

Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет транспорту та механічної інженерії

(повне найменування факультету)

Кафедра прикладної механіки та мехатроніки

(повна найменування кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «МАГІСТР»

МОДЕРНІЗАЦІЯ АВТОМАТУ ДЛЯ
ПАКУВАННЯ В'ЯЗКИХ ПРОДУКТІВ З МЕТОЮ
ПІДВИЩЕННЯ ЙОГО УНІВЕРСАЛЬНОСТІ

спеціальність 131 Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»
(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи ІМ-21

Кашуба Дмитро Олександрович

(підпис)

Керівник: к.т.н., доцент

Валецький Богдан Петрович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 2023р.

к.т.н., доцент

Гарант освітньої програми:

Четвержук Тарас Іванович

(підпис)

Луцьк – 2023 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет транспорту та механічної інженерії

Кафедра прикладної механіки та мехатроніки

Ступінь вищої освіти: магістр

Галузь знань: 13 Механічна інженерія

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Освітня програма: Прикладна механіка

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ПМ та М

_____ Р.РЕДЬКО

«_____» _____ 2023р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Кашуби Дмитра Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: ***Модернізація автомату для пакування в'язких продуктів з метою підвищення його універсальності,***

Керівник роботи: *Валецький Богдан Петрович, доцент, к.т.н.,* затверджені наказом вищого навчального закладу від «14» січня 2023 р. № 42/01-02.

2. Строк подання студентом роботи 01.12.2023 р

3. Вихідні дані до роботи: літературні джерела, патенти

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1 Технічна частина, 2 Технологічна частина.

3 Конструкторська частина. 4 Експлуатаційна частина.

5 Спецчастина. Висновки

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

Загальний вигляд технологічної лінії пакування в'язких продуктів ф.А1

Загальний вигляд автомату для пакування в'язких продуктів ф.А1

Складальні креслення механізму подачі платинки ф.А1, вузла видачі

Контейнерів, механізму зварювання ф.А1, вузол накопичення ф.А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання

02.09.2023 р _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1.	<i>Обґрунтування теми, огляд літератури із досліджуваної проблеми</i>	<i>15.09.23</i>	
2.	<i>Технологічна частина</i>	<i>01.10.23</i>	
3.	<i>Конструкторська частина</i>	<i>15.10.23</i>	
4.	<i>Експлуатаційна частина</i>	<i>25.10.23</i>	
5.	<i>Спецчастина</i>	<i>01.11.23</i>	
6.	<i>Оформлення ілюстративного матеріалу</i>	<i>20.11.23</i>	
7.	<i>Інструментальна перевірка на академічний плагіат</i>	<i>25.11.23</i>	
8.	<i>Представлення кваліфікаційної роботи магістра до захисту</i>	<i>01.12.23</i>	

Студент _____
(підпис)

Кашуба Д.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Валецький Б.П.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кашуба Д.О.: Модернізація автомату для пакування вязких продуктів з метою підвищення його універсальності. Рукопис.

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

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

Проведено аналіз вихідних даних, а також основних характеристик продукту, який планувалося пакувати, вибраний вид упаковки, була наведена детальна технічна характеристика машин та механізмів, які необхідно встановити для забезпечення виконання технологічного процесу пакування вершкового масла в полімерні контейнери.

Проведені необхідні розрахунки продуктивності автомату, визначення кількості основного і допоміжного обладнання, опис пневматичної схеми машини, опис конструкції та роботи вузлів, розрахунок основних виконавчих механізмів до якого відносяться: розрахунок пружини механізму подачі етикеток, розрахунок вакуум-захвату пристрою видачі упаковок на транспортер.. В експлуатаційній частині розроблений алгоритм монтажу, ремонту і умов експлуатації автомату, розраховано кількість персоналу та матеріальні потоки, наведено розрахунок періодичності поповнення номенклатури запасів матеріалів.

Ключові слова: автомат, фасування, вершкове масло, ротор, ящик.

ABSTRACT

D.O. Kashuba: Modernization of the machine for packing viscous products in order to increase its versatility. Manuscript.

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

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

An analysis of the initial data was carried out, as well as the main characteristics of the product that was planned to be packed, the type of packaging was selected, detailed technical characteristics of the machines and mechanisms that must be installed to ensure the technological process of packing butter in polymer containers were given.

The necessary calculations of the performance of the machine were carried out, the determination of the number of main and auxiliary equipment, a description of the pneumatic scheme of the machine, a description of the design and operation of the nodes, the calculation of the main executive mechanisms, which include: calculation of the spring of the label feeding mechanism, calculation of the vacuum grip of the device for issuing packages to the conveyor.. In in the operational part, an algorithm for installation, repair and operating conditions of the machine was developed, the number of personnel and material flows were calculated, and the frequency of replenishment of the inventory of materials was calculated.

Key words: machine, packing, butter, rotor, box.

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ	2
АНОТАЦІЯ	4
ЗМІСТ	6
ВСТУП	8
1. ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	10
1.1. Аналіз вихідних даних.....	10
1.2. Короткий огляд аналогічних машин, їх недоліки.....	10
1.3. Постановка задачі кваліфікаційної магістерської роботи.....	16
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	17
2.1. Вибір пакувального матеріалу.....	17
2.2. Проектування споживчої і транспортної упаковки.....	20
2.3. Розробка технологічного процесу та операцій пакування.....	22
2.4. Визначення технологічних режимів та нормування операцій технологічного процесу.....	24
3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	25
3.1. Опис роботи технологічної машини	25
3.2 Розрахунки продуктивності машини	26
3.3. Визначення кількості основного та допоміжного обладнання	27
3.4 Опис пневматичної схеми машини	28
3.5. Опис конструкції вузлів машини.....	29
3.6 Розрахунок основних виконавчих механізмів автомату.....	34
3.6.1. Розрахунок пневмоциліндра для механізму повороту ротора	34
3.6.2. Розрахунок пружини механізму подачі етикеток.....	37
3.6.3. Розрахунок пружини механізму подачі етикеток.....	39
3.6.4. Розрахунок вакуум-захвату пристрою видачі упаковок на транспортер..	41
4. ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА	42
4.1. Монтаж, ремонт і умови експлуатації машини.....	42
4.2. Розрахунок кількості обслуговуючого персоналу.....	46
4.3. Розрахунок матеріальних потоків	46

4.4. Розрахунок періодичності поповнення запасів матеріалів	48
5. ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ТОЧНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ФАСУВАННЯ	49
ВИСНОВКИ.....	51
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	53
ДОДАТКИ.....	55

ВСТУП

Актуальність теми. Аналіз існуючих автоматизованих технологічних машин показує, що різноманітність продукції та технології пакування, всі машини мають ряд спільні напрямки та проблеми свого розвитку.

Взявши технологічну машину як функціонально зв'язану сукупність технічних засобів, які реалізують технологічний процес створення виробу, перш за все, виділимо тенденцію стрімкого збільшення розмірів технологічних комплексів та ускладнення технологій, що вони реалізують. Технологічні процеси пакування стають досить багатоопераційними, поєднуючи в одній технологічній машині різні операції виготовлення, переробки продукції та її дозування, пакування, герметизацію. Результатом впливу цих тенденцій розвитку є зменшення надійності.

Другим напрямком в розвитку пакувальної техніки є зниження типажності, іноді навіть унікальність через лише ріст продуктивності, тому, що в пакувальному виробництві часто відбувається ситуація коли кілька комплексів можуть забезпечити вимоги цілої галузі. Результатом впливу цього є недостатність експлуатаційної інформації про функціонування та надійність даних систем.

Основою проектування нових технологічних автоматів є уніфікація усіх функціонально незалежних вузлів, застосування універсальних програмних продуктів керування різними технологічними операціями на основі комп'ютерної техніки із широкою мережею давачів, що контролюють основні етапи технологічних операцій.

Це вимагає від магістра різнопланових та глибоких знань для розробки, проектування нового виробничого обладнання, систем автоматичного керування.

Мета і завдання дослідження. Модернізація виробничої лінії для фасування масла з детальною розробкою процесу автоматичного вкладання пачок в ящики.

Для досягнення даної мети необхідно розв'язати наступні задачі: ;

- спроектувати споживче і транспортне пакування для масла;
- розробити технологічний процес з нормуванням технологічних операцій;
- обґрунтувати особливості експлуатації вузла та машини;
- провести економічне обґрунтування прийнятих технічних рішень.

Об'єкт дослідження – технологічна лінія для пакування масла.

Предмет дослідження – лінія для пакування масла, машина для автоматичного вкладання пачок в ящики.

Методи дослідження. Теоретичні дослідження виконувались з використанням положень класичної теоретичної механіки та опору матеріалів, елементів теорії механізмів і машин.

Особистий внесок магістра. Основні результати, що становлять основу атестаційної роботи, висновки і рекомендації належать автору, що визначив мету і поставив задачі досліджень, спроектував споживче і транспортне пакування для масла, дослідив роботу технологічної лінії пакування масла та удосконалив процес автоматичного вкладання пачок в ящики.

1. ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1. Аналіз вихідних даних

Технологічна лінія на основі фасувального автомата PG призначена для пакування вершкового масла в ємності діаметром $\varnothing 95$ мм, прямокутної або круглої форм. Ємності виготовляють з полістиролу та закривають платинками з фольги. Додатково є можливість закрити контейнер натискною кришечкою.

Продуктивність лінії становить 360 шт/хв.

1.2. Короткий огляд аналогічних машин, їх недоліки

Фасування в'язких продуктів – процес наповнення визначеним об'ємом продукту. Кінцевою стадією процесу фасування є герметизація тари.

Процес фасування супроводжується спільним рухом продукту фасування, тари і робочих вузлів машини при виконанні основних технологічних операцій: подачі порожньої тари, заповненні тари дозами продукту і герметизація.

Найпростіша але малопродуктивна конструкція машини при періодичному способі фасування з використанням фасувальних платформ.

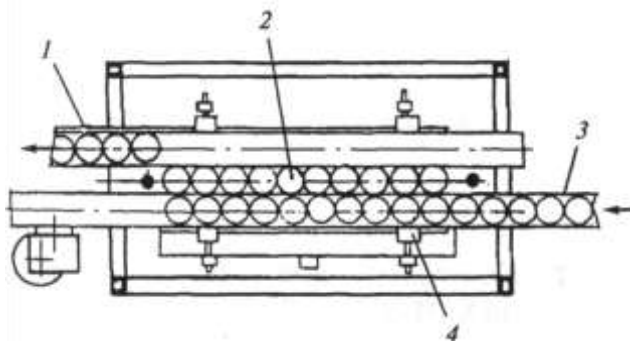


Рисунок 1.1 – Технологічна схема машини платформеного типу

За такого способу порожня тара подається транспортером 4 до наповнювача платформи фасування 3, потім блок контейнерів переміщується за допомогою захватів у зону наповнення 2, де дозується продукт. Далі повні контейнери подаються на відповідний транспортер 1 де закриваються.

Недоліком даного типу машин є досить низька продуктивність та значна лінійна довжина.

Наступним способом фасування продукту за допомогою конвеєра (рис. 1.2) Пакувальна плівка 1 безперервно рухається до фасувального автомату,

зупиняючись лише при виконанні основних технологічних операцій. Перший раз для нагрівання термоелементами 2. Після протягування плівки на один крок, вона поступає в штампи 3 і 4, де формується відразу два ряди контейнерів (I).

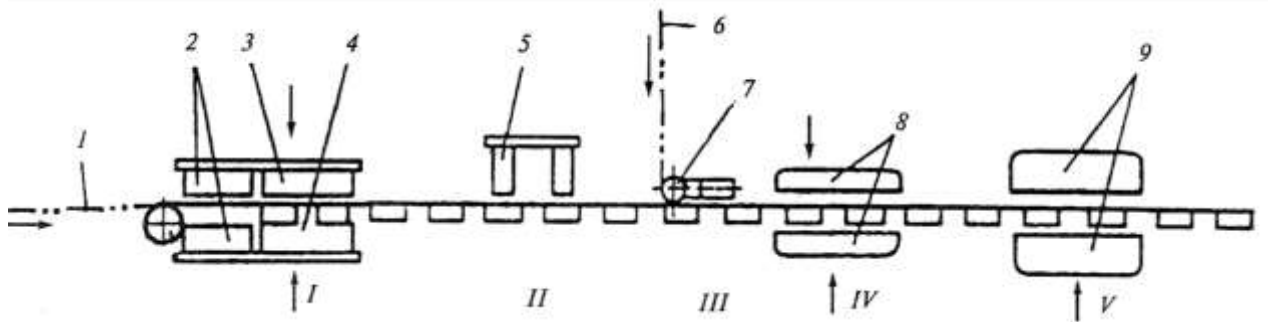


Рисунок 1.2 – Машина з конвеєром

Відформовані контейнери подаються до дозатора 5 та заповнюються продуктом (II). Згодом заповненні контейнери роликом 7 накривається фольгою 6 (III). На позиції (IV) коробки запечатуються фольгою при допомозі пристрою 8. Заключна стадія процесу – подача контейнера в штамп вирубубання 9 (V), де відбувається висікання з пакувального матеріалу і відведення з машини. Трафаретка, що залишилась, намотується на бобіну для збору відходів матеріалу.

Автоматизована лінія рядного типу призначена для дозованого фасування і герметизації в пластикові контейнери рідких та пастоподібних продуктів, включно з різними компонентами, які можуть легко деформуватися, з максимальним розміром до 10мм, такими як фрукти, шоколад або вафлі, і т.п.

Продукція фасується до готової тари: із поліпропілену, звичайного та пінополістиролу круглої і прямокутної форм. Потім відбувається запаювання алюмінієвою фольгою з термолаковим покриттям і закриванням кришкою.

Автомат працює із заданим циклом операцій: подача контейнерів, їх заповнення дозою продукту, закривання алюмінієвою фольгою, датування при фасуванні на кришки, закривання пластиковою кришкою, видача тари з продуктом на стіл готової продукції. Робота оператора полягає контролі наявності під час роботи вузлів подачі тари, пластикових та алюмінієвих кришок, а також відвантаженні запакованих контейнерів.



Рисунок 1.3 – Фото автоматичної лінії рядного типу

Автоматична лінія рядного типу призначена фасування в полімерні контейнери різної форми, рідких і пастоподібних продуктів, що містять включення сипучих або м'яких добавок, розміром до 10мм (фрукти, шоколад або вафлі т.п.).

Машина автоматично працює із заданим ритмом весь цикл операцій: подачу контейнерів на каретку, обробка бактерицидною лампою, заповнення тари дозою продукту, подача і закривання алюмінієвою фольгою, датування при фасуванні на кришку з алюмінієвої фольги, закривання пластиковою кришкою, видача тари з продуктом на стіл готової продукції. Робота оператора полягає в контролі циклів зміни у вузлах подачі тари, полімерних кришок і фольги, знімання запакованих контейнерів.

Автомат М6-ОРВ призначений для виготовлення прямокутних коробок із полімерного матеріалу, фасування в них в'язких продуктів, у тому числі масла, майонезу, м'яких сирів і т.п. масою 250 – 500 г. Контейнери зверху запечатуються алюмінієвою фольгою товщиною 50 мкм.

Автомат (рис. 1.4.) має механізм 5 формування коробки, механізм закривання 4, механізм протягування 6, штамп вирубання 2 і дозатор 7.

Всі конструктивні вузли (крім дозатора) закріплені на рамі. Механізми закривання і протягування кріпляться нерухомо, а механізм формування з штампом – рухомо, з можливістю переміщення уздовж рами.

Дозатор 7 монтується окремо, і тільки дозуюче сопло прикріплене до рами за допомогою кронштейну. У середині рами розміщені всі пневмопроводи та елементи пневмоапаратури.

По переду рами закріплений рулонотримач 8 для пакувального матеріалу та встановлена кнопка екстреної зупинки. У лівій верхній частині автомата Розміщений пульт керування та шафа з електрообладнанням. Після монтажу рама і виступаючі частини накривається щитами з нержавіючої сталі.

Механізм формування контейнерів складається з розмотувача плівки, що приводиться від двигуна-редуктора за допомогою конічних і ланцюгових передач, нагрівальних елементів, матриці-пуансону для механічного формування контейнерів, направляючих. Нагрівачі, матриці пуансонів змонтовані на плитах, що рухаються від пневмоциліндрів через важільну систему і траверси. Пуансони для механічного формування контейнерів керуються пневмоциліндрами. У пуансоні встановлений штуцер, яким подається сухе стиснуте повітря для пневматичного формоутворення.

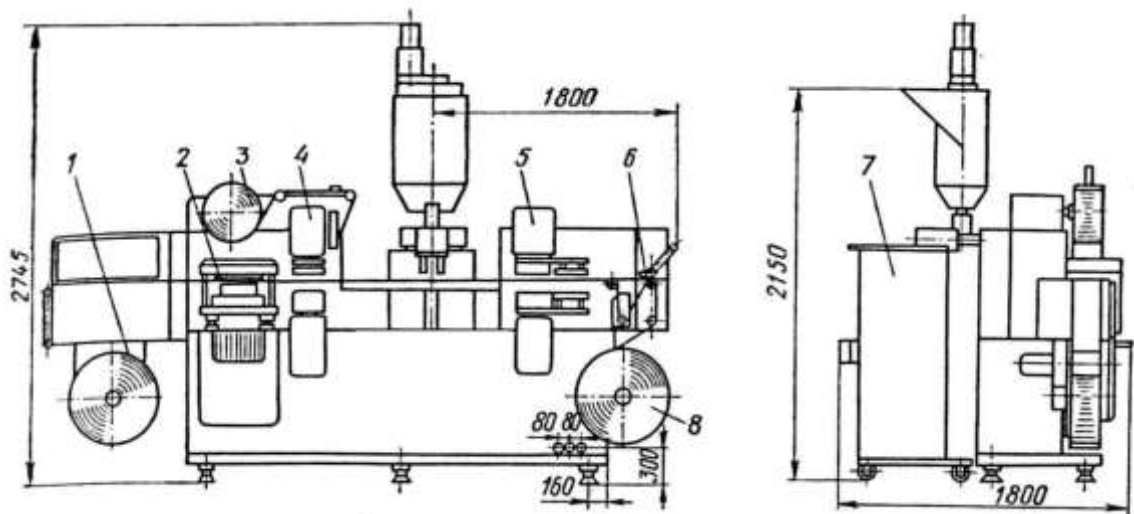


Рисунок 1.4 – Автомат М6-ОРВ для пакування в'язких продуктів у полімерні контейнери

Механізм закривання (поз.4) складається з нагрівальних елементів, матриці, виштовхувачів, рулонотримача (поз.3) плівки, або фольги з електромагнітною муфтою, головного приводу. Який складається з електродвигуна, варіатора, редуктора зі шківками і зірочками.

