш |

Покрокове обертання карусельного столу здійснюється за допомогою храпового колеса, яке повертається на заданий крок завдяки ходу штоку пневмоциліндра.

Методи досліджень. Фактори, які впливають на процес дозування в'язких молочних виробів, визначено методом експертних оцінок. Процес промодельовано в недолік пропонується шляхом подвоєння таких механізмів: подачі стаканчиків, дозатора, механізмів подачі кришечок, зварювання та нанесення дати. Запропоновані заходи пакеті Flow Vision, в якому використано метод кінцевих об'ємів (обрана модель «нестискувана рідина»). З використанням повного багатofакторного експерименту отримано рівняння регресії, яке пов'язує швидкість дозування з факторами, що найбільше впливають на неї.

Встановлено, що найбільш значущими факторами, які впливають на процес дозування йогурту дозуючим пристроєм, є: молекулярна в'язкість (інтервал варіювання 2,8...3,3 Па·с), діаметр насадки (інтервал варіювання 0,013...0,015 м), тиск, необхідний для переміщення поршня (інтервал варіювання 90000...105000 Па).

При моделюванні задано крайові умови: пристрою і стаканчика створено в програмі Компас 3Д V22 (рис. 3.1); граничні умови: швидкість витікання йогурту з дозуючого каналу – 0,45 м/с, тиск, необхідний для переміщення поршня: 90000...105000 Па; реологічні умови продукту: густина 980 кг/м³; молекулярна в'язкість 3,227 Па·с.

Дозатор працює наступним чином: з трубопроводу продукт подається в бункер, з якого при повороті кільця надходить далі в мірний циліндр і за допомогою пневмоциліндра видаляється в стаканчик.

Результати та обговорення. Аналіз конструкції і технічних характеристик фасувального автомата показав, що автомат має не досить велику продуктивність (60 уп/хв) і не може забезпечити потреби сучасних молокопереробних підприємств. Усунути цейпотребують внесення змін до

конструкції карусельного столу, що дозволить перебувати в зонах проведення відповідних операцій (подачі, наповнення, подачі кришечок, зварювання, нанесення дати, зштовхування зі столу), не одного, а одразу двох стаканчиків.

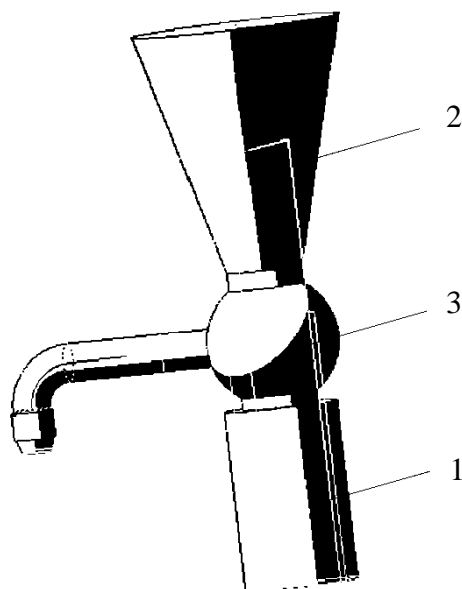


Рис. 3.1 – Дозатор:

1 – пневмоциліндр; 2 – бункер для йогурту, 3 – клапан

На початку роботи фасувального автомата відсікачі відділяють з касети стаканчиків два стаканчики; при цьому підйомний столик опускає стаканчики в комірки карусельного столу. При повороті карусельного стола на дві позиції порожні стаканчики потрапляють в зону дії дозатора. З бункера продукт надходить в поршневий дозатор, де здійснюється об'ємне дозування. Потім стаканчики, заповнені продуктом, через дві позиції, потрапляють в зону дії механізму накладання кришок з алюмінієвої фольги. Вакуум-захват механізму подачі кришок відділяє по одній кришечці від загальної стопки і, повернувшись на 180° , накладає її на верхній борт стаканчика. Далі стаканчики повертаються ще на дві позиції і потрапляють в зону приварювання кришок до стаканчиків. Це відбувається завдяки пневмоциліндру, який притискує зварювальну головку до стаканчика з

кришкою. Зварювальна головка забезпечує температуру плавлення стаканчика. Далі стаканчики повертаються ще на дві позиції і потрапляють в зону дії механізму нанесення дати на кришку, а потім, пройшовши ще дві позиції, стаканчик потрапляє в зону вивантаження. Це відбувається наступним чином: підйомний столик піднімає стаканчик, і відвідна рейка зіштовхує стаканчики на приймальний стіл. Далі через 2,4 сек. на стіл зіштовхується наступні два стаканчики, і цикл повторюється.

Також пропонується замінити механізм піднімання стаканчиків перед виштовхуванням з робочого столу на менш енерговитратну, більш просту (не потребує додаткового приводу чи пневмоциліндра) і дешевшу конструкцію. Реалізувати ці пропозиції можна за рахунок встановлення важільного механізму, який працює наступним чином: при повороті карусельного столу ролик, закріплений в нижній його частині, буде натискати на одне плече важеля, а інше в свою чергу рухатиме пуансон, які виштовхуватимуть стаканчики.

Інша проблема, яка виникає при експлуатації фасувального автомата М–2, – невисока точність дозування. Вона, певною мірою, обумовлена недосконалою конструкцією клапана дозатора (рис. 3.1), який не забезпечує необхідний тиск. Саме це обумовлює необхідність дослідження процесу дозування і виявлення факторів, від яких він залежить.

В результаті моделювання процесу дозування йогурту в дозуючому пристрої фасувального автомата в програмі FlowVision отримано поля тиску, турбодисипації та вектори швидкостей (рис. 3.2).



Рис. 3.2 – Результати моделювання:

а) поле тиску, б) вектори швидкостей; в) поле турбодисипації енергії

Максимальні значення тиску спостерігаються в нижній частині циліндра (див. рис. 3.2-а), оскільки в цій зоні мінімальна швидкість (за законом Бернуллі тиск знаходиться в оберненій залежності від швидкості). На виході з дозуючого пристрою тиск мінімальний, тоді як швидкість в цій зоні максимальна (див. рис. 3.2-б). Внесення змін в конструкцію дозуючого пристрою, а саме заміна клапана, призводить до збільшення швидкості витікання рідини з дозатора порівняно з базовим варіантом. Це спричиняється тим, що на шляху рідини з'являється додатковий опір (труба меншого діаметру), тобто через одиницю площі проходить більший об'єм рідини. Аналогічний розподіл швидкості характерний для ділянки надходження в'язкої рідини з приймального бункера в циліндр. З рис. 2-б також видно, що завихрення, яке призводить до додаткового перемішування, відбувається над корпусом мірного циліндра.

Проаналізовано також показники турбодисипації енергії (рис. 3.2-в). Її величина незначна, тому додаткового нагрівання продукту не відбувається.

На основі проведених досліджень була поставлена задача отримати математично-статистичну модель залежності швидкості дозування йогурту від молекулярної в'язкості, діаметру насадки і тиску, необхідного для

переміщення поршня. З цією метою проведено повний активний багатofакторний експеримент, вихідні дані наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Умови проведення експериментів

| Рівні варіювання факторів | x_1 (μ , Па·с) | x_2 (d , м) | x_3 (P , Па) |
|---------------------------------|-----------------------|------------------|-------------------|
| Верхній рівень (+) | 3,30 | 0,015 | 105000 |
| 0-рівень (x_{0i}) | 3,05 | 0,014 | 97500 |
| Нижній рівень (-) | 2,80 | 0,013 | 90000 |
| Крок варіювання (λ_i) | 0,25 | 0,001 | 7500 |

Після опрацювання результатів в програмі EXPER2 отримали рівняння регресії, адекватність якого підтверджена за критерієм Фішера:

$$y = -0.3904 \cdot x_1 + 169.2 \cdot x_2 - 0.0001455 \cdot x_3 + 0.0879 \cdot x_1 \cdot x_3 - 0.1522 \cdot x_2 \cdot x_3 - 5.401$$

З використанням математичної моделі знайдено швидкість дозування йогурту 3% жирності при сталій молекулярній в'язкості (3,3 Па·с) і тиску (0,1 МПа (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Швидкість дозування йогурту

| | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Діаметр насадки d , м | 0,015 | 0,0147 | 0,0144 | 0,0141 | 0,0138 | 0,0135 | 0,0132 | 0,013 |
| Швидкість дозування, u , м/с | 2,82 | 2,46 | 2,10 | 1,74 | 1,38 | 1,02 | 0,66 | 0,11 |

За допомогою програми Excel побудовано графік (рис.3) і знайдено залежність швидкості руху йогурту від діаметра насадки:

$$u = 1283.4 \cdot d - 16.38$$

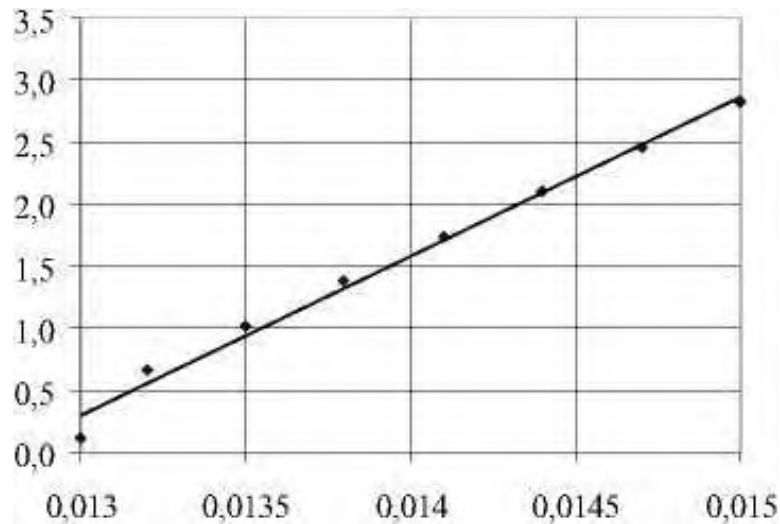


Рис. 3.3 – Залежність швидкості руху йогурту від діаметра насадки

Знаючи об'єм стаканчика, який необхідно наповнити, можна обчислити швидкість його наповнення (при сталому часі наповнення 2,4 с) та підібрати за допомогою вище наведеного графіка діаметр насадки.

Висновки. Факторами, які найбільш суттєво впливають на процес дозування йогурту, є: молекулярна в'язкість, діаметр насадки і тиск, необхідний для переміщення поршня. Внесення змін в конструкцію автомата, а саме заміна дозуючого пристрою, покращує процес дозування. Реалізація запропонованої модернізації потребує відносно невеликих матеріальних витрат і не є трудомістким, адже передбачає лише подвоєння вже існуючих пристроїв та встановлення простого механізму піднімання стаканчиків, який дозволяє зменшити витрати по обслуговуванню автомата для фасування в'язких та рідких продуктів.

4. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

4.1. Розрахунок часу для нагрівання

Визначаємо час для розігріву листа полістиролу

$$t_n = \frac{c \cdot p(t_2 - t_1) \cdot \delta^2}{1.15 \cdot 10^2 \cdot \lambda \cdot \Delta t} \quad (4.1)$$

C – теплоємність, $C=1,25 \text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$;

P – густина $1100 \text{кг}/\text{м}^3$;

t_1 і t_2 – температура до і після нагрівання ($t_1=20^\circ\text{C}$ і $t_2=150^\circ\text{C}$);

δ – товщина листа, $\delta=0,5 \text{ мм}$;

λ – теплопровідність, $\lambda=0,093 \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;

Δt – температура розм'якшення, $\Delta t=90^\circ\text{C}=273+90=363 \text{ К}$;

t_1 – температура до нагрівання, $t_1=20+273=293 \text{ К}$;

t_2 – температура після нагрівання $t_2=120+273=393 \text{ К}$;

$$t_n = \frac{1,25 \cdot 1050 \cdot (393 - 293) \cdot 0,5^2}{1,5 \cdot 10^2 \cdot 0,093 \cdot 363} = 6,4 \text{ с}$$

4.2. Розрахунок продуктивності машини

Час одного циклу:

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{пер}} + t_n \quad (4.2)$$

де $t_{\text{пер}}$ – час переміщення листа полістирола;

$T_{\text{ц}}$ – час циклу

| | | | | | | |
|--|---|--|----------------------------|--------------|-------------------|-------|
| Відповідальна організація НУХТ | Технічне узгодження Якимчук М.В. | Вид документа Пояснювальна записка | Статус документа | | | |
| Власник документа НУХТ | Розробник документа Черв'як М.М. | Назва додаткова назва РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА | 230610.MP.03.000 ПЗ | | | |
| | Документ затверджено Якимчук М.В. | | № змін | Дата видання | Мова UA | Аркуш |

$$t_{nep} = \frac{l}{v} = \frac{0.320}{0.2} = 1,6c ; \quad (4.3)$$

$$T_u = 6,4 + 1,6 = 8c$$

Визначаємо кількість циклів за хвилину:

$$n_u = \frac{60}{T_u} = \frac{60}{8} = 7,5 \text{циклів} \quad (4.4)$$

Продуктивність машини:

$$z = \frac{60 \cdot z_n}{T_u} \quad (4.5)$$

де $z_n = 8$ кількість упаковок в позиції

$$z = \frac{60 \cdot 8}{8} = 60 \text{шт} / \text{хв} .$$

4.3. Розрахунок вузла протягування матеріалу

При проектуванні механізму протягування листової заготовки виникає необхідність підбору приводу. Приводом даного механізму є пневоциліндр. Для пневмоциліндра потрібно визначити рухому силу для розмотки і протяжки полімерного матеріалу.