Механізм протягування складається з направляючих траверси, у яких вмонтовані пневмоциліндри, що стискають плівку для протягування, гальма з пневмоциліндром, що приводить механізм барабана (поз.1) для намотування відходів плівки.

Штамп 2 призначений для висікання готових контейнерів та складається з пуансона і матриці з приводом. Пуансон нерухомий і встановлений на направляючих. Матриця виконує плоско-паралельний рух від пневмоциліндра через вилку з важелями, траверсу і направляючі штоки. Штоки з'єднані з траверсою і фланцями, та прикріплені до плити матриці. Матриця переміщується направляючими.

Для підтримки контейнерів під час висікання служить заслінка, що під дією пружин закривається при русі матриці нагору і відкривається наприкінці ходу матриці вниз під дією колодки на ролик заслінки. Для видачі готових контейнерів служить лоток.

Дозатор об'ємного типу 7 складається з бункера і дозуючих шнеків, приводу кулачка та дозуючого циліндра, що під'єднується до дозуючого пристрою гнучкими шлангами.

Всі основні робочі агрегати автомата приводяться в рух від пневмоциліндрів з електропневматичним керуванням.

Технологічний процес роботи автомата (рис. 1.5.) можна розділити на два етапи. Перший - коли штампи закриті і заготовки затиснуті. Тоді відбувається розмотування пакувальної і закриваючої плівок, нагрівання, формування контейнерів, дозування, закривання заповнених контейнерів і висікання готових. Другий - коли частини штампів відкриті. Тоді відбувається протягування плівок і готових контейнерів.

Пакувальна плівка розмотується роликками 22 із рулону 24 і через опорні ролики 23 і 2 утворюють петлю - запас кроку плівки для разового протягування. Потім плівка проходить між штампами а відходи потрапляють у затискачі протягування 5, та через напрямні ролики 1 намотуються на барабан 4.

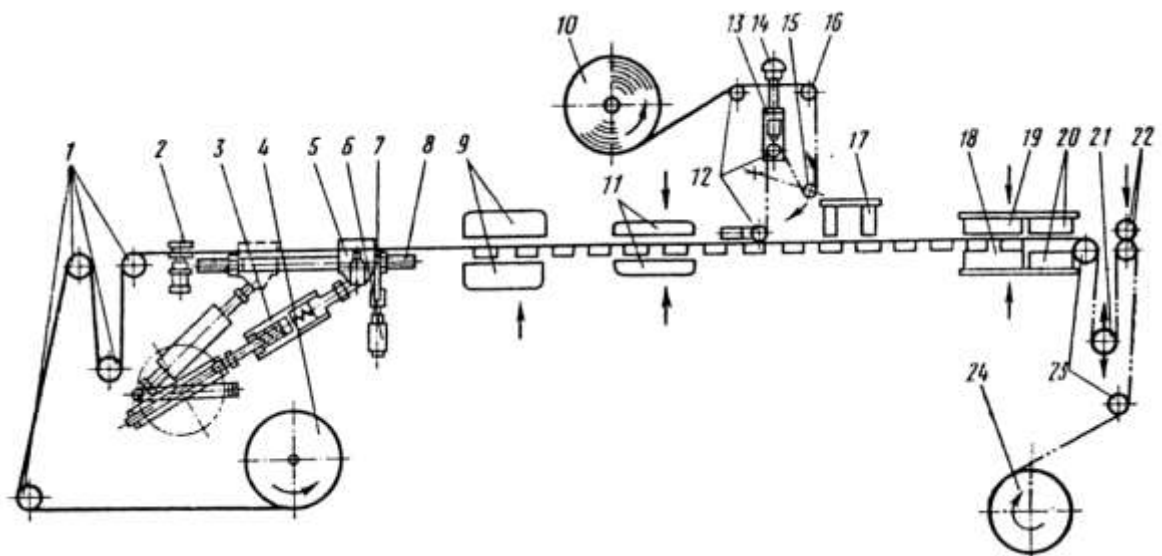


Рисунок 1.5 – Технологічна схема автомата М6-ОРВ.

Фольга для кришок розмотується з рулону 10, проходить через опорні ролики 12, 15, 16, утворює петлю - запас кроку фольги для одного протягування, потрапляє під штамп закривання 11. Далі фольга протягується разом із плівкою основи. Коли штампи закриті, плівка, яка розміщена між нагрівальними елементами 20, нагрівається до зазначеної температури. При наступному циклі розігріта ділянка плівки потрапляє до зони штампів формування 18, 19, де і формуються два контейнери. Формування відбувається наступним чином: після затиску плівки штамп і пуансон опускаються та формують плівку у матриці. Для створення кінцевої форми контейнера у внутрішній простір пуансона нагнітається стиснуте повітря.

Відформовані контейнери подають під дозуючий механізм 17. Продукт у пристрій дозуючої насадки, постійно подається шнеками з бункера. При русі поршнів дозатора назад, кран дозатора змінює положення, при якому бункер з'єднується з дозуючими циліндрами, і вони заповнюються продуктом. Потім кран повертається і з'єднує циліндри з шлангами, якими продукт подається в циліндру дозуючої насадки, а звідти поршнями виштовхується в контейнери. Після виштовхування порції дозуюча насадка, піднімається нагору.

Заповнені контейнери запечатуються фольгою 11 і, потрапляють до штампу висікання 9, відділяються від стрічкового матеріалу. Трафарет з залишків, намотується барабаном 4. Точність розміщення рисунка етикетки фольги

контролюється механізмом центрування, що оснащений датчиком 13, електронного підсилення електромагнітів 6 із пластинкою 7, яка керує кроком подачі стрічки механізмом протягування.

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика автомата М6-ОРВ

Продуктивність, пакетів/хв	36	72
Маса дози	500г	250 г
Точність дозування, %	± 2	± 2
Розмір пакета (з відбортовкою), мм	170×110×43	110×90×43
Товщина стрічки, мм	0,6.. 0,8	0,6.. 0,8
Ширина стрічки, мм	190±0,1	206 ± 2
Ширина рулону, мм	19,0±1	19,0±1
Габарити автомата (із дозатором), мм	3750×1800×2745	
Маса автомату, кг	3562	
Автомат обслуговують	3 оператора	

1.3. Постановка задачі кваліфікаційної магістерської роботи

Завданням кваліфікаційної магістерської роботи є проектування технологічної лінії для пакування масла з детальною розробкою автоматичного вкладання пачок в ящики. Лінія повинна забезпечувати продуктивність 360 шт/хв.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Вибір пакувального матеріалу

Вершкове масло - харчовий продукт, що містить молочний жир. Окрім жиру масло містить всі складові частини вершків - воду, фосфати, білки, молочний цукор, а у кисловершковому – молочна кислота плазми.

Вершкове масло володіє специфічним, приємним, властивим тільки йому смаком, запахом, привабливою забарвленням і консистенцією, гарною засвоюваністю і порівняно високою збережуваністю.

Якість масла залежить від якості сировини, та виконання технологічних вимог, дотримання високого санітарного режиму виробництва, умов зберігання. Масляна галузь молочної промисловості виробляє широкий асортимент масла, розрізняються по складу, смаку, аромату та інших властивостей.

За структурою вершкове масло є безперервну жирову середовище, що складається із з'єднаних або зібраних разом дрібних грудочок жиру, невеликих крапель води або плазми і бульбашок повітря, причому зв'язує масою є вільний рідкий жир. Розподіл рідкого жиру залежить від механічної обробки, а кількість рідкої частини - від температури і тривалості її впливу.

В останні роки ведеться активна робота зі стандартизації наявного на казахстанському ринку асортименту вершкового масла, маргарину і жирових продуктів. Розробка і введення в дію стандартів «Продукти молочні та молокомісткі. Терміни та визначення» і «Масло з коров'ячого молока. Загальні технічні умови» створює нормативно-правову основу для випуску як високоякісного вершкового масла (продукції класичного вітчизняного асортименту), так і нової групи вітчизняних жирових продуктів, до складу яких крім молочних жирів входять рослинні масла і продукти на їх основі.

Вимоги до складу і якості масла регламентуються ДСТУ 3662-97 «Молоко коров'яче незбиране» і технічними умовами (ТУ) на окремі види, що не входять до ДСТУ.

Показниками якості масла коров'ячого є зміст компонентів, органолептичні та фізико-хімічні характеристики, корисність для здоров'я людей.

Нормативною документацією визначається масова частка вологи і СОМО, жиру (розрахунковим шляхом), кислотність плазми, термостійкість і ін.