Діаметр пневмоциліндра визначається за формулою, м:

$$d_c = \sqrt{\frac{4 \cdot P_r}{\pi \cdot (P_m - P_{атм})}} \quad (4.6)$$

де P_r - рухома сила необхідна для розмотування і протягування листової заготовки, Н; P_m - тиск повітря в магістралі, $P_m=450000\text{Па}$; тиск атмосферний $P_{атм} = 100000\text{Па}$

Значення P_r можна отримати з рівняння:

$$\ddot{\varphi} = M_r - \sum M_0 \quad (4.7)$$

де I - момент інерції рулону; $\ddot{\varphi}$ - кутове прискорення рулону, рад/с²; M_r - момент рухомих сил, Н*м; ΣM_0 - сума моментів опору. Для знаходження кутового прискорення з початку розраховуємо кутову швидкість, рад/с:

$$\dot{\varphi} = \frac{\varphi}{t_{pr}} \quad (4.8)$$

де φ – центральний кут, описаний радіус-вектором точки тіла, рад; t_{pr} - час за яке механізм повинен протягнути за один крок, с:

Кут можна знайти за формулою:

$$\dot{\varphi} = \frac{360l}{2\pi r} \quad (4.9)$$

де l - крок протяжки, $l=0,160$ м; r - радіус рулону заготовки, $r=0,2$ м.

$$\varphi = \frac{360 \cdot 0,320}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,2} = 0,796 \text{ рад}$$

$$\dot{\varphi} = \frac{0,796}{0,8} = 0,995 \text{ рад/с}$$

Прийнявши час розгону $t_{роз} 0,1$ с, знайдем кутове прискорення:

$$\ddot{\varphi} = \frac{0,995}{0,1} = 9,95 \text{ рад/с}^2$$

Момент інерції рулона I находимо з рівняння:

$$I = mr^2 \quad (4.10)$$

де m - маса рулону, кг. Для визначення маси найдем об'єм рулону за наступним співвідношенням, м³:

$$V = \frac{\pi \cdot h}{4} (D^2 - d^2) \quad (4.11)$$

де h - ширина рулону, $h=0,136$ м; D - діаметр рулону, $D=0,4$ м, d - діаметр втулки рулона, $d=0,025$ м.

$$V = \frac{3.14 \cdot 0.136}{4} (0.4^2 - 0.025^2) = 0,018 \text{ м}^3$$

Розраховуємо масу рулона:

$$m = \rho \cdot V = 1050 \cdot 0.018 = 18.9 \text{ кг} \quad (4.12)$$

$$I = 18.9 \cdot 0.2^2 = 0.77$$

Сума моментів сил опору $\sum M_o = M_{mp} + M_{on}$, де $M_{тр}$ - момент сили тертя, $M_{mp} = F_{mp} \cdot r_2, H \cdot M$; $M_{оп}$ - момент опору, яке виникає в час руху рулонотримача, $H \cdot M$; Опір тертя листової заготовки по металевим напрямних визначаємо із рівняння:

$$F_{mp} = N \cdot f \quad (4.13)$$

де f - приведений коефіцієнт тертя полімеру по сталі, $f=0,65$; N - нормальне зусилля, з якими лист діє по напрямним:

$$N = g \cdot l \quad (4.14)$$

де g - тиск на напрямні, $g=2,72$ л - довжина протяжки полістирола по напрямним, $l=0,160$ м.

$$F_{mp} = 2,72 \cdot 0,320 \cdot 0,65 = 0,28$$

$$M_{mp} = F_{mp} \cdot r = 0,28 \cdot 0,2 = 0,56$$

Опір тертя під час розмотування рулону знаходиться за формулою:

$$M_{op} = R \cdot f \cdot \frac{d_0}{2}$$

де R - реакція, виникаюча в бронзовій втулці,

$$R = G/2 = (mg)/2 = (18.9 \cdot 9.81)/2 = 92,7 \text{ Н} ;$$

де d_0 - діаметр втулки, $d_0=0,025$; f - приведений коефіцієнт тертя сталі по бронзі, $f=0,13$.

$$M_{on} = 92,7 \cdot 0,13 \frac{0,025}{2} = 0,151 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Підставивши отримані дані і виразив з нього M_p , отримаємо:

$$M_p = I \cdot \ddot{\varphi} + (M_{mp} + M_{op}) = 0,77 \cdot 9,95 + (0,56 + 0,151) = 8,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Находимо рухому силу P_r , Н:

$$P_r = \frac{M_p}{r} = \frac{8,4}{0,2} = 42 \text{ Н} \quad (4.15)$$

Тоді

$$d_c = \sqrt{\frac{4 \cdot 42}{3,14 \cdot (450000 - 100000)}} = 0,0039 \text{ м}$$

Отримане значення діаметру циліндра занадто мале для нормальної роботи механізму вибираємо значення $d_c = 10 \text{ мм}$ по каталозі.

4.4. Розрахунок товщини полімерної упаковки

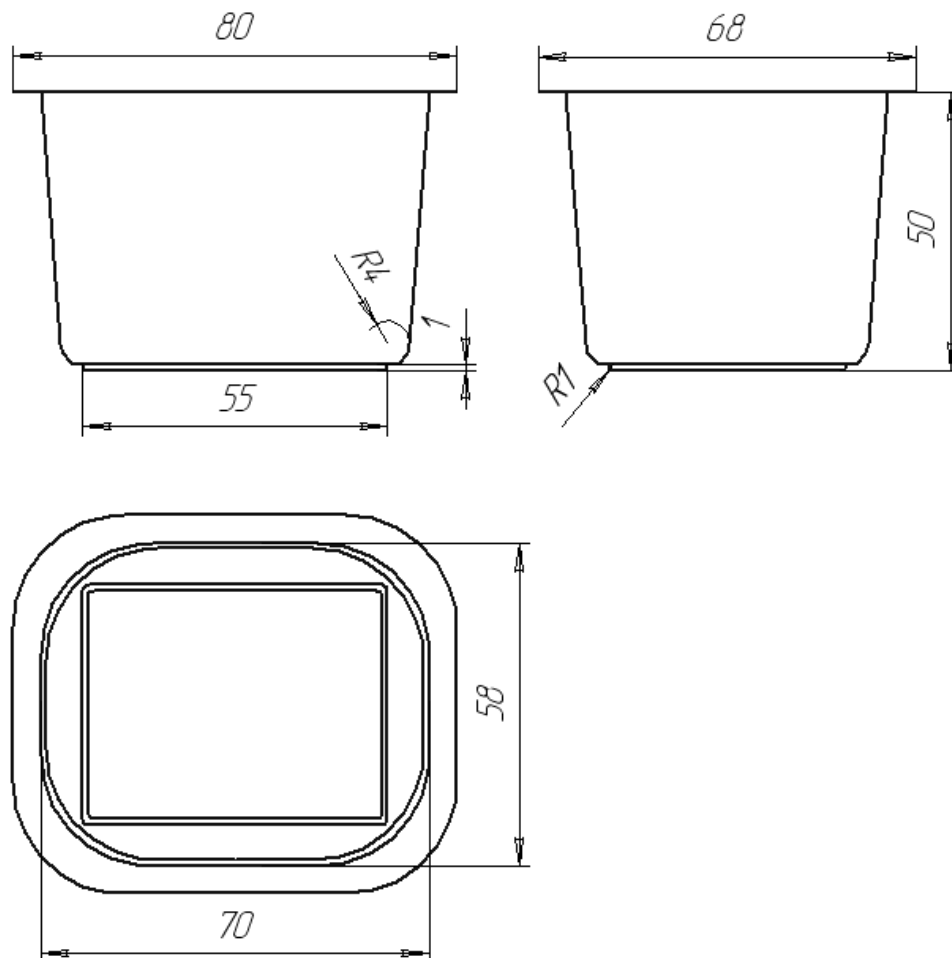


Рис. 4.1 – Ескіз стаканчика

Спрощена оцінка товщини стінки термоформованого виробу можна, коли нам відома первина товщина не формованого матеріалу. В залежності від конструкції виріб і кінцевого нерівномірного розподілення товщини стінки, необхідно врахувати нерівномірність розподілення $\pm 30\%$, в подальших кінцевих результатах розрахунку. При таких розрахунках необхідно прийняти, що об'єм матеріалу не змінюється при формуванні.

Таким чином, використовують наступне співвідношення:

$$V_1 = V_2 \quad (4.16)$$

І відповідно,

$$F_1 \cdot s_1 = F_2 \cdot s_2 \quad (4.17)$$

Із чого виходить:

$$s_2 = \frac{F_1}{F_2} \cdot s_1 \quad (4.18)$$

де V_1 - об'єм матеріалу без заживного фланця; V_2 - об'єм термоформованого виробу; F_1 - площа поверхні матеріалу без заживного фланця; F_2 - поверхня виробу; s_1 - товщина вихідного матеріалу; s_2 - товщина стінки виробу.

В залежності з рис. задамо наступні параметри:

$$a=68 \text{ мм}, b=58 \text{ мм}, h=50 \text{ мм}, L=80 \text{ мм}, B=68\text{мм}.$$

$$F_1 = L \cdot B = 80 \cdot 68 = 5440 \text{ мм}^2 \quad (4.19)$$

$$F_2 = L \cdot B + 2 \cdot b \cdot h + 2 \cdot a \cdot h = 80 \cdot 68 + 2 \cdot 58 \cdot 50 + 2 \cdot 68 \cdot 50 = 18040 \text{ мм}^2$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{5440}{18040} = 0.302 \quad (4.20)$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{18040}{5440} = 3.32 \quad (\text{ступінь витяжки}) \quad (4.21)$$

При товщині матеріалу s_1 мм і однорідним роз положенні товщини стінки на термоформованому виробу отримуємо:

$$s_2 = \frac{F_1}{F_2} \cdot s_1 = 0.302 \cdot 0.5 = 0.151 \quad (4.22)$$

4.5. Розрахунок поршневого дозатора

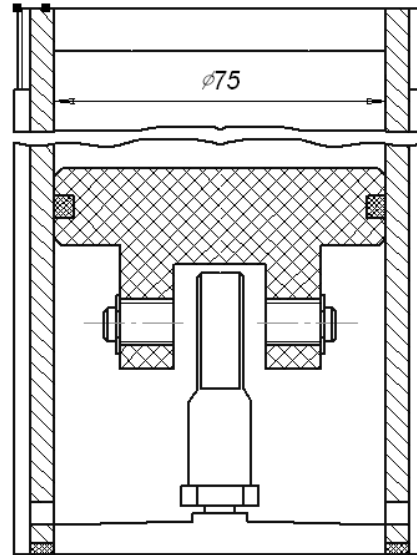


Рис. 4.2 – Розрахункова схема

| W, л | ρ т/м ³ | Zшт/хв | P ₁ , МПа | P ₂ , МПа | P ₄ , МПа | D, м | L, м | d ₀ , м | μ Па·с | H, м |
|---------|-------------------------|--------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------|---------|-----------------------|------------|---------|
| 0,5 | 1,1 | 10 | 0,09 | 0,08 | 0,1 | 0,075 | 0,25 | 0,02 | 0,0027 | 0,135 |

1. Визначаємо кінематичний час процесу:

$$T_k = \frac{1}{Z} = \frac{1}{10} = 0.1 \cdot 60 = 6с, \quad (4.23)$$

де: Z-штучна продуктивність

$$T_k = \sum t_i = t_\partial + t_\phi + t_{вк} + t_{вккл}, \quad (4.24)$$

де: t_∂ - тривалість формування дози;

t_ϕ - тривалість фасування;

$t_{вк}$ і $t_{вккл}$ - тривалість включення приводів $t_{вк} = t_{вккл} = 0,5с$.

2. Визначаємо тривалість формування дози:

$$t_{\partial} = \frac{W}{\Pi} = \frac{W}{(0.6 \dots 0.8) \cdot f_{\text{еф}} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \left(\frac{P_1 - P_2}{\rho \cdot g} + H\right)}}, \quad (4.25)$$

де: W - величина дози;

Π – пропускна здатність;

$$f_{\text{еф}} = \frac{\pi \cdot d_0}{4} = \frac{3.14 \cdot 0.02^2}{4} = 0.000314 \text{ м}^2; \quad (4.26)$$

$$t_{\partial} = \frac{W}{\Pi} = 0,86 \text{ с}; \quad (4.27)$$

3. Визначаємо швидкість дозування:

$$v_{\partial} = \frac{S}{t_{\partial}}; \quad (4.28)$$

$$W = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot S; \quad (4.29)$$

$$S = \frac{4 \cdot W}{\pi \cdot D^2} = 0.009 \text{ м}^2 \quad (4.30)$$

$$v_{\partial} = 0.1 \text{ м/с}.$$

4. Визначаємо тривалість фасування:

$$t_{\phi} = T_k - t_{\partial} - t_{\text{вк}} = 4,64 \text{ с}. \quad (4.31)$$

5. Визначаємо швидкість фасування:

$$v_{\phi} = \frac{S}{t_{\phi}}; \quad (4.32)$$

$$v_{\phi} = 0.015 \text{ м/с}.$$

6. Визначаємо частоту що створює поршень (формула Пуазеля):

$$\Pi_1 = \Pi_2; \quad (4.33)$$

$$\Pi_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \frac{S}{t_{\phi}}; \quad (4.34)$$

$$\Pi_1 = 8,14 \cdot 10^6 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$P_2 = \frac{\pi \cdot d_0^4 (P_3 - P_4)}{128 \cdot \mu \cdot L} . \quad (4.35)$$

З останнього виразу шукаємо P_3 :

$$P_3 = 100000,0088 \text{ Па} .$$

7. Визначаємо витрати енергії:

$$N = P_{\text{руш}} \cdot v_{\phi} ; \quad (4.36)$$

$$P_{\text{руш}} = P_3 \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 407 \text{ Н} ; \quad (4.37)$$

$$P_{\text{руш}} = \frac{\pi \cdot d_y^2 (P_m - P_a)}{4} ; \quad (4.38)$$

З останнього виразу шукаємо d_y :

$$d_y = 0.032 \text{ м} .$$

Прийmemo $d_y = 0.04 \text{ м} .$

Згідно даного розрахунку за номенклатурою фірми «CAMOZZI» підберемо комплектуючі системи і виконавчий механізм у вигляді пневмоциліндру серії 31 марки 31R3A040A100

4.6. Термоформування

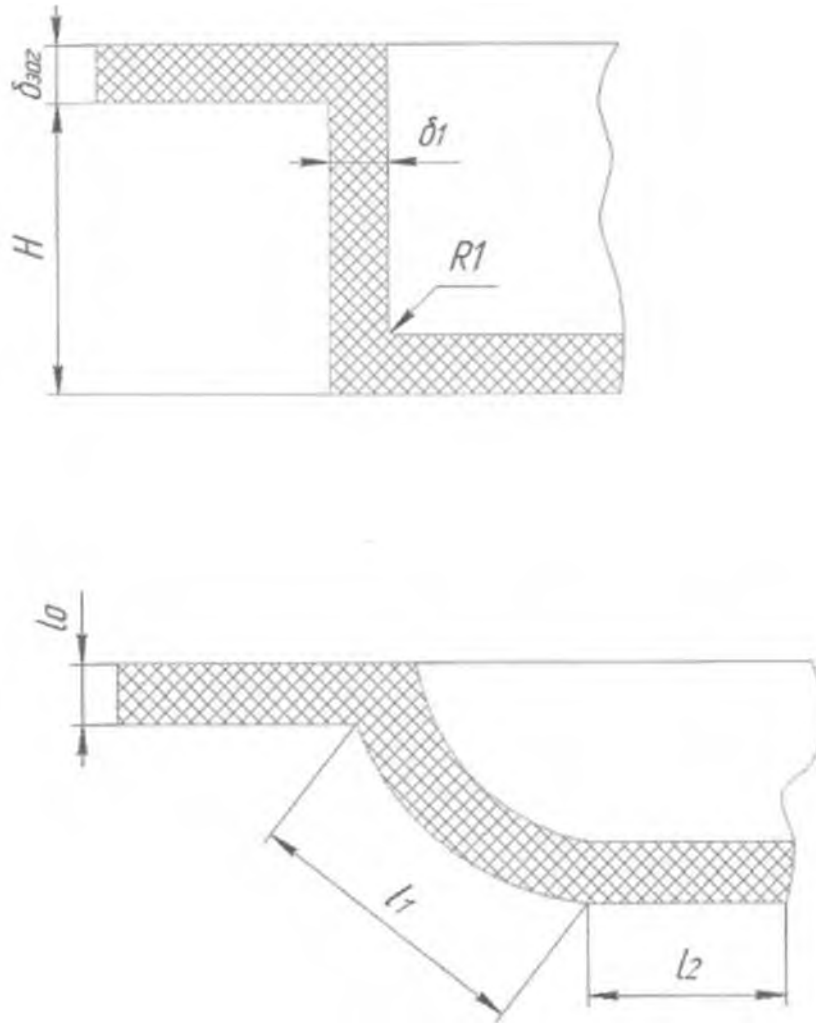


Рис. 4.3 - Розміри термоформованої тари

При описанні процесу сформування зробимо два припущення:

1. Об'єм матеріалу при формуванні затискається штоком.
2. Залежність видовження плівки змінюється лінійно. Початковий об'єм плівки v_0 .

Початковий об'єм плівки V_0

$$v_0 = a \cdot b_1 \cdot v_{заг}$$

$$v_0 = 5 \cdot 6 \cdot 0,2 = 8,0 \text{ мм} \quad (4.39)$$

Об'єм плівки до завершення першої стадії:

$$v_1 = S_c \cdot \delta_1 = 2 \cdot H \cdot \delta_1 - H \cdot \delta_2 \quad (4.40)$$

Коефіцієнт видовження матеріалу

$$K_y = \frac{M}{R} = 1 \quad (4.41)$$

$$\nu_1 = 3468.1$$

$$R = 47 \text{ мм}$$

Друга стадія формування

$$S_2 = \frac{\sigma_1}{2} = \frac{S \cdot R^2 \cdot (1 + K^2) - R_0 \cdot \nu^2}{K_0 \cdot r^2 + 3\nu^2 C_n + r \cdot \left(\frac{n}{2} - \beta\right)} \quad (4.42)$$

$$S_2 = 0.18 \text{ мм}$$

β - кут нахилу утворення стіни $\beta = 20^\circ$.

Третя стадія формування

$$\nu_3 = 0.14 \text{ мм}$$

В цьому випадку товщина стінки S_2 може бути знайдена із співвідношення

$$S_r = S_3 + x \quad (4.43)$$

$$x = (\sigma_r - \sigma_3) \cdot \frac{l_1}{l} = (0.18 - 0.14) \cdot \frac{6.94}{16.16} = 0.017 \text{ мм} \quad (4.44)$$

$$\sigma_2 = 0.14 + 0.017 = 0.157 \text{ мм}$$

Таким чином, шукаючи площу поверхонь формуємої плівки(тара) можна показати, як суму ділянок поверхонь

$$f_c = n \cdot \int_0^{\frac{b}{2} \cdot x} \int_0^{\left(\frac{a}{b}\right)} \sqrt{1 + \frac{\left(\frac{a}{b}\right)^2 \cdot x^2}{\left(\frac{b}{a}\right)^2 - x^2}} dx dy \quad (4.45)$$

Площа ділянок паралелограма

$$f_n = n \cdot \int_0^{\frac{b}{2} \cdot x} \int_0^{\left(\frac{a}{b}\right)} \sqrt{1 + \frac{y^2}{\left(\frac{a}{b}\right)^2 - y^2}} dx dy \quad (4.46)$$

Сумарні площі, знайшовши зміни та зробити деякі перетворення, знайдемо площу поверхні:

$$f_{нов} = 2 \cdot a \cdot b - b^2 \cdot \left(\frac{1}{1 - \left(\frac{a}{b}\right)^2} - 1 \right) \ln \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{a}{b}\right)^2} \right) =$$

$$= 2 \cdot 94 \cdot 85 - 94^2 \cdot \left(\frac{1}{1 - \left(\frac{85}{94}\right)^2} - 1 \right) \cdot \ln \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{85}{94}\right)^2} \right) = 1891.1 \text{ мм}^2$$
(4.47)

Таким чином визначили площу формування полістиролової плівки

4.7. Розрахунок процесу приварювання кришок до стаканчиків

Зварювання відбувається за рахунок “вплавлення” алюмінієвої кришечки в стаканчики з полістиролу. Температура плавлення $t=90^{\circ}\text{C}$.

Нагрівання здійснюється за допомогою термозварювальної головки, до якої додається струм силою $I=5\text{A}$.

Термозварювальна головка складається з суцільного сталюого корпусу, в який встановлені дві ніхромові пластини.

Пластини виконують роль нагрівачів.

Товщина зварювального шва, $B=2 \text{ мм}$.

Довжина шва зварювання

$$\ell = \pi d = 3,14 \cdot 72 = 226,08 \text{ мм}$$
(4.48)

Щільність полістиролу, $\rho = 1,05 \text{ г/см}^3$.

Рівняння теплового балансу

$$Q_1 \geq Q_2$$
(4.49)

де, Q_1 - кількість теплоти, яку необхідно, щоб відбулося зварювання.

Q_2 - кількість теплоти, що надходить.

Кількість теплоти, яку потрібно визначити за законом Джоуля-Ленца

$$Q_1 = K \cdot I^2 \cdot R \cdot \tau \quad (4.50)$$

де, K – коефіцієнт, який враховує втрати тепла на нагрів поверхні,

$$K=1,3$$

I – сила струму, А

R - опір, який чинить провідник, Ом

τ - час зварювання.

Кількість теплоти, що підводиться, визначаємо за формулою

$$Q_2 = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1) \quad (4.51)$$

де, c – питома теплоємність, Дж/г °С,

$$c = 1,34 \text{ Дж/г } ^\circ\text{С}$$

m – маса зварювального шва, г

t_2 – температура зварювання, °С

$$t_2 = 200 \text{ } ^\circ\text{С}$$

t_1 – температура середовища, °С

$$t_1 = 20 \text{ } ^\circ\text{С}$$

Маса буде рівна

$$M = V_{\text{п}} \cdot \rho_{\text{п}} + V_{\text{кр}} \cdot \rho_{\text{кр}} \quad (4.52)$$

де, $V_{\text{п}}$ – об'єм полістирола в місці зварювання, см³.

$\rho_{\text{п}}$ – питома вага полістиролу, г/см³.

$$\rho = 1,05 \text{ г/см}^3$$

Об'єм визначаємо за формулою

$$V_{\text{п}} = \ell \cdot b \cdot \delta_{\text{пб}} \quad (4.53)$$

ℓ - довжина шва, см

$$\ell = 22,6 \text{ см}$$

b – ширина шва, см

$$b = 0,2 \text{ см}$$

$\delta_{\text{пб}}$ – товщина буртика полістирола, см

$$\delta = 0,15 \text{ см}$$

$V_{\text{кр}}$ – об'єм алюмінієвої кришки у місці зварювання, см³

$\rho_{кр}$ – питома вага алюмінієвої кришки, г/см³ $\rho_{кр} = 2,7 \text{ г/см}^3$

Об'єм буде рівний

$$V_{кр} = \ell \cdot b \cdot \delta_{кр} \quad (4.54)$$

$\delta_{кр}$ – товщина алюмінієвої кришки, см $\delta_{кр} = 0,02 \text{ см}$

$$V_{II} = 22,6 \cdot 0,2 \cdot 0,15 = 0,68 \text{ см}^3$$

$$V_{кр} = 22,6 \cdot 0,2 \cdot 0,02 = 0,23 \text{ см}^3$$

Маса буде рівна

$$m = 0,68 \cdot 1,05 + 0,23 \cdot 2,8 = 1,36 \text{ г}$$

$$K \cdot I^2 \cdot R \cdot \tau = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1) \quad (4.55)$$

Визначаємо загальний опір

$$R = \frac{c \cdot m \cdot (t_2 - t_1)}{K \cdot I^2 \tau} \quad (4.56)$$

τ – час зварювання приймаємо приблизним $\tau = 1 \text{ с}$.

$$R = \frac{1,34 \cdot 1,36 \cdot (200 - 20)}{1,3 \cdot 5^2 \cdot 1} = 10,09 \text{ Ом}$$

Час зварювання пов'язаний з температурою зварювання та глибиною вплавлення. Знайдемо цю температуру t_2 .

$$\tau = \frac{\Phi_x \cdot x^2}{a} \quad \Rightarrow \quad \Phi_x = \frac{\tau \cdot a}{x^2} \quad (4.57)$$

Φ_x – параметр, який необхідний для знаходження по номограмі іншого безрозмірного коефіцієнта θ .

τ – час зварювання, $\tau = 1 \text{ с}$.

x – глибина проварювання, $x = 0,1 \text{ см}$.

$a = 0,00694 \text{ см}^2/\text{с}$.

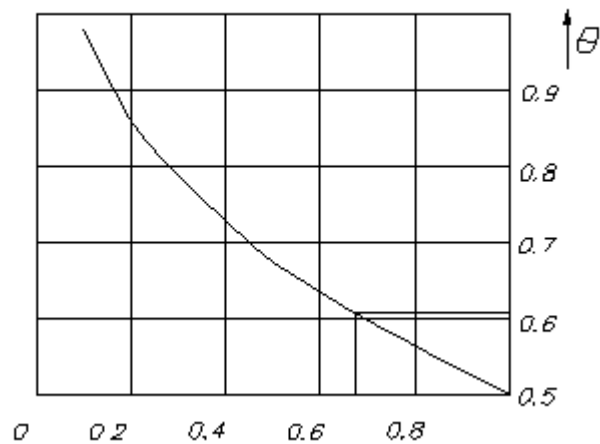


Рис. 4.4 – Номограма для розрахунку теплових процесів при стиковій зварці вплавлень

$$\Phi_x = \frac{1 \cdot 0,00694}{0,1^2} = 0,694$$

З номограми видно, що $\theta = 0,61$

$$\theta = \frac{T_{пл} - T_2}{T_1 - T_2} \quad (4.58)$$

$T_{пл} = 90 \text{ }^\circ\text{C}$ - температура плавлення полістирола.

$T_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ - температура навколишнього середовища.

T_2 – температура, яка необхідна для зварювання.

$$T_2 = \frac{T_{пл} - \theta \cdot T_1}{1 - \theta} = \frac{90 - 0,61 \cdot 20}{1 - 0,61} = 200 \text{ }^\circ\text{C} \quad (4.59)$$

Ми визначили, що температура t_2 для зварювання повинна бути

$t_2 = 200 \text{ }^\circ\text{C}$. Але в нас є ще алюмінієва кришка 1. Тому, якщо $t_2 = 200 \text{ }^\circ\text{C}$, то $t_1 > 200 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$t_1 = t_2 + \Delta t_2 \quad (4.60)$$

Так як $\Delta t_2 \rightarrow 0$, і буде дуже малим, тому що алюміній має дуже високий коефіцієнт теплопередачі і тим більше товщина алюмінієвої кришки складає 0,2 мм. Тому Δt_2 можна нехтувати і приймати.

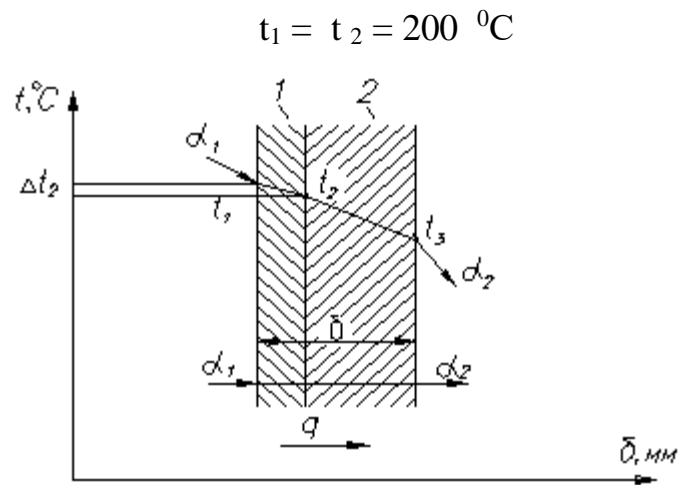


Рис. 4.5 – Розподілення температурного напору по ділянках теплообмінуф:
1 – Алюмінієва кришка 2 – Товщина ПС буртика

Кількість теплоти, яку необхідно підвести, щоб було зварювання

$$Q_1 = K \cdot I^2 \cdot R \cdot \tau = 1,3 \cdot 5^2 \cdot 10,09 \cdot 1 = 327,9 \text{ Дж.} \quad (4.61)$$

Кількість теплоти, що підводиться

$$Q_2 = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1) = 1,34 \cdot 1,36 \cdot (200 - 20) = 328 \text{ Дж.} \quad (4.62)$$

4.8. Розрахунок вакуум - захоплюючого пристрою

Розрахунок вакуум-захоплюючого пристрою зводиться до визначення необхідної і достатньої сили присмоктування, в залежності від ступеня.

Показані такі сили: розрідження в них повітря, геометричних розмірів перерізів головок, зовнішніх сил, що діють на заготовку.

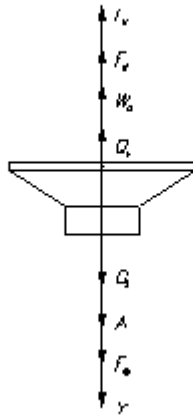


Рис. 4.6 – Розрахункова схема сил, що діють на кришечку

$I_{и}$ - сила інерції заготовки під час її переміщення за допомогою вакуумного пристрою, Н.

$F_{д}$ - сила деформації стаканчика, яку потрібно подолати, щоб не деформувати стаканчика на величину, що необхідна для втягування стаканчика з магазину, Н.

$W_{в}$ - сила опору повітря під час переміщення стаканчика за допомогою вакуум-насоса, Н.

$Q_{у}$ - сила пружності вакуумного захвату, яка виникає чере фізичні властивості матеріалу вакуумного захвату.

$G_{з}$ - вага заготовки, Н.

A - сила адгезії, яка виникає між поверхнями контакту вакуумного захвату і заготовки внаслідок фізичних властивостей матеріалу вакуумного захвату, Н.

$F_{ф}$ - фактичне зусилля схоплення, яке повинно забезпечити надійний і достатній захват стаканчика вакуумним захватом, Н.

При розрахунку приймаємо такі припущення:

- значенням сили опору повітря $W_{в}$ будемо нехтувати внаслідок невеликої площі стаканчика і невеликої рівномірної швидкості переміщення, а також через малу густину (щільність) повітря;

- значенням сили інерції вакуумного захвату I_n нехтуємо внаслідок її невеликої величини;

- значенням сили пружності вакуумного захвату Q_Y нехтуємо внаслідок її невеликої величини;

- значенням сили адгезії A між поверхнями контакту вакуумного захвату і стаканчика з йогуртом також нехтуємо внаслідок її невеликої величини.

Спроекувавши сили, що залишилися, на вісь ОУ, будемо мати:

$$F_{\phi} - F_d = 0 \quad (4.63)$$

звідки:

$$F_{\phi} = F_d$$

Для забезпечення нормальної роботи захвату необхідно, щоб виконувалась умова:

$$F_{\phi} > F_d$$

Тому введемо коефіцієнт $k = 1,1$, що показує відношення фактичного зусилля схоплення до сили деформації заготовки.

Відповідно

$$F_{\phi} = k_1 \cdot F_d \quad (4.64)$$

В свою чергу

$$F_{\phi} = k_2 \cdot F_T \quad (4.65)$$

де, k_2 – коефіцієнт, що враховує нерівномірність захоплення, перекис заготовки, тобто показує в скільки раз фактичне зусилля захоплення менше від розрахованого теоретичного $k_2 = 0,85$.

F_T – теоретично розрахована величина зусилля схоплення, Н.

Тобто маємо

$$F_T = \frac{F_B}{k_2}$$

В свою чергу теоретичне зусилля схоплення

$$F_T = S_{\text{зах}} \cdot (P_a - P_1) \quad (4.66)$$

де $S_{\text{зах}}$ – площа поверхні захвату, м²;

P_a – тиск навколишнього середовища, МПа;

P_1 – тиск в камері вакуумного захвату, МПа.

Відповідно

$$S_{\text{зах}} = \frac{\pi(d - 2\epsilon)^2}{4} \quad (4.67)$$

де d – діаметр вакуумного захвату, м;

ϵ – товщина ободка поверхні захвату, м.

В нашому випадку

$$d = 0,055 \text{ м}$$

$$\epsilon = 0,0005 \text{ м}$$

Підставивши (4.66) в (4.67), отримаємо

$$F_T = \frac{\pi(d - 2\epsilon)^2 \cdot (P_a - P_1)}{4} \quad (4.69)$$

Прирівнявши вирази (8.65) і (8.69) маємо

$$\frac{F_B}{k_2} = \frac{\pi(d - 2\epsilon)^2 \cdot (P_a - P_1)}{4} \quad (4.70)$$

або

$$\frac{k_1 \cdot F\partial}{k_2} = \frac{\pi(d - 2\epsilon)^2 \cdot (P_a - P_1)}{4} \quad (4.71)$$

Звідки маємо

$$(P_a - P_1) = \frac{4 \cdot k_1 \cdot F\partial}{\pi(d - 2\epsilon)^2 \cdot k_2} \quad (4.72)$$

Підставивши у вираз відповідні значення, одержимо значення $P_a - P_1$

$$P_a - P_1 = \frac{4 \cdot 1,1 \cdot 7,4}{3,14 \cdot (0,055 - 2 \cdot 0,0005)^2 \cdot 0,85} = 0,0042 \text{ МПа.}$$

Це рівняння показує, який необхідно тиск, щоб перенести стаканчик з

йогуртом. В нашому випадку цей тиск дорівнює 0,0042 МПа.