Всі продукти харчування, особливо вершкове масло, поряд з високою поживністю і біологічною цінністю мають гарний зовнішній вигляд, приємні запах і смак. Тому для якісної оцінки продуктів поряд з аналітичними дослідженнями складів та властивостей визначають їх органолептичні показники (колір, запах, смак, консистенція).

Окремі види масла відрізняються вмістом жиру, органолептичними, фізико-хімічними показниками, харчовою і біологічною цінністю, призначенням.

Існує декілька видів вершкового масла. Визначають їх відповідно за двома критеріями: масової частки жиру та технологічних особливостей. Так, масова частка жиру бутербродного масла становить від 61,5 % до 72,4 %. У селянському – частка жиру збільшується до 79,9 %. Вершкове масло класу екстра має жирність від 80 % до 85 %. А у пряженому маслі масова частка жиру повинна становити не менше 99 %[14].

Зважаючи на технологічні особливості, масло поділяють на такі види:

Солодковершкове (солоне та несолоне), яке виготовляється з натуральних пастеризованих вершків.

Кисловершкове (солоне та несолоне): його виробляють з квашених пастеризованих вершків.

Не треба бути фахівцем, щоб зрозуміти, що високий рівень жирності позначає відповідний рівень калорійності вершкового масла. Так, наприклад, традиційне олія містить 748 ккал на 100 гр. продукту, селянське – 662 ккал, чайне – 546 ккал. На калорійність вершкового масла впливає і вид використовуваних вершків. Залежно від цього вершкове масло поділяється на: солодковершкове (пастеризовані свіжі вершки) і кисловершкове (пастеризовані вершки, поквашених молочнокислими заквасками). Кисловершкове має меншу калорійність і при цьому краще засвоюється.

Вибір пакувального матеріалу для транспортної тари.

Нинішній ринок містить широку гаму видів і розмірів транспортної тари. Глобальне місце займають ящики з гофрокартону. Основні перевагами такої тари – це відносно низька вартість мала питома вага, зручність при транспортуванні, достатня міцність, якість нанесення друку, простота складання, економічність повторної переробки.

Таблиця 2.1 – Фізико-механічні характеристики ПС

Характеристика	Значення
Густина, кг/м ³	1050-1080
Відносне видовження, %	2-3
Теплостійкість, °С	70-80
Міцність під час розтягу, МПа	40-60
Морозостійкість, °С	- 30
Модуль пружності, МПа	3300-3500

Характерною ознакою є хвилеподібний шар. Висота і крок гофри визначають до якого виду відноситься той, чи інший гофрокартон. Для світових стандартів гофри мають буквені позначення (А, В, С, Е) розміри яких наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Основні параметри гофрокартону [10]

Вид гофри	Найменування	Висота гофри, мм	Крок гофри, мм
А	Крупний	4,4-5,5	8,0-9,5
В	Середній	3,2-4,4	6,5-8,0
С	Тонкий	2,2-3,2	4,5-6,4
Е	Мікро	1,1-1,6	3,2-3,6

Гофрокартон досить легко комбінувати з різними матеріалами, наприклад фольга, пінополістирол, поліетилен. Тому для транспортного пакування двосекційних полімерних контейнерів використаємо гофр Е, що застосовується для пакування дрібних товарів, що не вимагають додаткового захисту від змінання.

Оскільки на міцність гофрокартону суттєвий вплив чинить вологість повітря, тому у ящик для підложки необхідно використати термостійку плівку.

Перевагою даного плівкового матеріалу є: досить мала маса, сприйняття друку прозорість, високі фізико-хімічні показники та еластичність, вологонепроникність.

2.2. Проектування споживчої і транспортної упаковки

Основні розміри споживчого та транспортного пакування повинні враховувати особливості ергономіки (захват рук людини зручний для відкриття і використання споживчої тари, а також перенесення транспортної), а також стандартні розміри піддонів для штабелювання транспортної упаковки.

Споживчою тарою є полістирольний стаканчик (рис.2.1.)

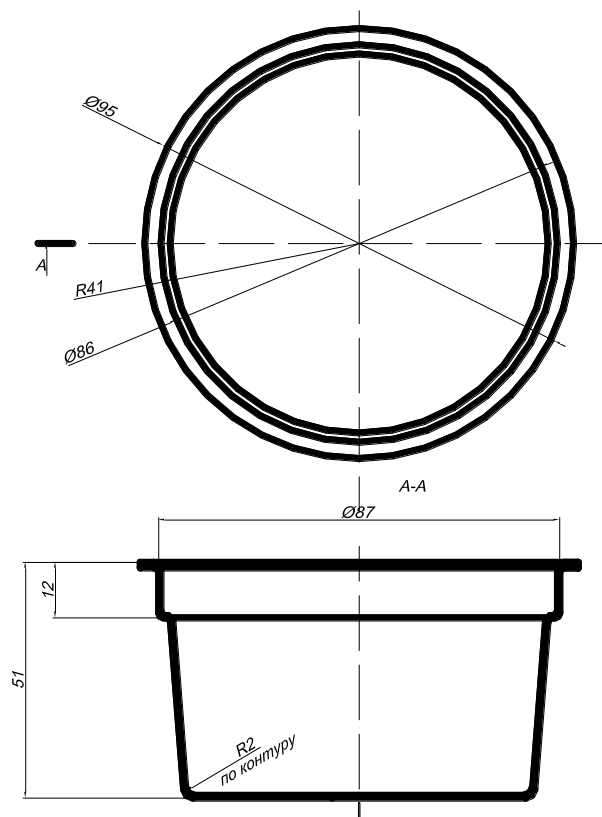


Рисунок 2.1 – Полімерний контейнер

Стакан виготовляється методом термоформування з полістиролу орієнтованої стрічки товщиною 1,2 мм.

В транспортну тару повинно вміщуватись 16 споживчих упаковок, тобто 4 кг ваги. Окрім того споживча тара повинна бути зафіксована на чітко визначеному місці.

2.3. Розробка технологічного процесу та операцій пакування

Автомат для пакування напіврідких продуктів в полімерні контейнери працює за наступним технологічним принципом (рис.2.4.).

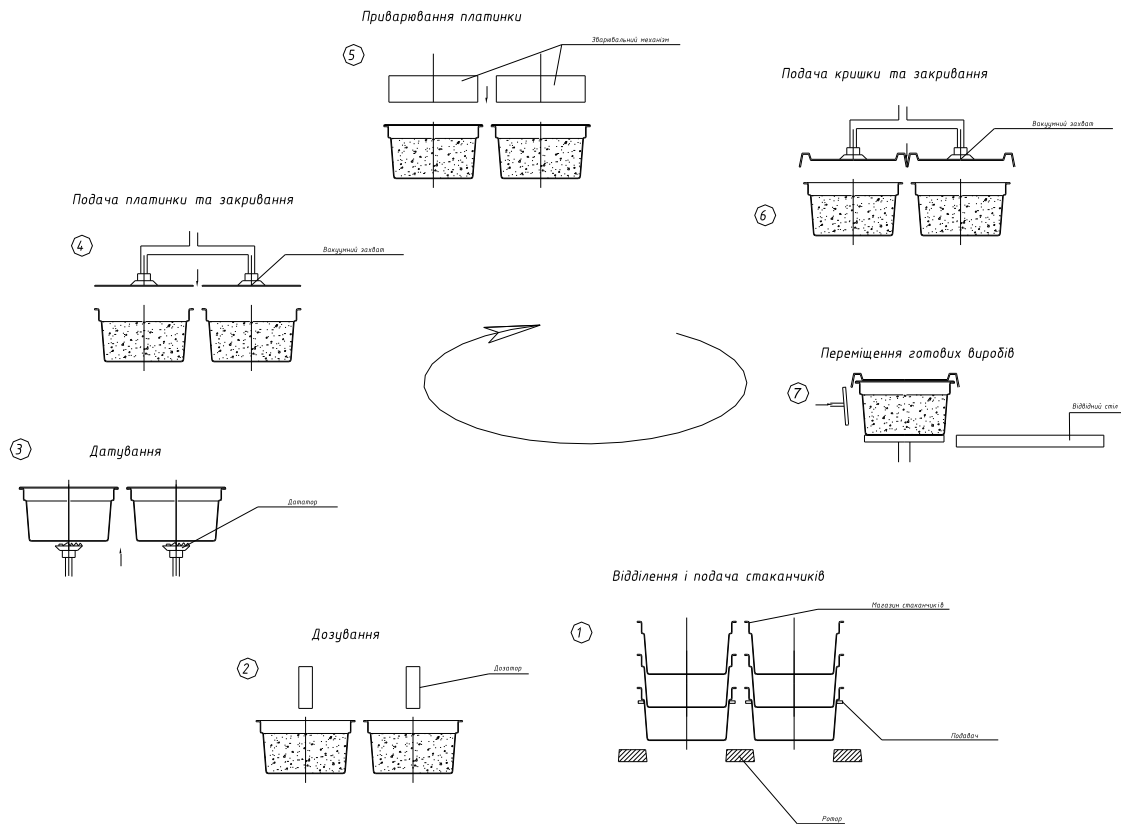


Рисунок 2.4 – Технологічна схема пакування масла в полімерні контейнери

На початку даного технологічного процесу робітники заповнюють магазини стаканчиків.