4.9. Розрахунок витрат стисненого повітря пневмоциліндрами

Визначимо об'єм циклової витрати стисненого повітря пневмоциліндрами типу 31R3A040A100 з такою характеристикою:

- діаметр поршня $d_{п} = 40$ мм;

- діаметр поршня $d_{ш} = 10$ мм;

- хід поршня: при мінімальній дозі $x_{\min} = 18$ мм;

при максимальній дозі $x_{\max} = 90$ мм.

Об'єм циклової витрати стисненого повітря

$$\begin{aligned} V_{\min} &= K_B \cdot \frac{\pi}{4} (d_n^2 - d_u^2) \cdot x_{\min} = 1,1 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot (0,03^2 - 0,01^2) \cdot 0,018 = 23,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{цикл} = \\ &= 23,3 \cdot 10^{-3} \text{ л/цикл} \quad (4.73) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\max} &= K_B \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d_n^2 - d_u^2) \cdot x_{\max} = 1,1 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot (0,04^2 - 0,01^2) \cdot 0,09 = 116,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{цикл} \\ &= 116,5 \cdot 10^{-3} \text{ л/цикл} \quad (4.74) \end{aligned}$$

де K_B - коефіцієнт втрати повітря.

Витрати стисненого повітря за хвилину становлять

$$Q_{\min} = V_{\min} \cdot 8 = 23,3 \cdot 10^{-3} \cdot 8 = 0,186 \text{ л/хв} \quad (4.75)$$

$$Q_{\max} = V_{\max} \cdot 8 = 116,5 \cdot 10^{-3} \cdot 8 = 0,932 \text{ л/хв} \quad (4.76)$$

Об'єм циклової витрати стисненого повітря

$$V = K_B \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d_n^2 - d_u^2) \cdot x, \quad (4.77)$$

де K_B - коефіцієнт втрати повітря, приймаємо $K_B = 1,1$.

$$V = 1,1 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot (0,04^2 - 0,01^2) \cdot 0,025 = 32,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 / \text{цикл} = 32,3 \cdot 10^{-3} \text{ л} / \text{цикл}$$

Витрати стисненого повітря за хвилину становлять

$$Q = V \cdot 8 = 32,3 \cdot 10^{-3} \cdot 8 = 2,5 \text{ л} / \text{хв.} \quad (4.78)$$

4.10. Підбір двигуна і редуктора

З рівняння:

$$I \cdot y = M_{np} - M_{on}, \quad (4.79)$$

де I - момент інерції рулона плівки;

y - кутове прискорення;

M_{np} - момент на вихідному валу редуктора;

M_{on} - момент опору.

Знаходимо M_{np}

$$M_{np} = I \cdot y + I_{ii} \quad (4.80)$$

$$y = \frac{\omega}{t_p}, \quad (4.81)$$

де t_p - час розгону;

ω - кутова швидкість рулону.

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (4.82)$$

де n - кількість обертів рулону плівки за хвилину.

$$n = \frac{L}{C}, \quad (4.83)$$

де L - довжина плівки, яка використовується за хвилину;

C - довжина окружності рулону плівки.

$$L = Q \cdot S, \quad (4.84)$$

де Q - продуктивність машини, Q = 60 шт/хв.;

S = довжина групи виробів, S = 0.380 м.

$$L = \left(\frac{60}{8}\right) \cdot 0.38 = 2.85 \text{ м/хв.}$$

$$C = \pi \cdot D \quad (4.85)$$

де D - діаметр рулону плівки, D = 0.4 м.

$$C = 3.14 \cdot 0.4 = 1.256; \quad n = \frac{2.85}{1.256} = 2.27 \text{ (об/хв)}$$

$$\omega = \frac{3.14 \cdot 2.27}{7.5} = 0.95 \text{ (рад/с); } \quad \gamma = \frac{0.95}{0.1} = 9.5 \text{ (рад/с}^2\text{)}$$

$$I = 0.5 \cdot m \cdot g \cdot R^2, \quad (4.86)$$

де m - маса рулона, m = 20 кг;

R - радіус рулона, R = 200 мм. = 0,2 м.

$$I = 0.5 \cdot 20 \cdot 9.81 \cdot 0.2^2 = 3.29$$

$$M = G \cdot f \cdot \frac{d_0}{2}, \quad (4.87)$$

де G - вага рулона, f = 0.1

$$G = m \times g, \quad G = 20 \times 9.8 = 196.2 \text{ Н.} \quad (4.88)$$

d₀ - діаметр осі ролика, по якому обертається рулоноутримувач,

d₀ = 0,25 м.

$$M_{on} = 196,2 \cdot 0,1 \cdot \frac{0,25}{2} = 2,45$$

$$M_{np} = 3,29 \cdot 9,5 + 2,45 = 33,7 \text{ (Н} \cdot \text{м)}.$$

Підбираємо з каталогу фірми "SITI" двигун з редуктором марки MU40-FBM - 30 - 0.25, що має наступну характеристику:

- потужність - 0,25 кВт
- крутний момент - 53 Н*м
- передаточне число редуктора – 30
- кількість обертів - 30 об/хв.

5. ПРИНЦИПИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТОМ ПРОЕКТУВАННЯ

Для кожного технологічного процесу у молочній промисловості існують оптимальні умови, які забезпечують задану продуктивність при найкращій якості продукції та мінімальних виробничих затратах. Цей набір умов називається нормальним технологічним режимом. Для уникнення можливих відхилень від нормального режиму необхідно впливати на процес, тобто здійснювати регулювання. Для цього необхідно мати інформацію про стан об'єкту, яку можна отримати за допомогою різних засобів вимірювання. Ці та інші функції виконують засоби автоматизації, впровадження яких дозволяє збільшити продуктивність технологічного обладнання завдяки точному дотриманню технологічного режиму; зменшити зношення обладнання та збільшити міжремонтні терміни завдяки рівномірності режиму роботи; покращити якість виробленої продукції; зменшити витрати; знизити витрати сировини і допоміжних матеріалів, собівартість продукції, витрати палива та електроенергії, інтенсифікувати процеси та застосовувати прогресивні технології, підвищити продуктивність праці, покращити умови праці виробничого персоналу, покращити організацію виробництва, оскільки автоматизація створює такий режим процесу, при якому необхідне невинне постачання його сировиною, паливом і т.д.

| | | | | | | |
|--|---|--|----------------------------|--------------|-------------------|-------|
| Відповідальна організація <i>НУХТ</i> | Технічне узгодження <i>Якимчук М.В.</i> | Вид документа <i>Пояснювальна записка</i> | Статус документа | | | |
| Власник документа <i>НУХТ</i> | Разробник документа <i>Черв'як М.М.</i> | Назва додаткова назва <i>ПРИНЦИПИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТОМ ПРОЕКТУВАННЯ</i> | <i>230610.MP.03.000 ПЗ</i> | | | |
| | Документ затверджено <i>Якимчук М.В.</i> | | № змін | Дата видання | Мова <i>UA</i> | Аркуш |

5.1. Технологічні вимоги до системи автоматизації

| № п.п | Машина, апарат | № 2 | Парам, місце відбору імп. | Знач. парам, допус відхил | Сис автоматизування | | | Місце Контр. Регул. упр |
|-------|-------------------------|-----|--|---------------------------|---------------------|-----------------------|------------------|-------------------------|
| | | | | | Вид сис автоматиз | Хар Конт, Регул. Упр. | Доп. Вим. до сис | |
| 1 | Станція формування тари | 1 | Наявність вхідного елемента - продукту | | Контроль | | | МПК |
| | | | | | Регулювання | | | МПК |
| 2 | Станція дозування | 1 | Наявність вхідного елемента - продукту | | Контроль | | | МПК |
| | | | | | регулювання | | | МПК |
| 3 | Станція пакування | 1 | Наявність вхідного елемента - продукту | | Контроль | | | МПК |
| | | | | | Регулювання | | | МПК |

5.2. Опис схеми автоматизації

Розвиток техніки та технологій у промисловості вимагає від розробників автоматичних систем управління більш сучасного підходу до вирішення завдань. Використання мікропроцесорної техніки для автоматичного регулювання та управління технологічними процесами дозволяє вирішувати більш складні завдання. Впровадження нових технологій упаковки харчових продуктів та полімерних матеріалів призводить до створення нового покоління машин і автоматів зі складною кінематичною схемою, для яких необхідно здійснювати контроль, регулювання робочих операцій, їх взаємодію, настройку та переналадку.

Впровадження складних систем автоматики призводить до збільшення вартості машин і автоматів, проте в цілому дозволяє підвищити їх продуктивність, знизити енергоспоживання і зменшити затрати на ручну

працю. Для керування машинами і автоматами використовуються програмовані контролери різної складності, які можуть використовуватись з різними типами обладнання.

Головною задачею при проектуванні систем автоматичного управління є знаходження найбільш оптимального варіанту використання компонентів та обладнання. Для зниження вартості автоматизованих систем управління важливо використовувати доступні та недорогі комплектуючі. Надійна робота машини для групової упаковки виробів в термоусадкову полімерну плівку в першу чергу залежить від надійності всіх її вузлів та механізмів.

Принцип дозування йогурту залежить від типу виробництва, обладнання та специфікації продукту. Ось основні етапи та принципи, що використовуються в дозуванні йогурту:

Підготовка йогурту:

Ферментація: Спочатку молоко або молочна суміш ферментується з допомогою спеціальних заквасок, що перетворюють лактозу в молочну кислоту, забезпечуючи необхідну консистенцію та смак.

Гомогенізація: Процес, який зменшує розмір жирових кульок, що забезпечує однорідність йогурту.

Підготовка обладнання:

Дозатори: Використовуються різні типи дозаторів залежно від консистенції йогурту (рідини або густі).

Чистка та стерилізація: Перед дозуванням обладнання повинно бути ретельно очищене і стерилізоване, щоб уникнути контамінації.

Процес дозування:

Налаштування дозаторів: Параметри дозаторів налаштовуються залежно від необхідного об'єму та типу йогурту.

Автоматичне дозування: У промисловому виробництві використовуються автоматичні лінії, де йогурт подається до дозаторів і розливається в підготовлені ємності (баночки, стаканчики тощо).

Ручне дозування: У менших масштабах можливо використовувати ручні дозатори для точного розливу йогурту.

Запечаткування та пакування:

Закупорювання: Після дозування ємності з йогуртом герметично закриваються, щоб запобігти потраплянню повітря та мікроорганізмів.

Маркування: Ємності маркуються інформацією про продукт, включаючи дату виготовлення та термін придатності.

Контроль якості:

Перевірка ваги: Кожна порція перевіряється на відповідність заявленій вазі.

Мікробіологічний контроль: Зразки йогурту перевіряються на наявність патогенних мікроорганізмів.

Органолептичний контроль: Оцінюється смак, запах, консистенція та зовнішній вигляд готового продукту.

Ці етапи забезпечують виробництво йогурту високої якості та відповідність всім санітарним нормам. При надходженні продукту до автомату датчики контролю GE 1a контролюють наявність входящого елемента. При поступанні продукту на станцію дозування датчик GE 3a, GE 2a контролюють наявність тари. По мірі надходження упаковок на станцію дозування датчики GE 5a, GE 6a контролюють наявність продукту в баці. Далі наповнена упаковка проходить термотунель, де піддається остаточній обробці.

5.3. Специфікація на засоби автоматизації

| Позиція | Найменування | Тип | Примітка |
|---------|-----------------------------------|------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1a – 9a | Фотодатчики. Сенсорний датчик. | SME 3120 LPGD | Banner Engineering Corporation. Minneapolis, MN |

Висновки

Впровадження систем контролю і регулювання дозволяє зменшити ручну працю та поліпшити умови праці, зменшити вірогідність аварійних ситуацій, покращити якість продукції, знизити собівартість продукції, збільшити продуктивність обладнання та зменшити втрати сировини, палива і енергії. Ці заходи призводять до високої економічної ефективності.

6. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

6.1. Технологічний маршрут складання дозуючого пристрою

Технологічний аналіз

Як виріб машинобудівного виробництва було вибрано вузол дозуючого пристрою, який служить для дозування молочної продукції в наданні ємності. Принцип роботи вузла полягає у обертанні ємностей та наповнення їх, а також він служить для уникнення можливості проливання продукції при відсутності тари. Механізм обертання та наповнення приводиться в рух через зубчасту передачу. Обертання баку забезпечує вал та два підшипника.

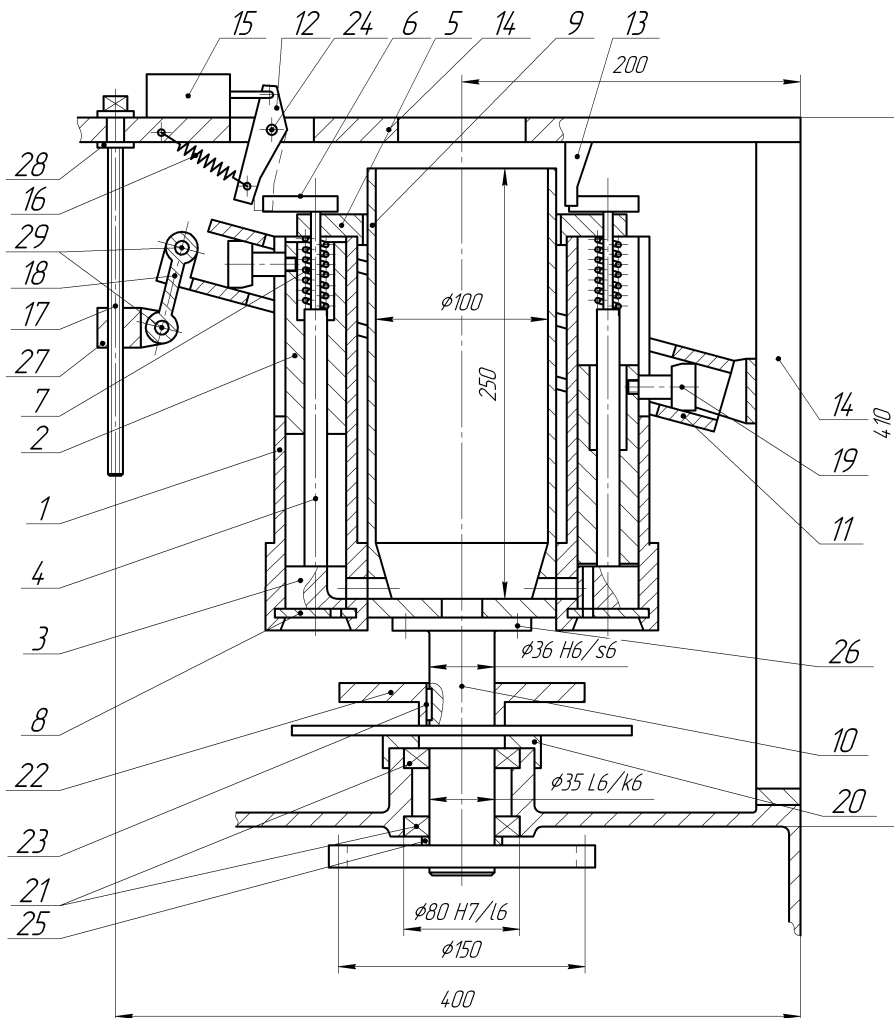


Рис. 8.1 – Пристрій дозуючий

| | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------|--------------|------------|-------|
| Відповідальна організація НУХТ | Технічне узгодження Якимчук М.В. | Вид документа Пояснювальна записка | Статус документа | | | |
| Власник документа НУХТ | Разробник документа Чередиш М.М. | Назва додаткова назва ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ | 230610.MP.03.000 ПЗ | | | |
| | Документ затверджено Якимчук М.В. | | № змін | Дата видання | Мова UA | Аркуш |