Технологічний процес розпочинається відділення нижнього стаканчика від стопки і подачею на стіл ротора, його повороту на 45° та нанесення дати на дно стаканчика механізмом датування. Потім стіл ротора повертається на 45° ; та відбувається операція дозування.

Черговою є операція подачі платинки (кришечка з фольги), за допомогою вакуумного пристрою. Вона складається з допоміжних: відділення кришечки від стопки магазину кришок, повороту її на 180° і опускання на стаканчик.

Слідом відбувається операція приварювання кришечки за допомогою зварювального механізму.

Готові контейнери з продуктом після наступного повороту потрапляють на вузол скидання. Де відбувається операція підйому 4-х стаканчиків при допомозі захвату над поверхнею ротора та скидання, тобто зсування на поверхню стола.

Таблиця 2.3 – Технологічний процес фасування масла полімерні стаканчики

№ операції	Назва операції	Функціональний вузол	Допоміжні операції
005	Подача стаканчиків		
	1. Відокремлення контейнерів від стопки	Механізм відокремлення	Контроль наявності стопки контейнерів
	2. Захват нижнього контейнера	Захват	
	3. Подача контейнера в гніздо ротора	Механізм опускання	Контроль наявності контейнера
010	Транспортна тари	Ротор	
015	Датування		
	1. Нагрівання дататора	Плита нагрівання	
	2. Опускання і поворот на 180°	Кривошипний механізм дататора	
	3. Датування	Пластина дататора	Контроль температури
020	Транспортна тари	Ротор	
025	Фасування основної дози продукту		
	1. Дозування	Мірний циліндр	
	2. Фасування	Наповню вальні головки	Контроль відкриття клапанів
030	Транспортування	Ротор	
035	Подача кришки		
	1. Відділення кришки від блоку	Механізм відділення	
	2. Захват нижньої кришки	Вакуумний захват	
	3. Переорієнтація на 180°	Кривошипний механізм подавача	
	4. Накривання кришкою контейнера	Подавач кришок	
040	Транспортування	Ротор	
045	Приварювання кришки		
	1. Опускання механізму приварювання	Пневмоциліндр	Контроль прогину та зазору
	2. Приварювання	Приварювальна головка	Контроль температури
050	Транспортування	Ротор	
055	Скидання готових виробів		
	1. Підйом стаканчиків	Механізм підйому	Контроль висоти підйому
	2. Скидання на стіл	Механізм скидання	

2.4. Визначення технологічних режимів та нормування операцій технологічного процесу

За технічним завданням автомат повинен забезпечувати номінальну продуктивність 120 шт/хв та з врахуванням коефіцієнту використання автомату визначаємо технічну продуктивність:

$$Q_{\text{тех}} = Q_{\text{ном}}/\eta_{\text{т}}$$

де $\eta_{\text{т}}$ – коеф. технічного використання автомату

$$\eta_{\text{т}} = 0,88$$

Отже, $Q_{\text{тех}} = 120 / 0,88 = 136,36$ шт/хв.

Враховуючи, що ротор має 8 робочих ділянок, та на кожній з них розміщено 4 позиції, то визначим час обертання для забезпечення заданої продуктивності:

$$136,36 \frac{\text{шт}}{\text{хв}} / 4 \text{поз} = 34,09 \frac{\text{циклів}}{\text{хв}}$$

$$\text{При 8 положеннях : } P_{\text{ротора}} = \frac{34,09}{8} = 4,26 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Отже, 1 оберт здійснюється за 14,08 с.

Тому за 1 повний оберт відбувається 8 циклів роботи автомату, а тривалість 1 циклу, тобто 1/8 оберта :

$$14,08/8 = 1,76 \text{ с}$$

Отже 1 цикл роботи триває 1,76 с:

- час повороту ротора на 45° - 0,76 с
- час простоювання ротора - 1 с
- час подачі стаканчика - 0,6 с
- час дозування - 1 с
- час подачі кришечки - 0,75 с
- датування - 0,6 с
- час скидання стаканчика - 0,7 с

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Опис роботи технологічної машини

Автомат типу РГ (рис.3.1) складається із корпусу станини 6, карусельного стола 4, механізмів подачі стаканчиків 1, платинок 5 та кришечок 8, дозаторів 3, механізмів приварювання платинок 7, датування 2 та відведення 9, пульта керування 10.

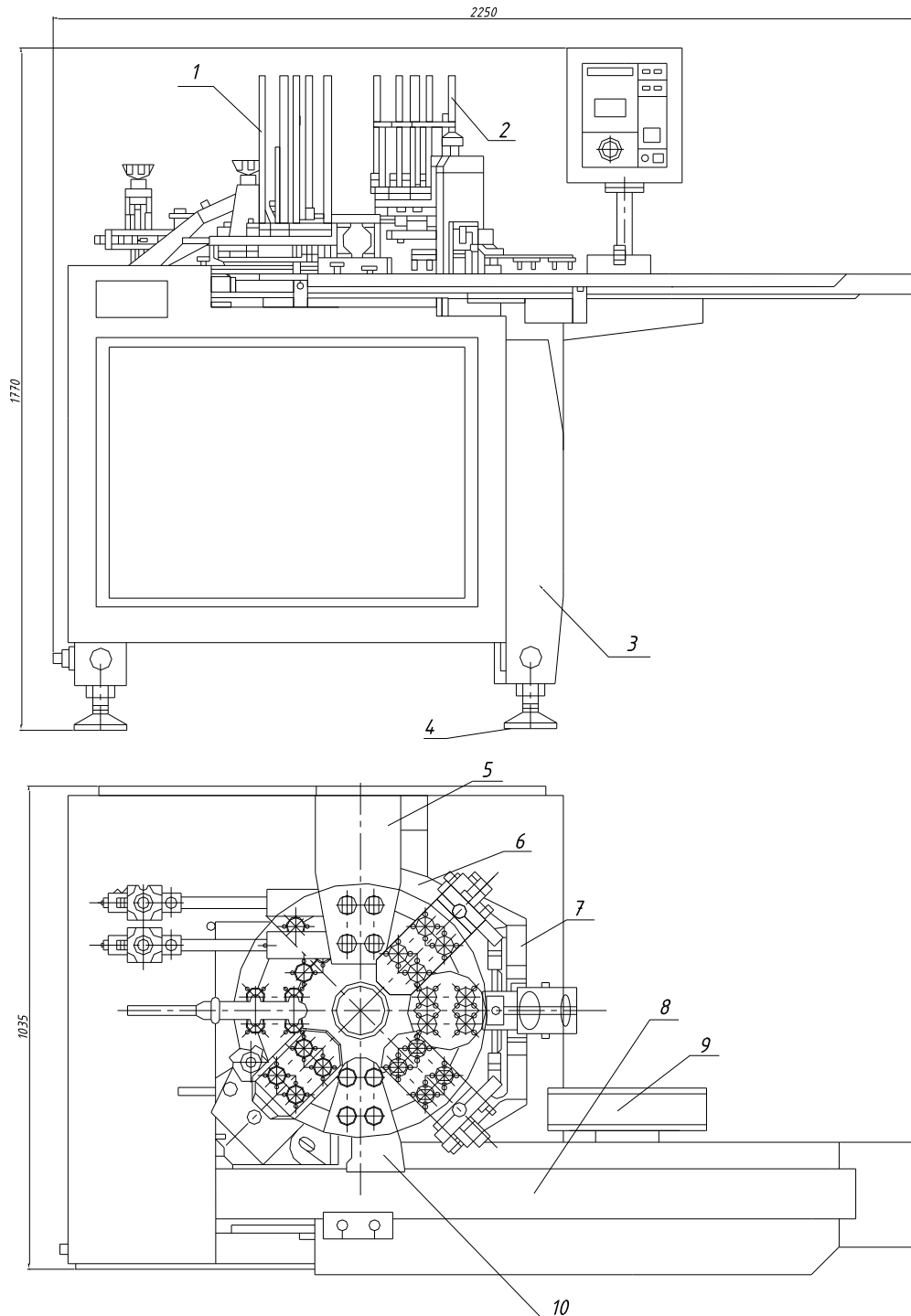


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд автомату моделі РГ

Корпус станини з приводами служить основою для монтажу всіх механізмів автомату. Він представляє собою литий масивний корпус, що опирається на чотири опори.

Основні механізми автомату монтуються навколо поворотного карусельного столу з 8-ма секціями гнізд. Поворот каруселі забезпечується за допомогою пневмоприводу. Точність позиціонування забезпечується фіксуючим пристроєм, який також приводиться в дію за допомогою іншого пневмоприводу.

Механізм подачі стаканчиків представляє собою стійку, на якій жорстко прикріплений привід поршня, до якого кріпиться повзун видачі стаканчиків.

Об'ємне дозування і наповнення продуктом одночасно двох стаканчиків забезпечується дозаторами поршневого типу.

Механізм подачі кришечки служить для відділення кришечки від стопки та її подачі на стаканчик.