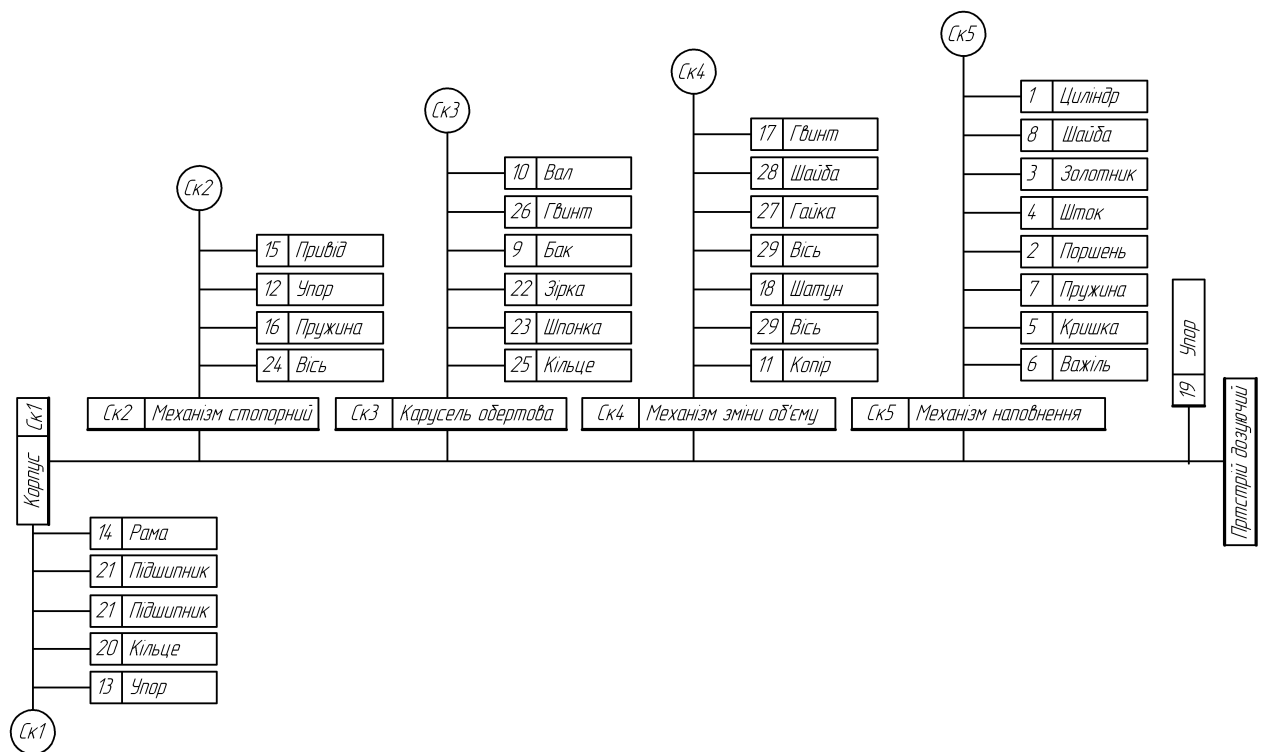
Таблиця 6.1 – Подетальний склад дозуючого пристрою

| Номер позиції деталі | Назва деталі | Кількість деталей |
|-------------------------|----------------------------------|----------------------|
| 1 | Циліндр | 6 |
| 2 | Поршень | 6 |
| 3 | Золотник | 6 |
| 4 | Шток | 6 |
| 5 | Кришка | 1 |
| 6 | Важіль | 6 |
| 7 | Пружина 1086-0793 ГОСТ 18793-80 | 6 |
| 8 | Шайба | 6 |
| 9 | Бак | 1 |
| 10 | Вал | 1 |
| 11 | Копір | 1 |
| 12 | Упор | 1 |
| 13 | Упор | 1 |
| 14 | Рама | 1 |
| 15 | Привід | 1 |
| 16 | Пружина 1086-0306 ГОСТ 18794-80 | 1 |
| 17 | Гвинт | 1 |
| 18 | Шатун | 1 |
| 19 | Упор | 6 |
| 20 | Кільце | 1 |
| 21 | Підшипник 307 ДСТУ ГОСТ 520:2014 | 2 |
| 22 | Зірка | 1 |
| 23 | Шпонка 4x6x20 | 1 |
| 24 | Вісь | 1 |
| 25 | Кільце | 1 |

| | | |
|----|--------------------------------|---|
| 26 | Гвинт М6-6g'30,48 ГОСТ 1491-80 | 6 |
| 27 | Гайка ходова | 1 |
| 28 | Шайба стопорна | 1 |
| 29 | Вісь | 2 |

З огляду на складальне креслення і виконаний технологічний аналіз конструкції можна виявити складальні одиниці 1-го порядку. Це рама 14, в яку вставили два підшипник 21, наділи кільце 20 та приєднали упор 13.

Із розглянутих складальних одиниць базовою є перша складальна одиниця (рама у зборі). Решта складальних деталей беруть участь у загальному складанні об'єкта. У кожній складальній одиниці є базова деталь: Ск.1 – корпус, Ск.2 – механізм стопорний, Ск.3 – карусель обертова, Ск.4 – механізм зміни об'єму, Ск.5 – механізм наповнення.



Таблиця 6.2 – Технологічний маршрут складання дозуючого пристрою

| № операції | № переходу, зміст переходу |
|--|---|
| 10. Складання корпусу (Ск.1) | 10.1 Установити раму на верстаті 10.2 Очистити пази валу від стружки 10.3 Встановити підшипники 10.4 Надіти кільце 10.5 Закріпити упор |
| 20. Складання стопорного механізму (Ск.2) | 20.1 Приєднати до рами привідний механізм 20.2 Очистити отвори від стружки 20.3 Встановити упор 20.4 Встановити вісь 20.5 Закріпити складальний вузол «Механізм стопорний Ск.2» на «Корпус Ск.1» |
| 30. Складання обертової каруселі (Ск.3) | 30.1 Встановити на вал бак 30.2 Закріпити бак гвинтами 30.3 Встановити шпонку 30.4 Встановити зірочку 30.5 Надіти кільце 30.6 Закріпити складальний вузол «Карусель обертова Ск.3» на «Корпус Ск.1» |
| 40. Складання механізму зміни об'єму (Ск.4) | 40.1 Встановити гвинт ходовий в раму 40.2 Закріпити його стопорною шайбою 40.3 Накрутити на гвинт ходову гайку 40.4 Приєднати шатун до гайки за допомогою вісі 40.5 Приєднати копир до шатуна за допомогою вісі 40.6 Закріпити складальний вузол «Механізм зміни об'єму Ск.4» на «Корпус Ск.1» |

| | |
|--|---|
| <p>50. Складання механізму наповнення (Ск.5)</p> | <p>50.1 В циліндр встановити шайбу 50.2 Опустити золотник 50.3 Приєднати до золотника шток 50.4 Надіти поршень 50.5 Надіти пружину 50.6 Надіти кришку 50.7 Закріпити все важелем 50.8 Закріпити складальний вузол «Механізм наповнення Ск.5» на «Корпус Ск.1»</p> |
| <p>60. Контрольна</p> | <p>60.1. Проконтролювати роботу дозуючого пристрою при максимальних обертах каруселі</p> |
| <p>70. Консервація</p> | <p>70.1. Нанести захисне покриття</p> |

7. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ

Мета роботи полягає у проведенні аналізу умов праці на окремій ділянці підприємства та надання рекомендацій щодо покращення безпеки працівників та запобігання ушкоджень внаслідок порушення правил безпеки на робочому місці.

7.1 Аналіз умов праці

7.1.1 Організація робочого місця

На даній ділянці проводяться наступні технологічні операції:

- імітація робочих процесів при роботі очищувальних установок;
- діагностика очищувальних установок;
- налаштування очищувальних установок на оптимальні робочі параметри.

Таблиця 7.1 – Пост робочої ділянки

| Умовне позначення | Найменування | Кількість | Площа, м ² |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------------------|
| 1 | Візок | 1 | 1 |
| 2 | Стіл для обладнання | 1 | 2 |
| 3 | Стіл одностумбовий | 1 | 1,7 |
| 4 | Лінія подачі води під тиском | 1 | 1,24 |
| 6 | Шафа з засобами пожежогасіння | 3 | 0,5 |
| 7 | Стенд | 1 | 4,75 |
| | Разом | | 12,19 |

| | | | | | | |
|--|---|--|----------------------------|--------------|------------|-------|
| Відповідальна організація <i>НУХТ</i> | Технічне узгодження <i>Якимчук М.В.</i> | Вид документа <i>Пояснювальна записка</i> | Статус документа | | | |
| Власник документа <i>НУХТ</i> | Розробник документа <i>Черв'як М.М.</i> | Назва додаткова назва ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ | <i>230610.MP.03.000 ПЗ</i> | | | |
| | Документ затверджено <i>Якимчук М.В.</i> | | № змін | Дата видання | Мова UA | Аркуш |

Даний пост знаходиться у приміщенні зони пакування. Площа ділянки складає 18 м². Чисельність робітників, що виконують роботи на апараті, складає 1 чол. Нормативні виробничі площі регламентуються СН245-71 «Санітарні норми проектування промислових підприємств», СНіП II 80-75 «Підприємства побутового обслуговування населення». Згідно СН 245-71 на одного працюючого має бути відведено не менш 15 м² виробничої площі.

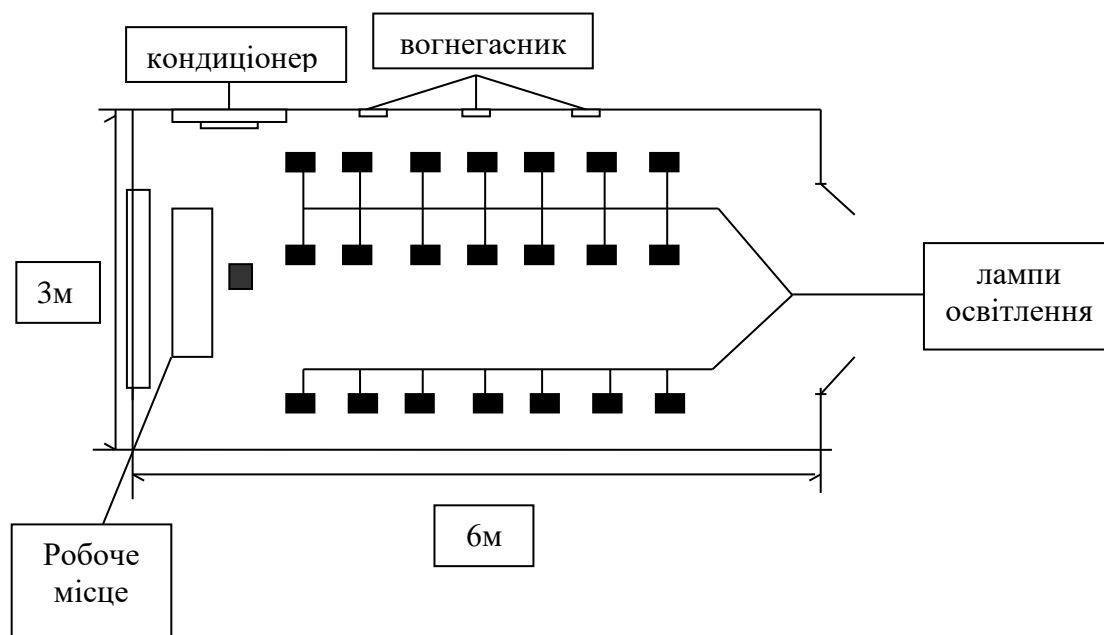


Рис. 7.1 – Схема приміщення

Відповідно до СН245-71 на підприємстві повинні бути передбачені наступні санітарно-побутові приміщення:

- гардероб, обладнаний двостулковими шафками з габаритними розмірами 0,5мх1,2мх1,2м;
- душова включає в себе одну сітку на п'ятнадцять осіб;
- один умивальник на сім чоловік;
- одна вбиральня на п'ятнадцять осіб;
- кімната прийому їжі не менше 12 кв. м;
- кімната відпочинку не менше 18 кв. м.

Санітарно-побутові приміщення підприємства включають в себе всі перераховані вище вимоги і, отже, відповідають нормам, зазначеним у СН245-71.

При проектуванні даної ділянки були враховані всі перераховані вище вимоги.

7.1.2 Мікроклімат робочого приміщення

Суттєвий вплив на стан організму працівника, його працездатності здійснює мікроклімат у виробничих приміщеннях, під яким розуміють умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на теплових обмін працюючих з оточенням.

Мікроклімат виробничих приміщень визначається діючими на організм людини поєднаннями температури, вологості і швидкості руху повітря, а також температури навколишніх поверхонь.

Оптимальними метеорологічними умовами вважають поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому і систематичному впливі на людину забезпечують збереження нормального функціонального і теплового стану організму без напруги реакцій терморегуляції. Такі умови забезпечують тепловий комфорт і створюють передумови для високого рівня працездатності. Оптимальні параметри мікроклімату, встановлені на теплий і холодний періоди року наведені в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Оптимальні норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря

| Сезон року | Категорія робіт | Температура, °С | | Відносна вологість, % | | Швидкість руху повітря, м / с | |
|------------|-----------------|-----------------|---|-----------------------|---|-------------------------------|---|
| | | Н | Ф | Н | Ф | Н | Ф |
| | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|-----------------|------------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|
| Холодний період | Середня Па | 18-20 | 16-19 | 40-60 | 50-60 | 0,2 | 0,2 |
| Теплий період | Середня Па | 21-23 | 23-25 | 40-60 | 50-60 | 0,3 | 0,3 |

На ділянці діагностування та налаштування очищувальних установок параметри мікроклімату наближені до оптимальних. Є невеликі зауваження щодо системи опалення у холодний період року, але ці недоліки присутні лише на початку робочої зміни, коли система опалення тільки починає працювати на повну потужність, на відміну від нічного періоду.

7.1.3 Шкідливі речовини в повітрі робочої зони

Шкідливі речовини, що потрапили в організм людини спричиняють порушення здоров'я лише в тому випадку, коли їхня кількість в повітрі перевищує граничну для кожної речовини величину. На досліджувальній ділянці гідростуменевого очищення корпусних деталей від забруднень при проведенні технічних вимірювань шкідливих речовин в повітрі робочої зони дані вимірів були взяті під час проведення робіт з очищення корпусних деталей. В таблиці 6.3 наведені порівняльні дані фактичних показників з гранично допустимими показниками концентрації (ГДК) шкідливих речовин в повітрі робочої зони.

Виробничі процеси на підприємстві супроводжуються виділенням у повітря робочої зони шкідливих речовин, до яких відносяться пари і гази. Шкідливі речовини виділяються та потрапляють в організм людини через дихальні шляхи, а також через шкіру й травний тракт; можуть викликати роздратування та травмування слизових оболонок дихальних шляхів, хвороб шкірного покриву, опіки, отруєння та інші зміни в організмі людини. Ступінь і характер змін залежить від кількості, тривалості впливу, шляхів

проникнення, хімічної структури шкідливої речовини, температури середовища, стану організму та багатьох інших факторів.

За ступенем впливу на організм шкідливі речовини поділяють на чотири класи:

I - надзвичайно небезпечні;

II - високо небезпечні;

III - помірно небезпечні,

IV - малонебезпечні.

Таблиця 7.3 - Характеристика шкідливих речовин у повітрі робочої зони

| № | Найменування речовини | ГДК мг | Клас небезпеки | Агрегатний стан | Фатичні виміри |
|---|-----------------------|--------|----------------|-----------------|----------------|
| 1 | Ртуть металічна | 0,01 | 1 | П | 0,01 |
| 2 | Ангідрид сірчастий | 10 | 3 | П | 10 |
| 3 | Фтористий водень | 0,05 | 1 | П | 0,05 |
| 4 | Двооксид азоту | 2 | 2 | П | 2 |
| 5 | Озон | 0,1 | 1 | П | 0,1 |
| 6 | Оксид вуглецю | 20 | 4 | П | 19 |

Примітка: п – пари.