Механізми зварювання приварюють накладені кришечки до наповненого стаканчика.

Механізм датування проставляє дату виготовлення продукції на дно стаканчика.

Механізм відведення являє собою горизонтальну раму, що складається з двох боковин, та опирається через кронштейни на основу, закріплену на верхній поверхні стійок приводу. За допомогою пневмоприводу готові стаканчики піднімаються підйомним столиком та відводяться іншим.

Пульт керування кріпиться зверху на стійці до станини.

3.2 Розрахунки продуктивності машини

Продуктивність автомату визначається за формулою:

$$Q_{\text{тех}} = \frac{1}{T} \eta_{\text{т}}$$

де T – час робочого циклу пакування продукції, с.

η – коефіцієнт технологічного використання автомата (в нашому випадку для високопродуктивних автоматів $\eta_{\text{т}} = 0,88$).

За наявності у автоматі кількох робочих позицій, продуктивність визначається за формулою:

$$Q_{\text{тех}} = \frac{P}{T} \eta_{\text{т}}$$

де P – число робочих позицій автомату ($P=8 \cdot 4=32$ шт).

За умови, що робочий цикл складається з обов'язкового виконання робочих операцій та допоміжних (холостих) рухів, то:

$$T = T_{\text{роб}} + T_{\text{хол}}$$

де $T_{\text{роб}}$ – тривалість виконання робочих операцій (рухів);

$T_{\text{хол}}$ – тривалість виконання допоміжних (холостих) рухів.

Цикл машини складається (на прикладі ротора) з 1-ї робочої і 1-ї холостої операції.

Час переміщення ротора, а саме повороту становить 0,76 с, а час холостого руху, тобто стояння становить 1 с. Всі інші робочі і холості рухи відбуваються протягом цього ж часу, або в його межах, тому, що наш автомат роторного типу.

Отже,

$$Q = \frac{32 \cdot 3600}{(1 + 0.76) \cdot 8} \cdot 0.88 = 7200 \frac{\text{шт}}{\text{год}} = 120 \frac{\text{шт}}{\text{хв}}$$

3.3. Визначення кількості основного та допоміжного обладнання

Згідно теми дипломного проекту продуктивність лінії складає 360 уп/хв., а дійсна продуктивність фасувального автомату становить 120 уп/хв., то:

$$n_{\text{авт}} = \frac{Q_{\text{лінії}}}{Q_{\text{авт}}} = \frac{360}{120} = 3 \text{ шт.}$$

Отже, на лінії для фасування вершкового масла необхідно встановити 3 автомати типу PG для забезпечення необхідної продуктивності.

Ці фасувальні автомати і будуть складати основне обладнання, до складу якого ще буде входити один палетоформуєчий автомат.

До допоміжного обладнання віднесемо транспортні пристрої, які будуть забезпечувати роботу основного обладнання. А саме:

– накопичувальний ротор – для накопичення стаканчиків або контейнерів перед вкладанням їх у коробки по 16 шт.

– ручний транспортний візок – для підвезення касет полімерних стаканчиків та пластинок-кришечок для їх закривання.

– 2 рольганги для подачі вершкового масла вкладеного у коробки, та відведення готової продукції від палетоформуєчого автомату.

При одночасному вкладанні у 3 коробки, 2 різними працівниками кожний з них витрачає 8 с. на вкладання 16 стаканчиків.

3.4 Опис пневматичної схеми машини

Пневматична частина автомату типу PG для фасування вершкового масла в полімерні контейнери побудована на основі елементів FESTO PNEUMATIC (рис.3.2.).

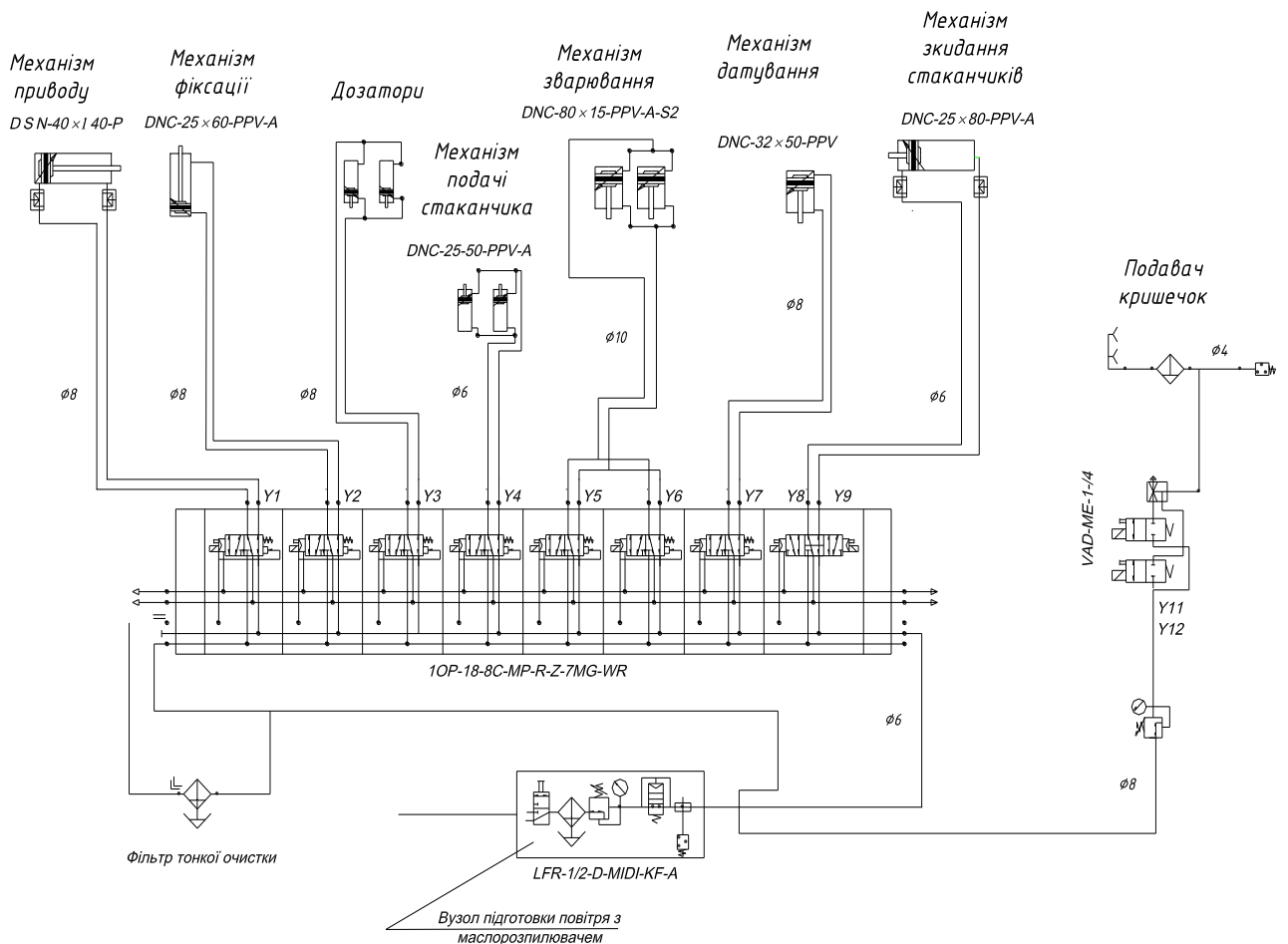


Рисунок 3.2 – Схема пневматична автомату моделі PG

Пневмоагрегат автомату для пакування масла складається з:

– системи підготовки повітря (LFR-1/2-D-MIDI-KF-A), що складу якої входять: блокуючий клапан, фільтр повітря, редукційний клапан з манометром та давачем тиску. Система не повинна містити мастильних засобів, тому що працює з харчовими продуктами.

– механізм керування клапанами і дросельними механізмами. Клапани з електромагнітним керуванням керуються з електронних контролерів (1OP-18-8C-MP-R-Z-7MG-WR і 1OP-14-6C-MP-R-Z-6M-WR), що живляться від постійного струму 24 В. Пневмоциліндри під'єднані до контролерів через дроселі GRLZ 1/8 –В за допомоги пневмотрубок Ø8.

Електромагнітні клапани контролюють роботу наступних елементів:

Y1 – пневмоциліндром механізму приводу DSN-25×140-P за ISO 6432;

Y2 – пневмоциліндром механізму фіксації DNC-25×60-PPV-A за ISO 6431;

Y3 – пневмоциліндром дозатора 32×25 UNIC;

Y4 – пневмоциліндром механізму подачі стаканчика DNC-25×50-PPV-A за ISO 6431;

Y5, Y6 – пневмоциліндром механізму зварювання DNC-80×15-PPV-A S2 за ISO 6431;

Y7 – пневмоциліндром дататора DNC-32×160-PPV за ISO 6431;

Y8, Y9 – пневмоциліндром механізму скидання контейнерів DNC-25×80-PPV-A за ISO 6431;

Y10 – ежектором для засмоктування кришечок VAD-ME-1-/4.

3.5. Опис конструкції вузлів машини

Станина – основа для монтажу усіх механізмів автомату, та являє собою відлитий корпус, що спирається на чотири регульовані опори.