Аналіз результатів розрахунків показує, що рівень забруднення атмосфери проєктованими джерелами по основних інгредієнтах і групах сумачії знаходиться в межах нормативів. Для вентиляції виробничого приміщення використовується механічна припливно-витяжна система у

комбінації з системою кондиціонування повітря. Необхідна вентиляція досягається видаленням забрудненого і нагрітого повітря з приміщення і подачею до нього свіжого повітря в робочій зоні приміщення.

Важливо зауважити, що крім удосконалення технологічних процесів та сучасного устаткування, компанії необхідно проводити періодичні медичні огляди робітників, які працюють у шкідливих умовах, слідкувати за дотриманням правил особистої гігієни, здійснювати регулярний контроль за вмістом шкідливих речовин у повітрі робочої зони та проводити інструктаж працівників щодо правил безпеки праці на небезпечних ділянках.

7.1.4 Освітлення

Освітлення відіграє важливу роль у житті людини. Біля 90% інформації сприймається через зоровий канал, тому правильно виконане раціональне освітлення має важливе значення для виконання всіх видів робіт. Освітлення повинно відповідати вимогам СНіП II. 23-05-99.

Природне освітлення приміщень здійснюється прямим потоком світла через бічні та фронтальні віконні прорізи у зовнішніх стінах. Штучне освітлення носить комбінований характер, тобто включає в себе загальне і місцеве освітлення. При загальному освітленні використовуються лампи ДРЛ, рівномірно розташовані по всій площі ділянки. Місцеве освітлення застосовується лише над столом пульту керування та очищувальної установки.

Лампи світильників у разі їх псування або зносу підлягають негайній заміні лампами відповідної потужності. Світильники штучного освітлення мають утримуватися в чистоті й порядку. Чищення світильників проводиться не рідше двох разів на місяць, згідно СНіП 23.05.95 «Природне і штучне освітлення», нормативний акт.

Раціонально спроектоване освітлення дозволяє забезпечити необхідну якість всіх технічних та технологічних процесів, підвищити продуктивність і

безпеку праці. Сприятливі умови зорової роботи надають позитивний психологічний вплив на людину, сприяють збереженню його здоров'я і працездатності в процесі праці.

Вимірюється освітленість у люксах. Освітлення класифікують залежно від джерела світла та функціонального призначення. В залежності від застосовуваного джерела світла виробниче освітлення підрозділяється на природне, комбіноване і штучне.

Природне освітлення може здійснюватися через вікна або світлові прорізи в зовнішніх стінах (бічне освітлення), через світлові прорізи в покритті або ліхтарі (верхнє), а також обома способами одночасно (комбіноване).

Штучне освітлення призначене для освітлення в темний час доби, так само при недостатньому природньому освітленні. В якості джерел штучного світла застосовують газорозрядні лампи і при комбінованому освітленні до природного освітлення додають штучне.

Оптимальні параметри освітлення виробничого приміщення представлені у таблиці 7.4

Таблиця 7.4 – Оптимальні параметри освітлення виробничого приміщення

| Характеристи ка зорової роботи | Розряд і підрозді л | Контрас т об'єкту з фоном | Характеристи ка фону | Штучне освітлення ,люкс | |
|---|---------------------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|---|
| | | | | При комбіновано му освітленні | При загально му освітленн і |
| Груба понад 5 | VI | велики й | світлий | 350 | 200 |

7.1.5 Шум, вібрація, ультразвук, інфразвук

На підприємствах автосервісу при технічному обслуговуванні та ремонті автомобілів працівники нерідко піддаються впливу шуму і вібрації. Шум і вібрація погіршує умови праці, створює шкідливий вплив на організм людини, підвищує небезпеку виникнення травматизму і призводять до зниження якості проведених технологічних операцій.

Шумом називають складні звуки, в яких не можна виділити окремі тони. (Тон - звук, що відповідає точно певній частоті коливань). Вібрацією називають механічні коливання пружних тіл, які виявляються у переміщенні центру їх ваги або осі симетрії в просторі, а також у періодичній зміні ними форми, яку вони мали в статичному стані.

Класифікація шумів, основні характеристики і допустимі рівні шуму на робочих місцях визначаються згідно з ДСН 3.36.037-99. під впливом шуму відбувається зношення слухової чутливості, які тим значні чим вища інтенсивність шуму і більше його експозиція.

На ділянці має місце наявність транспортно-технологічної вібрації. Рівні транспортно-технологічних вібрацій наведені в таблиці 6.6 і складають за віброприскорення 109 дБ або за віброшвидкості 101 дБ. Для обладнання нормативні значення звукового тиску по частотному діапазону наведені в таблиці 7.5.

Таблиця 7.5 – Допустимі рівні шуму

| Робоче місце | Рівні звукового тиску, дБ, в октавних смугах | | | | | | | | | Еквівалентний рівень звуку дБ (А) |
|-----------------------------------|--|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----------------------------------|
| | 31.5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| Постійне у виробничих приміщеннях | 107 | 95 | 87 | 82 | 78 | 75 | 73 | 71 | 69 | 80 |

Таблиця 7.6 – Гранично допустимі значення виробничої локальної вібрації

| Середньгеометричні частоти октавних смуг, Гц | Гранично-допустимі значення по осях x, y, z | | | |
|--|---|-----|---------------------------------------|-----|
| | віброприскорення | | віброшвидкості | |
| | м / с ² | дБ | м / с ² * 10 ⁻² | дБ |
| 8 | 1,4 | 123 | 2,8 | 115 |
| 16 | 1,4 | 123 | 1,4 | 109 |
| 31,5 | 2,8 | 129 | 1,4 | 109 |
| 63 | 5,6 | 135 | 1,4 | 109 |
| 125 | 11,0 | 141 | 1,4 | 109 |
| 250 | 22,0 | 147 | 1,4 | 109 |
| 500 | 45,0 | 153 | 1,4 | 109 |
| 1000 | 89,0 | 159 | 1,4 | 109 |
| Скореговані еквівалентні значення рівнів | 2,0 | 126 | 2,0 | 112 |

Ефективне вирішення проблем захисту від шуму і вібрацій, досягається проведенням комплексу заходів, що послаблюють інтенсивність шкідливих виробничих факторів у їхніх джерелах, на шляху поширення. Для забезпечення нормованих рівнів шуму у виробничих приміщеннях та на робочих місцях застосовуються шумопоглинаючі засоби, вибір яких обґрунтовується спеціальними інженерно-акустичними розрахунками.

За висновками контролюючих служб з охорони праці, показники рівня шуму і вібрації на даній ділянці знаходяться в межах норми.

7.1.6 Небезпека ураження електричним струмом

На підприємствах харчової промисловості електрична енергія знайшла широке застосування. Електричний струм при недотриманні правил техніки безпеки і запобіжних заходів являє для людей велику небезпеку, тому що в порівнянні з іншими видами травматизму на виробництві, електротравматизм носить більш важкий характер і зазвичай призводить до смертельного результату. Причому небезпека ураження електричним струмом специфічна, оскільки наявність напруги може бути виявлено на відстані органами почуттів людини, без спеціальних приладів.

Небезпечний і шкідливий вплив електричного струму на людей може бути термічним, електричним, механічним та біологічним. Ступінь небезпечної і шкідливої дії електричного струму на організм залежить від індивідуальних особливостей людини, електричного опору його тіла, роду струму і електричної напруги, сили, частоти та шляху проходження струму через тіло людини, тривалості впливу, умов зовнішнього середовища та інших факторів.

Причинами електротравм може бути випадковий дотик до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою або конструктивних частин електрообладнання, які можуть знаходитися під напругою через

пошкодження ізоляції. Крім того, ступінь і характер ураження залежить і від виду струму - змінного або постійного.

При дотику до струмоведучих частин небезпека ураження залежить від виду мереж електропостачання.

Для забезпечення безпеки від ураження струмом на виробництві вжиті наступні заходи:

- струмоведучі дроти розташовані на висоті, не доступної для випадкового дотику; місцях, де ця вимога не виконується, струмопровідні частини закриті спеціальними кожухами (підведення енергії до струмоприймачів);
- використовується знижена напруга в тих приймачах електроенергії, де є ймовірність дотику до частин, що знаходяться під напругою (переносне освітлення, ручний інструмент);
- все стаціонарне електрообладнання має заземлення з ізольованою нейтраллю з допустимим опором $R < 0,10 \text{ м}$;
- забороняється проводити роботи під напругою (крім огляду).

7.1.7 Статична електрика

Дане робоче місце знаходиться у виробничому цеху, підлога якого вкрита спеціальним антипилевим і антистатичним покриттям. Із устаткування, що має підключення до електромережі і має металевий корпус відносяться лише очищувальна установка та обслуговуюче її обладнання (пульт керування та засоби зчитування даних з датчиків). Хоча дане обладнання і має необхідні системи ізоляції та підключення до лінії заземлення, все ж у міру спрацювання даного обладнання виникає небезпека ураження працівника електричним струмом. Тому технічна служба має регулярно, відповідно до норм, проводити перевірку справності всіх технічних засобів даної ділянки і всього підприємства.

Боротьба з небезпечним проявом зарядів статичної електрики здійснюється у двох напрямках: запобігання накопиченню зарядів і утворенню вибухово-небезпечних концентрацій парів. Запобігання небезпеці накопичення електричних зарядів досягається заземленням обладнання, підвищенням поверхневої провідності діелектриків, іонізацією середовища, зменшенням небезпеки статичної електризації горючих рідин, які можуть знаходитися у робочій зоні.

Основними вимогами до запобігання статичної електролізації горючих рідин є виконання всіх правил зберігання і переливання чи їх змішування.

7.2 Розробка заходів з охорони праці

7.2.1 Електробезпека

На даному робочому місці використовується обладнання, що має підключення до загальної електромережі виробничого приміщення. Але через постійне використання даних пристроїв зростає небезпека ураження електричним струмом. Для безпечної та продуктивної роботи даної ділянки необхідно проводити наступні дії:

- один раз на місяць електриками третьої кваліфікаційної групи контрольними приладами необхідно проводити перевірку стану ізоляції дротів, захисного заземлення всього технологічного обладнання, що знаходиться на території ділянки з діагностики та налаштування турбокомпресорів; результати перевірки фіксувати в журналі встановленого зразка;

- здійснювати періодичний контроль над станом електроустановок, силових, освітлювальних і розподільних мереж та їх правильною експлуатацією;

- проводити регулярні інструктажі, зі встановленою періодичністю, щодо забезпечення безпечних і здорових умов праці (здійснюється інженером з охорони праці).

Електрик, в свою чергу, має право на загальний внутрішньовиробничий контроль з охорони праці, у тому числі право давати вказівки керівникам цехів і ділянок про усунення недоліків і порушень, право забороняти виконання роботи на окремих виробничих ділянках, якщо це небезпечно для життя і здоров'я працюючих.

7.3 Пожежна безпека

Пожежа - це неконтрольоване горіння, що розвивається в часі і просторі. Воно завдає великої матеріальної шкоди та супроводжується нещасними випадками з людьми. Небезпечними факторами пожежі, які впливають на людей, є: відкритий вогонь, іскри, підвищена температура повітря і різних предметів; токсичні продукти горіння; дим; знижена концентрація кисню; вибух; обвалення і пошкодження будівель, споруд та установок.

Основними причинами, що сприяють виникненню і розвитку пожежі, є:

- порушення правил застосування та експлуатації приладів і обладнання з низьким протипожежним захистом;
- несправність опалювальних приладів;
- несправність електрообладнання, освітлення і неправильна їх експлуатація;
- самозаймання від неправильного зберігання мастильних і паливних матеріалів;
- необережне поводження з вогнем; незадовільний нагляд за пожежними пристроями і виробничим устаткуванням;
- загоряння будинку внаслідок зовнішніх впливів;
- неакуратне поводження в вогнем і недотримання мір пожежної безпеки.

Згідно СНіП 21.01.97 «Протипожежна безпека», пожежна безпека - це стан об'єкта, при якому із установленою ймовірністю виключається

можливість виникнення і розвитку пожежі, також дії на людей небезпечних факторів пожежі, при цьому забезпечується захист матеріальних цінностей.

Норми, що характеризують пожежо-і вибухонебезпечність на підприємстві надані в СНіП 21.01.97 «Протипожежна безпека». «Пожежна безпека будівель та споруд».

Приміщення ділянки відноситься до категорії пожежонебезпеки Б. При виникненні спалаху для запобігання поширення вогню і його гасіння передбачені наступні первинні засоби пожежогасіння:

вогнегасники (ОУ-5 - 2 шт., ОП-5 - 1 шт.).

Система запобігання пожежі:

- контроль і профілактика ізоляції;
- наявність плавких вставок і запобіжників в електронному устаткуванні;
- для захисту від статичної напруги використовується заземлення;
- захист від блискавки будинку і устаткування.

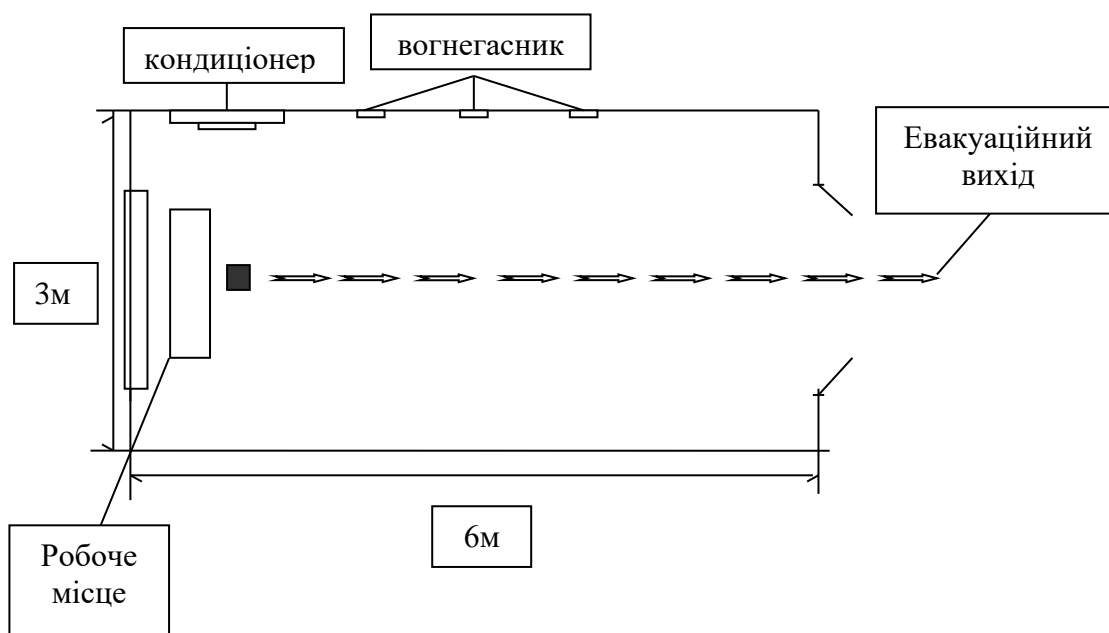


Рис. 7.2 – Схема евакуації

Застосування всіх перерахованих вище норм забезпечує працівникам даної ділянки нормальні умови праці. Проте, в будь-якому разі директор підприємства зобов'язаний призначити певну людину на посаду, пов'язану із забезпеченням заходів протипожежної безпеки і контролем за всією системою.

Вплив шкідливих і небезпечних виробничих факторів на робочих ділянках не перевищує санітарно-гігієнічні норми.

7.4 Розрахункова частина

7.4.1 Розрахунок штучного освітлення виробничого приміщення

Природне і штучне освітлення нормується згідно СНіП 23.05.95 «Природне і штучне освітлення». Даний вид виробничого приміщення відноситься до 6-го розряду, підрозділу «В» (середньої точності) зорових робіт. Освітленість при загальному освітленні складає 200 лк.

У нашому випадку застосовуються лампи ДРЛ, а розрахунок їх кількості виконуємо за методом світлового потоку по формулі 6.1

$$F = E \cdot S \cdot z \cdot k / N_{\text{л}} \cdot \eta, \text{ лк} \quad (7.1)$$

де E - нормативна освітленість для загального освітлення;

S - Площа приміщення;

z - коефіцієнт нерівномірності, 1.1 - 1.5;

k - коефіцієнт запасу, 1.1 - 1.5;

$N_{\text{л}}$ - кількість ламп;

η - ККД світильника.

$$\eta + F(i) \quad (7.2)$$

де i - індекс приміщення

$$i = a \cdot b / H \cdot (a + b), \text{ м}^3/\text{год} \quad (7.3)$$

де H - висота підвісу світильників - 2 м;

a - довжина приміщення – 7,75 м;

b - ширина приміщення - 4 м.

ККД по індексу приміщення і по кривій розсіювання береться за довідником.

$$i = 7,75 \cdot 4 / 2 \cdot (7,75 + 4) = 1,32$$

Для приміщення дільниці вибираємо лампи ДРЛ-250, так як вони рекомендуються для виробничих приміщень. Потужність лампи 250 Вт. Світловий потік лампи $F = 3750$ лм.

Розрахуємо кількість ламп:

$$N_{\text{л}} = E \cdot S \cdot z \cdot k / F \cdot \eta \quad (7.4)$$

$$N_{\text{л}} = 200 \cdot 31 \cdot 1,5 \cdot 1,3 / 3750 \cdot 0,32 = 10,1$$

Для нашого приміщення вибираємо $N = 10$ ламп. Визначимо розмір шагу для установки ламп Q :

$$Q = S / N_{\text{л}} = 31 / 10 = 3,1 \text{ м}^2 \quad (7.5)$$

Розмір кроку для установки лампи $3,4 \text{ м}^2$.

Встановимо клас умов праці. Згідно Р 2.2.013-94 класифікацією умов праці за санітарно-гігієнічним виробничих факторів клас умов праці другий (допустимий).

Визначимо витрату електроенергії на систему освітлення:

$$P = N \cdot n \cdot t \cdot Д \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \quad (7.6)$$

де N - потужність лампи 250 Вт

n - кількість ламп - 10 шт.;

t - середній час включення лампи за рік, 2 години;

$Д$ - кількість робочих днів у році, 357.

$$P = 250 \times 10 \times 2 \times 357 \times 10^{-3} = 1785 \text{ кВт.}$$

Основна мета нормування штучного освітлення - забезпечити найбільш сприятливі умови зорової роботи.

7.4.2 Управління охороною праці на підприємстві

На даному підприємстві організація охорони праці здійснена відповідно з типовим положенням про організацію роботи з техніки безпеки та

виробничої санітарії на підприємствах і організаціях, а також правилами, які розробляє і здійснює поточні та перспективні плани з поліпшення та оздоровлення умов праці з урахуванням новітніх досягнень науки і техніки в цій області.

Безпосередня робота з охорони праці на виробництві здійснюється інженером з техніки безпеки, який підпорядкований до головного інженера.

Згідно з Законом України «Про охорону праці» державний нагляд за додержанням вимог законодавчих та інших нормативних актів з охорони праці здійснюють:

- Державний комітет України з нагляду за охороною праці;
- Державний комітет України з ядерної та радіаційної безпеки;
- органи державного пожежного нагляду управління пожежної охорони;
- Міністерства внутрішніх справ України;
- органи та заклади санітарно-епідеміологічної служби Міністерства охорони здоров'я України.

Вищий нагляд за додержанням і правильним застосуванням законів про охорону праці здійснює Генеральний прокурор і підпорядковані йому прокурори. Органи державного нагляду за охороною праці не залежать від будь-яких господарських органів, громадських об'єднань, політичних формувань, місцевих державних адміністрацій і рад народних депутатів та діють відповідно до положень, затверджених Кабінетом Міністрів України. Посадові особи органів державного нагляду за охороною праці, державні інспектори мають право безперешкодно у будь-який час відвідувати підпорядковані і підприємства для перевірки дотримання законодавства з охорони праці, вимагати від власника необхідних пояснень, матеріали та інформацію з даних питань.

Надсилати керівникам підприємств, а також їхнім посадовим особам, керівникам структурних підрозділів, призупиняти роботу підприємств, окремих виробництв, цехів, дільниць, робочих місць та обладнання до

усунення порушень вимог щодо охорони праці, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих, притягати до адміністративної відповідальності працівників, винних у порушенні законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці.

Надсилати власникам, керівникам підприємств подання про невідповідність окремих посадових осіб займаній посаді, передавати в необхідних випадках матеріали органам прокуратури для притягнення цих осіб до кримінальної відповідальності. Органи державного нагляду за охороною праці встановлюють порядок опрацювання і затвердження власником положень, інструкцій та інших актів про охорону праці, що діють на підприємствах, розробляють типові документи з цих питань. Власник, який створив нове підприємство, зобов'язаний одержати від органів державного нагляду за охороною праці дозвіл на початок його роботи. Власник має безкоштовно створювати необхідні умови для роботи представників органів державного нагляду за охороною праці. Посадові особи органів державного нагляду за охороною праці несуть відповідальність за виконання покладених на них обов'язків згідно із законодавством. Відповідно до ст. 15 Закону України «Про охорону праці», на підприємстві з кількістю працюючих 50 і більше осіб роботодавець створює службу охорони праці відповідно до типового положення, що затверджується спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з питань нагляду за охороною праці.

На підприємстві з кількістю працюючих менше 50 осіб функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку.

Нормальна діяльність у галузі охорони праці зумовлює необхідність системи стимулювання – заохочень і покарань. Види заохочень визначаються колективним договором, угодою, трудовим договором.

За порушення законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці, створення перешкод для діяльності посадових осіб органів державного нагляду і представників профспілкових організацій винні притягаються до дисциплінарної, адміністративної, кримінальної відповідальності згідно із законодавством. За порушення нормативних актів про охорону праці, невиконання розпоряджень посадових осіб органів державного нагляду з питань охорони праці керівники підприємств, організацій, установ можуть притягатися органами державного нагляду за охороною праці до сплати штрафу. Максимальний розмір штрафу не може перевищувати двох відсотків місячного фонду заробітної платні підприємства, організації, установи. Штрафи накладаються керівниками Державного комітету України по нагляду за охороною праці та місцевих органів.

7.5 Обов'язки та дії робітників всіх підрозділів підприємства щодо забезпечення безпеки у надзвичайних ситуаціях

На об'єктах де існує потенційна загроза виникнення пожежі, для встановлення належного протипожежного режиму, мають бути розроблені відповідні інструкції про заходи пожежної безпеки, які затверджуються керівником підприємства. Вони вивішуються на робочих місцях, персонал підприємства має дотримуватися вимог інструкції у повному обсязі з метою поліпшення протипожежного стану об'єкта.

За порушення правил пожежної безпеки працівник відповідно до чинного законодавства може притягуватися до дисциплінарної, адміністративної, кримінальної відповідальності.

Працівник, при виявленні пожежі або ознак горіння (задимлення, запаху гару і так далі) зобов'язаний:

- невідкладно вимкнути подачу електроенергії на розподільному щиті;
- негайно повідомити про пожежу керівництву або черговій уповноваженій особі та по телефону 101 подзвонити в пожежну охорону (при

цьому необхідно назвати адресу об'єкту, місце виникнення пожежі, а також повідомити своє прізвище);

- приступити до гасіння вогнища пожежі наявними засобами пожежогасіння власними силами (вогнегасниками ОУ-2, ОУ-5);

- ввімкнути сигнал оповіщення про пожежу ;

У випадку, якщо самотійно подолати вогонь не вдається, направитися у сторону евакуаційного виходу, організовуючи при цьому, безпечні умови для виходу інших працівників.

Після перевірки приміщення на предмет відсутності працівників вимкнути систему вентиляції приміщення, в якому зайнявся вогонь.

Представник організації або замінюючий його працівник, прибулий до місця пожежі, зобов'язаний:

- перевірити, чи повідомлено в пожежну охорону про виникнення пожежі;

- здійснювати керівництво евакуацією людей і гасінням пожежі до прибуття пожежних підрозділів; у разі загрози для життя людей негайно організувати їх порятунок, використовуючи для цього усі наявні сили і засоби;

- виділити для зустрічі пожежних підрозділів особу, що добре знає розташування під'їзних шляхів і джерел підключення до водної мережі;

- видалити з небезпечної зони усіх працівників і інших осіб, не зайнятих евакуацією людей і ліквідацією пожежі;

- при необхідності викликати до місця пожежі медичну і інші служби;

- припинити усі роботи, не пов'язані із заходами по евакуації людей і ліквідації пожежі;

- забезпечити безпеку людей, що беруть участь в евакуації і гасінні пожежі, від можливих обвалень конструкції, дії токсичних продуктів горіння і підвищеної температури, поразки електричним струмом.

8. МАРКЕТИНГОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

8.1. Техніко-економічне обґрунтування проекту

Кожне підприємство на етапі свого розвитку намагається зайняти високу позицію саме за рахунок випуску конкурентоспроможної продукції. Цього можна досягнути як за рахунок випуску нової за рецептурою продукції так і використання принципово нових видів упаковки. Одним з таких видів упаковки є полістиролові, поліпропіленові стаканчики.

Термоформована тара і упаковка для харчових продуктів користується сьогодні великою популярністю. Сучасний споживач звик купувати продукцію в якісній упаковці. І це повністю зрозуміло – добра упаковка довше збереже продукт і зручна в застосуванні.

Жорсткість, міцність, висока прозорість полімерних матеріалів, що використовуються для виготовленні термоформованої упаковки, яка представляє собою композицію поліпропілена (ПП) і полістирола (ПС), стійкість до дії жирів і різних хімічних речовин обумовили широке застосування термоформованої тари в кондитерській, молочній і масложирової промисловості, а також на підприємствах загального споживання. Завдяки цьому термоформована тара може використовуватися (і уже використовується) для пакування різноманітного асортименту продуктів і товарів народного споживання.

Перерахуємо лише основні: молоко, сметана, йогурт, масло, джеми, соуси, дитяче харчування, соки, і багато чого іншого.

Можливості кольорової гами і спецефектів необмежені – на одному і тому ж стаканчику можна застосовувати всілякі кольори, ефект будь-якого металу, паморозь, матову поверхню, високоякісну фотографію. Важливою

| | | | | | | |
|--|---|--|----------------------------|--------------|-------------------|-------|
| Відповідальна організація <i>НУХТ</i> | Технічне узгодження <i>Якимчук М.В.</i> | Вид документа <i>Пояснювальна записка</i> | Статус документа | | | |
| Власник документа <i>НУХТ</i> | Розробник документа <i>Червчик М.М.</i> | Назва додаткова назва <i>МАРКЕТИНГОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ</i> | <i>230610.MP.03.000 ПЗ</i> | | | |
| | Документ затверджено <i>Якимчук М.В.</i> | | № змін | Дата видання | Мова <i>UA</i> | Аркуш |

складовою друкарського процесу є поліграфічні фарби. Використовуються фарби “ZELLER”, “SCHNEEMAN”, які забезпечують точність передачі кольорових характеристик, якість, високий глянець.

Як видно з вищеперерахованого, можливості термоформованої тари дуже широкі, що не можна сказати про іншу тару. Отже замінивши фасувальний автомат старого зразка на новий, можна не тільки покращити техніко-економічні показники, але й здобути нові ринки збуту продукції знайшовши нового покупця, котрий цінує не тільки якість товару, а й вишуканий дизайн упаковки.

Впроваджуване обладнання має відносно низьку трудомісткість виготовлення деталей і збирання вузлів завдяки застосуванню стандартних, нормалізованих і уніфікованих деталей, взаємозамінюваних деталей. Виготовлення деталей машини виконується в основному з застосуванням токарних та фрезерних та зварних робіт, з невеликою кількістю свердлильних операцій.

Розробка даного пристрою проводиться на базі аналогічних наукових та теоретичних розробок, як в вітчизняних машинах так і в закордонних варіантах. Впроваджуване обладнання застосовується для більш високого рівня автоматизації виробництва, має значний економічний та соціальний ефект.

Представлена розробка є актуальною і доцільною, та створена для потреб народного господарства України. Ступінь ефективності застосування етикетувальних автоматів на промислових підприємствах залежить від ступеня їх надійності, об'єму робіт, продуктивності машин, їх вартості та ряду інших факторів. Ефективність машин даного виду визначається капіталовкладенням, економією трудових затрат, зниженням вартості операції, терміном окупності капітальних. Необхідно також врахувати забезпеченість зберігання вантажів, безпечність і довговічність роботи

техніки, металоємкість конструкцій, енергоємність силової установки, зручність обслуговування, прискорення повернення оборотних коштів та ін.

8.2 Маркетингове обґрунтування удосконалення порційного фасування для йогуртів

У сучасному ринку харчових продуктів споживачі все більше цінують інноваційні рішення, що забезпечують зручність, екологічність та високу якість продуктів. Йогурт є популярним вибором серед споживачів різного віку завдяки своїм поживним властивостям і багатому смаку. Впровадження та удосконалення дозаторів для йогуртів відкриває нові можливості для підвищення конкурентоспроможності та задоволення потреб споживачів. У цьому документі ми розглянемо основні аспекти маркетингового обґрунтування удосконалення дозаторів для йогуртів, що включають зручність, екологічність, економічну вигоду та маркетингові можливості.

Основні аспекти удосконалення порційного фасування для йогуртів

1. Зручність для операторів

- Інтуїтивно зрозуміле управління: Удосконалені дозатори повинні бути простими у використанні, забезпечуючи легкий доступ до продукту. Це особливо важливо для людей з активним способом життя та тих, хто шукає швидкі рішення для харчування.

- Регульовані порції: Дозатори повинні мати можливість налаштовувати розмір порції, що дозволить операторам точно контролювати кількість йогурту, яку вони споживають.

- Швидке обслуговування: Удосконалені дозатори повинні забезпечувати швидке та безперешкодне обслуговування, мінімізуючи час очікування та забезпечуючи високий рівень задоволеності споживачів.

2. Збереження свіжості продукту

- Поліпшена герметичність: Нові моделі дозаторів повинні забезпечувати кращу герметичність, що зменшить контакт йогурту з повітрям і продовжить його свіжість.

- Антибактеріальні матеріали: Використання матеріалів з антибактеріальними властивостями допоможе зберігати йогурт свіжим і безпечним для споживання на тривалий час.

3. Екологічна складова

- Зменшення використання пластику: Удосконалені дозатори повинні сприяти зменшенню використання одноразової пластикової упаковки, що відповідає сучасним екологічним тенденціям.

- Багаторазове використання: Використання міцних, багаторазових дозаторів знизить кількість відходів і сприятиме захисту навколишнього середовища.

- Екологічно чисті матеріали: Виробництво дозаторів з екологічно чистих і безпечних для довкілля матеріалів підвищить їх привабливість.

4. Економічна вигода

- Зниження витрат на упаковку: Використання удосконалених дозаторів може знизити витрати на виробництво та логістику упаковки, що підвищить економічну ефективність.

- Економія для споживачів: Споживачі можуть заощаджувати кошти, купуючи йогурт у великих об'ємах для порційного споживання.

- Подовження терміну зберігання: Завдяки покращеній герметичності та антибактеріальним властивостям йогурт буде зберігатися довше, що зменшить втрати продукту.