Усі механізми автомату монтуються навколо поворотного столу карусельного типу з 8-ма парами гнізд. За допомогою чотирьох опор, що опираються на подушки, відбувається регулювання висоти карусельного столу автомату, а також регулювання його поверхні в горизонтальному положенні.

Механізм подачі контейнерів (рис. 3.3) являє собою дві стінки, з'єднані кронштейном, на якому жорстко закріплені привід поршня, і вісь, на якій вільно обертається важіль упорів. На стінці закріплений тримач стаканчиків. Механізм кріпиться на двох половинках корпусу.

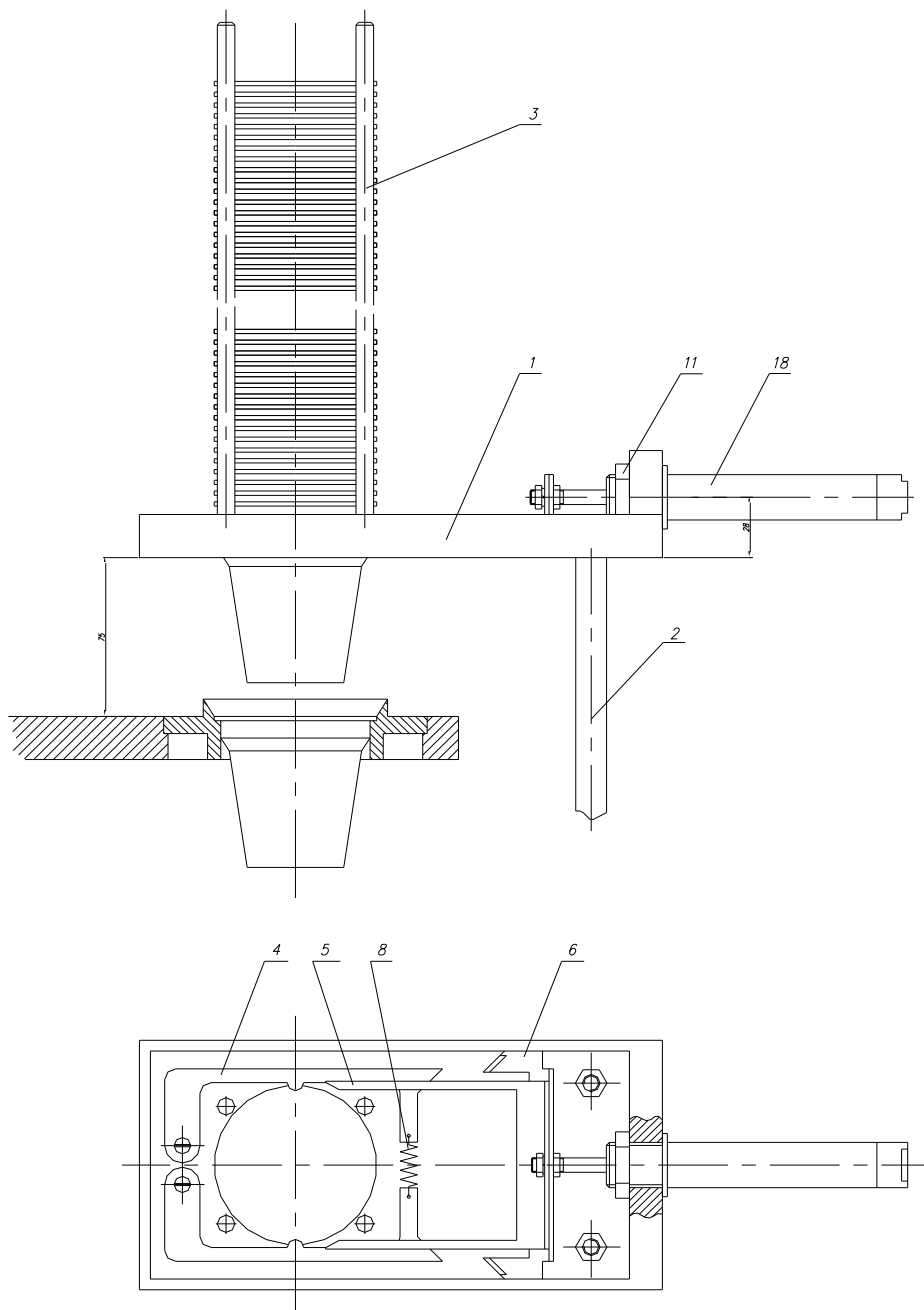


Рисунок 3.3 – Механізм подачі стаканчиків

Привід поршня надає рух штоку поршня через важіль. Верх важеля виконаний у вигляді вилки, паз якої має направляючі для повзуна. До циліндричних виступів повзуна надіти дві планки, що опираються торцями в поперечні планки. До поперечних планок закріплений гвинт, яким здійснюється

регулювати зазору між планками на повзуні. Хід поршня (доза продукту що фасується) регулюється обертами валика, жорстко зв'язаного з повзуном.

Тримач контейнерів призначений для накопичення і відділення їх по одному від загальної пачки. Тримач контейнерів являє собою корпус, під яким встановлений відділювач контейнерів, а зверху касета контейнерів, що складається із обойми і двох направляючих, між якими знаходиться стопка контейнерів. До направляючих закріплені центруючі контейнерів, що з'єднані пружиною.

Відділювач контейнерів служить для відділення одного контейнера від пачки. На направляючих вільно посаджені повзуни, в яких запресовані інші направляючі, що в свою чергу вільно посаджені на кронштейни. Кронштейни пов'язані між собоювилкою. В отвірвилки закручена гайка регулювання, на яку опирається клин контейнерів, що знаходяться між направляючими касетами контейнерів. Нижні відсікачі кріпляться до кронштейнів. Під дією штовхача механізму перенесення контейнеріввилка рухаєтьсявверх, клин роз'єднує повзуни, тим самим розводить відсікачі, а вакуум-захват, спираючись на дно контейнера, на 2...3 мм піднімає стопкувверх. У цьому положенні вакуум-захват з'єднується з вакуум-системою, еластичні краї захвату деформуються, опускаючисьвниз до упора. При цьому опускаєтьсявниз і стопка контейнерів. Коли штовхач переносу контейнерів опускається, під дією сили пружини опускається івилка. Під дією сили другої пружинивилка повертаєтьсяназад, в цей час повзуни і відсікачі входять між буртиками двох крайніх контейнерів. Верхній відсікач створює опору для стопки, а нижній разом з вакуум-захватом, продовжуючи рухатисьвниз, відділяє контейнер від загальної стопки.

Відцентровувач контейнерів призначений для допоміжного центрування контейнерів для запобігання удару об край гнізда карусельного стола. На корпусі жорстко встановлена вісь, на якій вільно посаджений кронштейн з сегментами, конусна поверхню яких центрує контейнер.

Стіл з опорою складається із перекидача контейнерів, дататора, вакуумних вимикачів, знімача контейнерів.

На столі виконуються всі технологічні операції. Кожна технологічна операція виконується одночасно в двох гніздах столу. Стіл вільно обертається навколо колони, верхня частина якої впирається на упорний підшипник, а нижня частина обертається в опорах кришки, що закріплена на площині корпусу. Перенесення відділених від загальної стопки контейнерів виконує перекидач контейнерів. На корпусі станини кріпляться стійки з надітими на кінці їх вакуум-захватами, які і перекидають відділені від загальної стопки на гнізда стола.

На вісь, запресовану в корпус, встановлений в тримач з прикріпленням до нього штовхачем, що служить приводом для відділення контейнерів. Сам перекидач контейнерів рухається двома направляючими.

Дататор (рис. 3.4) представляє собою стійку 2 на якій сидить верхня плита 1. В отвір плити встановлені напрямні вісі 4. По цих осях вільно рухається нижня плита 8, яка приводиться в рух пневмоциліндром 18. Датувальна головка 8 кріпиться на кулачку 7 за допомогою 4 гвинтів. При русі нижньої плити 6 кулачок рухається по копіру 5, при цьому обертається я на 180° заходячи в зачеплення копіра.