5. Маркетингові можливості

- Інноваційний імідж бренду: Впровадження порційне фасування підкреслить інноваційність та турботу бренду про споживачів, що підвищить його репутацію та впізнаваність.

- Рекламні кампанії: Дозатори можуть стати центральним елементом рекламних кампаній, підкреслюючи їх зручність, економічність та екологічність.

- Розширення ринку: Удосконалені дозатори відкривають можливості для виходу на нові ринки, такі як заклади громадського харчування, офіси, школи та інші установи, де важлива швидкість і зручність обслуговування.

Ринок і конкуренція

Аналіз ринку показує, що споживачі все більше надають перевагу продуктам, які забезпечують зручність та економію часу. Впровадження та удосконалення дозаторів для йогуртів відповідає цим тенденціям та може сприяти залученню нових сегментів ринку. Конкуренція на ринку йогуртів висока, тому важливо запропонувати інноваційні рішення, які відрізнятимуть продукт від аналогів.

1. Тенденції ринку

- Попит на здорові продукти: Зростає інтерес до продуктів, які сприяють здоровому способу життя. Йогурт є одним з таких продуктів завдяки своїм поживним властивостям.

- Зручність у споживанні: Споживачі все більше цінують продукти, які легко споживати на ходу. Удосконалені дозатори для йогуртів відповідають цій тенденції, забезпечуючи швидкий доступ до продукту.

2. Аналіз конкурентів

- Інноваційність: Компанії, які першими впровадять удосконалені дозатори для йогуртів, отримають конкурентну перевагу на ринку.

Рекомендації

1. Провести ринкові дослідження: Оцінити попит на удосконалені дозатори для йогуртів серед різних груп споживачів, визначити їхні потреби та побажання.

2. Розробити прототипи: Створити та протестувати їх серед цільової аудиторії для визначення найефективнішого рішення.

3. Запустити рекламну кампанію: Підготувати маркетингову стратегію, підкреслюючи їх зручність, економічність та екологічність.

4. Налагодити партнерства: Встановити співпрацю з закладами громадського харчування, офісами та іншими установами для розширення каналів збуту.

Висновок

Порційне фасування є перспективним напрямком, який має низку переваг як для споживачів, так і для виробників. Це рішення може підвищити конкурентоспроможність продукту, зменшити витрати та сприяти збереженню довкілля. Удосконалені дозатори для йогуртів можуть стати важливим елементом успішної стратегії розвитку бренду на ринку йогуртів, залучаючи нових споживачів та зміцнюючи лояльність існуючих клієнтів.

ВИСНОВКИ

Йогурт в індивідуальних порціях є зручною для споживання, особливо для людей, які шукають корисні перекуси. Завдяки пакуванню цей продукт може мати тривалий термін зберігання, що дозволяє зберегти його свіжість і корисні властивості. Сучасне пакувальне обладнання дозволяє забезпечити герметичність упаковки, що знижує ризики втрати якості.

Визначені основні переваги такого типу обладнання:

- **Точність дозування** – машина забезпечує точне дозування молочної продукції в кожену упаковку, що дозволяє уникнути перевитрат продукту і забезпечує однорідність порцій. Це важливо для підтримання стабільної якості та обліку продукції.
- **Висока продуктивність** – автоматизація процесу дозволяє досягти високої швидкості фасування йогурту, що підвищує загальну ефективність виробничої лінії та знижує витрати часу на обробку великих обсягів продукції.
- **Гігієнічність процесу** – машина для дозування йогурту розроблена з урахуванням високих гігієнічних стандартів. Вона знижує ризик контамінації продукту, забезпечуючи стерильне пакування та тривале зберігання продукції в належному стані.
- **Зменшення ручної праці** – використання автоматизованих машин мінімізує потребу у ручному фасуванні, що знижує витрати на робочу силу, зменшує вірогідність помилок, пов'язаних з людським фактором, та підвищує ефективність.
- **Економічність пакування** – завдяки можливості точного регулювання кількості продукту та швидкості пакування машина дозволяє знизити загальну собівартість продукції.

| | | | | | | |
|--|---|--|----------------------------|--------------|-------------------|-------|
| Відповідальна організація НУХТ | Технічне узгодження Якимчук М.В. | Вид документа Пояснювальна записка | Статус документа | | | |
| Власник документа НУХТ | Розробник документа Черв'як М.М. | Назва додаткова назва ВИСНОВКИ | 230610.MP.03.000 ПЗ | | | |
| | Документ затверджено Якимчук М.В. | | № змін | Дата видання | Мова UA | Аркуш |

○ **Гнучкість та швидкість налаштувань** – машина може бути швидко налаштована на дозування різних об’ємів або видів молочної продукції. Це дозволяє оперативно реагувати на зміни в потребах ринку та швидко впроваджувати нові продукти.

○ **Енергоефективність** – машини для дозування молочної продукції зазвичай споживають менше енергії завдяки енергозберігаючим технологіям, що знижує експлуатаційні витрати та є екологічно вигідним рішенням.

○ **Можливість інтеграції в загальну виробничу лінію** – машина для дозування йогурту може бути легко інтегрована з іншими етапами виробництва, наприклад, з етапом змішування чи охолодження, забезпечуючи безперервний процес виробництва і логістики.

Метою даної кваліфікаційної роботи була модернізація дозуючого пристрою в машині для пакування йогурту продуктивністю 60 упаковок за хвилину.

Вирішивши поставлені задачі при виконанні роботи були отримані наступні результати:

– зроблений огляд обладнання для пакування молочної продукції та проаналізовані конструкції машин та їх вузлів. Можна констатувати, що типовими операціями є дозування та фасування;

– були проаналізовані конструктивні схема дозаторів для в’язких продуктів та визначено основні їх недоліки.

– запропонована модернізована конструкція дозатора для пакування йогурту продуктивністю 60 упаковок за хвилину;

– на основі проведених досліджень отримана математично-статистична модель залежності швидкості дозування йогурту від молекулярної в’язкості, діаметру насадки і тиску, необхідного для переміщення поршня;

– з використанням математичної моделі знайдено швидкість дозування йогурту 3% жирності при сталій молекулярній в’язкості (3,3 Па·с) і тиску (0,1 МПа;

- запропоновано удосконалену конструкцію дозатора, де усувається один з основних недоліків поршневих дозувальних пристроїв, а саме неповного видалення продукції з мірної місткості та виникнення при цьому застійних зон;

- встановлено залежність систематичної похибки дозування від точності виготовлення елементів запропонованої конструкції дозатора за різних мас дози продукту;

- встановлено залежність між систематичною похибкою дозування в'язкого продукту та величиною щілини дозуючого пристрою різних типів в'язких продуктів;

- визначено принципи автоматизованого управління машини для пакування йогурту;

- розроблено технологічний маршрут складання дозуючого пристрою.

Модернізовану машину для пакування йогурту продуктивністю 60 упаковок за хвилину може застосовуватися в різних умовах і на підприємствах харчової промисловості, зокрема:

1. Молочні заводи для забезпечення швидкого та гігієнічного фасування молочної продукції у різноманітні типи упаковок, зберігаючи їх свіжість.

2. Фабрики дитячого харчування для фасування дитячого харчування, оскільки може дозувати і фасувати порційні йогурти для дітей, де потрібен суворий контроль якості та точне дозування.

3. Підприємства кондитерської галузі для дозування молочної продукції, яка потім може застосовуватися як інгредієнт для виготовлення десертів, тортів чи пирогів, спрощуючи процес фасування.

4. У фермерських господарствах, які мають власне виробництво молочної продукції, машина допоможе фасувати товар в невеликі партії для місцевого ринку, що підвищить ефективність роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Головка М. П., Власенко І.Г., Головка Т. М., Семко Т. В. Технологія молока та молочних продуктів з елементам НАССР: навчальний посібник. – Х.: Світ Книг, 2021. – 304 с.

2. Технологія молока та молочних продуктів : навчальний посібник / Власенко В. В., Головка М. П., Семко Т. В., Головка Т. М. – Харківський державний університет харчування та торгівлі. – Харків : ХДУХТ, 2018. – 202 с.

3. Інноваційне обладнання м'ясопереробних виробництв [Текст] : підручник / О.М. Чепелюк, О.М. Гавва, І.Г. Бабанов та ін. ; Нац. ун-т харч. технол. –К. : Видавництво «Сталь», 2021. – 805 с.

4. Інноваційне обладнання молокопереробних підприємств / І.Г. Бабанов, О.М. Гавва, О.І. Бабанова, І.В. Житнецький, С.П. Ястреба. – К.: Видавництво ТОВ «ІНКОС», 2019. – 718 с.

5. Інноваційні технології та обладнання галузі. Переробка продукції рослинництва [Текст] : посіб.-практикум / Самойчук К. О. [та ін.] ; [Тавр. держ. агротехнол. ун-т ім. Дмитра Моторного], ОПХВ ім. Ф. Ю. Алпачика. - Мелітополь : Люкс, 2020. – 311 с.

6. Висоцька І. Безпечність продукції на первинному виробництві молока: від контролю показників до контролю процесів / І. Висоцька // Управління якістю. – 2019. – № 12. – С. 60–70.

7. Методи оптимізації процесів виробництва молочних та молоковісних продуктів [Електронний ресурс] : метод. рекомендації до вивч. дисц. Та ви-кон. контрол. роботи для здобувачів освіт. ступ. "Магістр" спец. 181 "Харчові технології" освіт.–проф. програми "Технології зберігання, консервування та переробки молока" ден. та заоч. форм навч. / уклад.: О. О.

| | | | | | | |
|--|---|--|----------------------------|--------------|------------|-------|
| Відповідальна організація <i>НУХТ</i> | Технічне узгодження <i>Якимчук М.В.</i> | Вид документа <i>Пояснювальна записка</i> | Статус документа | | | |
| Власник документа <i>НУХТ</i> | Розробник документа <i>Червчик М.М.</i> | Назва додаткова назва СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | <i>230610.MP.03.000 ПЗ</i> | | | |
| | Документ затверджено <i>Якимчук М.В.</i> | | № змін | Дата видання | Мова UA | Аркуш |

Онопрійчук; Нац. ун–т харч. технол. – Київ : НУХТ, 2019. – 22 с.

8. Інноваційне обладнання молокопереробних підприємств: підручник / І.Г. Бабанов та ін.; Київ: Фірма «ІНКОС», 2019. 718 с.

9. Удосконалення процесів та обладнання харчової індустрії: монографія/ Дейниченко Г.В та ін. Харків: Факт, 2019. 276 с.

10. Пономаренко В. В. Основи розрахунку і конструювання технологічного обладнання. Частина 1 / В.В. Пономаренко, Є.М. Бабко, В.В. Олішевський. Київ: НУХТ, 2023. 295 с.

11. Розрахунок і конструювання посудин і апаратів хімічної та харчової промисловості: підручник / В. П. Михайліченко та ін.// за ред. В. П. Михайліченко. Харків: НТУ «ХП», 2020. 280 с.

12. Пакувальне обладнання : підручник / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко, О.О. Кохан. — К. : ІАЦ Упаковка, 2010. — 746 с.

13. Гавва О. М. Пакувальне обладнання. Обладнання для групового пакування :підручник / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко. — К. : ІАЦ Упаковка, 2007. — 136 с.

14. Гавва О.М. Пакувальне обладнання. Обладнання для пакування продукції у споживчу тару / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко. — К. : ІАЦ Упаковка, 2008. – 436 с.

15. Кривошей В.М. Упаковка в нашому житті / В.М. Кривошей. — К. : ІАЦ Упаковка, 2001. — 160 с.

16. Якимчук М.В. Мехатроніка в пакувальному обладнанні / М.В. Якимчук, О.М. Гавва // XI Науково-практична конференція молодих вчених «Новітні технології пакування» (НУХТ, Київ, Україна, 3 квітня 2015). – К. : НУХТ, 2015. – С. 51-55.

17. Мікульонок І. О. Енергосилові параметри процесу приготування полімерних композиційних матеріалів у змішувачі з овальними роторами / І. О. Мікульонок // Наукові вісті НТУУ «КПІ». — 2004. — № 1. — С. 33—39.

18. Невлюдов І.Ш. Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації: Підручник. – Кривий Ріг: КК НАУ, 2017. – 444 с.
19. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації [Текст]: Навч. посібник / В.Г. Трегуб. – К.: Видавництво Ліра-К, 2014. – 344 с.
20. Ельперін І.В. Автоматизація виробничих [Текст]: Підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. – Вид. 2-ге, виправлене – К.: Вид. Ліра-К, 2015. – 378 с.
21. Якимчук, М.В. Проектування пакувального обладнання із мехатронних модулів./ М.В. Якимчук, О.М. Гавва, А.П.Беспалько, Л.О.КривоплясВолодіна – Друк. Моногр., К: Видавництво «Сталь», 2017. – 515 с.ISBN 9786176761297
22. Гавва, О.М. Багатокритеріальний структурно-параметричний синтез функціональних модулів потоково-технологічних пакувальних систем / О.М. Гавва, Л.О. Кривопляс-Володіна, А.В. Деренівська // Наукові праці НУХТ. – Київ, 2017. – № 5.Частина 1 – С 70-76.
23. Якимчук М.В. Виконавчі механізми укладальних машин в лініях фасування (шляхи модернізації) / М.В. Якимчук, А.П. Беспалько, В.Г. Валіулін, В.С. Костюк // Упаковка. – 2014. – № 4. – С. 50-54.
24. ДСТУ 4343:2004. Йогурти. Технічні умови.[Чинний від 2005-01-10] Вид. офіц. Київ : Технологічний інститут молока та м'яса УААН, 2005.
25. Закон України “ Про охорону праці” із змінами і доповненнями, внесеними Законами України від 15 травня 1996 року № 196/96-ВР, від 30 червня 1999 року N 783-XIV, від 21 листопада 2002 року N 229-IV (Законом України від 21 листопада 2002 року N 229-IV цей Закон у новій редакції). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>
26. Дегтярьов М. О. Аналіз ризиків при виробництві харчових продуктів : Навчальний посібник / Дегтярьов М. О., Яценко І. В., Жейнова Н. М., Дегтярьов І. М. // Харків: Цифра Прінт, 2020. 269 с.

27. Богатко Н. М. Особливості впровадження системи НАССР на молокопереробних підприємствах України / Богатко Н. М. // Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. Львів, 2011. Т. 13 № 4 (4). С. 171-176.

28. Єресько Г.О. Технологічне обладнання молочних виробництв: навч. посіб. / Г.О. Єресько, М.М. Шинкарик, В.Я. Ворощук. – Київ: Інкос, Центр навч. літ., 2007. – 344 с.

29. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій: підручник / Гончаренко Б.М., Ладанюк А.П. – Київ: НУХТ, 2014. – 530 с.

30. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів: [Закон України : від 23 грудня 1997р. - № 771/97-ВР; редакція від 13.05.2022] // Відомості Верховної Ради України – 1998. - №19. – С.98.

31. Верхівкер, Я. Г. Технологічний інжиніринг підприємств харчової галузі [Текст] : навч. посіб. / Я. Г. Верхівкер, О. С. Бессараб, Т. І. Нікітчина ; за ред. Я. Г. Верхівкера ; Одес. нац. акад. харч. технол., Нац. ун-т харч. технол. — Одеса : Освіта України, 2017. — 144 с.

32. Теплохолодотехніка [Текст] : навч. посіб. / С. М. Василенко, В. І. Павелко, А. В. Форсюк та ін. ; Нац. ун-т харч. технол. — Київ : Ліра-К, 2018. — 258 с.

33. Левандовський Л.В. Природоохоронні технології та обладнання: підручник / Левандовський Л.В., Бублієнко Н.О., Семенова О.І. – К: НУХТ, 2013. – 240 с.

34. Саєнко С. Ю. Основи САПР / С. Ю. Саєнко, І. В. Нечипоренко – Х. : ХДУХТ, 2017. – 123 с.