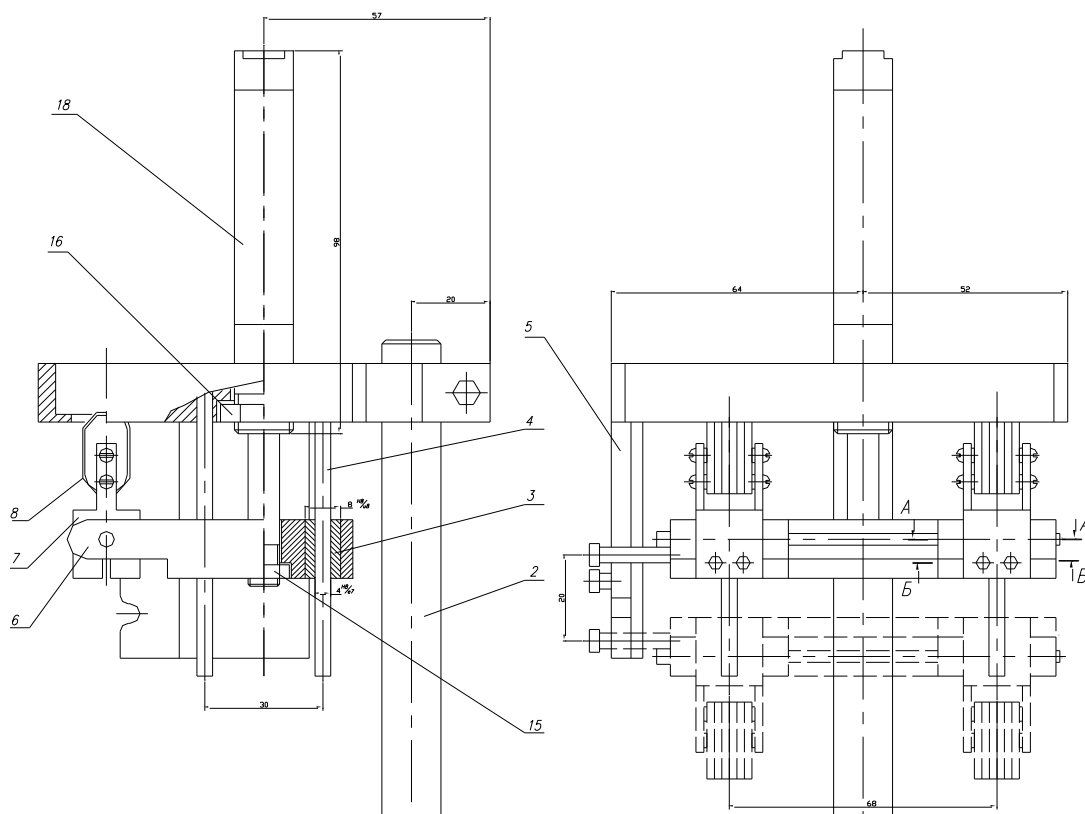


Рисунок 3.4 – Механізм датування стаканчиків

Дататор рухається двома направляючими, що запресовані в кришки. В кінці руху догори цифри дістають дна стаканчика, притискають його і датують.

Об'ємне дозування і наповнення контейнерів здійснюється дозатором поршневого типу. Продукт подається в отвір дозатора через трубопровід. Основа бункера кріпиться до пластини дозатора так, щоб вихідний отвір його співпадав з отвором у дозаторі.

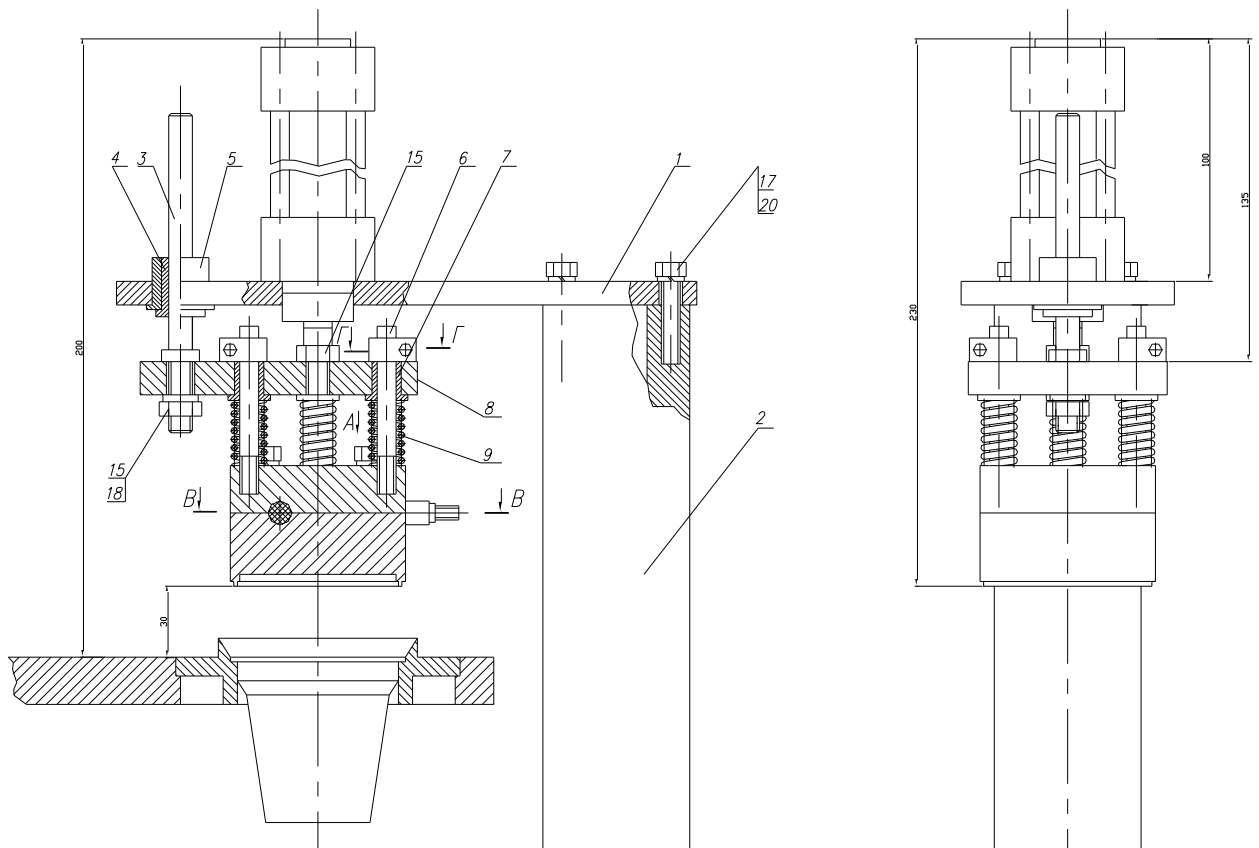


Рисунок 3.5 – Механізм зварювання

Вузол закривання складається із вузла подачі кришок, у якому встановлений тримач кришок, та вузла подачі клею, де розташований тримач етикеток. Механізм закривання надіває кришки на контейнер з продуктом, наносить клей на верх кришки, подає і накладає етикетку на кришку.

Тримач кришок складається із кронштейнів з обіймою, в отворі якої рівномірно змонтовані напрямні з відсікачами, що служать опорами для пачки кришок.

Пульт керування монтується знизу до боковин. На пульті є три блоки керування з кнопками і перемикачами, якими керують роботою автомату і вакуум-насоса ВН-2МГ.

3.6 Розрахунок основних виконавчих механізмів автомату

3.6.1. Розрахунок пневмоциліндра для механізму повороту ротора

Для проведення розрахунку пневмоприводу спочатку необхідно визначити зусилля, необхідне для роботи даного механізму.

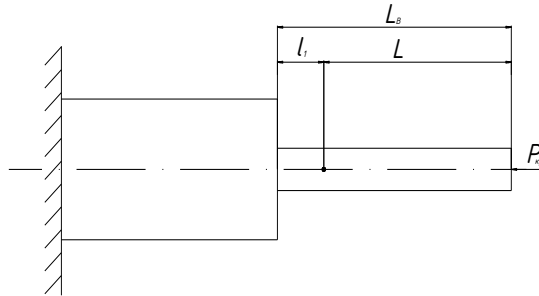


Рисунок 3.6 – Розрахункова схема пневмоциліндра механізму привода

$P_{кш} = 1000 \text{ Н}$ – корисна сила на штоку циліндра при штовхаючій дії;

$P_{кт} \geq 500 \text{ Н}$ – корисна сила на штоку циліндра при тягнучій дії;

$p_m = 0,5 \text{ МПа}$ – тиск повітря у пневмосистемі;

$L = 300 \text{ мм}$ – хід штока;

$t_{сн} = 0,6 \text{ с}$ – час спрацьовування пневмоциліндра;

$N = 47 \text{ хв}^{-1}$ – частота спрацьовування пневмоциліндра.

Корпус пневмоциліндра жорстко закріплений до станини, а кінець штока шарнірно з'єднаний з робочим органом.

Визначимо внутрішній діаметр гільзи пневмоциліндра з урахуванням механічного ККД пневмоциліндра для заданої корисної сили поштовху.

Приймаємо: $\eta_m = 0,8$ - механічний ККД пневмоциліндра [5. ст.276, табл. 7.6].

$p_{втр} = 0,1 \text{ МПа}$ – загальні втрати тиску у пристроях підготовки повітря пневмосистеми автомату.

Отже тиск повітря у пневмоциліндрі: $p = p_m - p_{втр} = 0,5 - 0,1 = 0,4 \text{ МПа}$.

Діаметр гільзи циліндра:

$$D_{ш} = 2 \sqrt{\frac{P_{кш}}{\pi \cdot p \cdot \eta_m}} = 2 \sqrt{\frac{1000}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,8}} = 6,3 \text{ см.} \quad (3.1)$$

Приймаємо найближче значення $D_{ш} = 70 \text{ мм}$ згідно [5. ст.278, табл.7.7].

Визначаємо значення тягнучої сили.

Виходячи з рекомендованих значень $k_d = \frac{d_{ш}}{D} = (0.2...0.7)$, приймаємо діаметр штока $d_{ш} = 20$ мм.

$$\text{Тоді } k_d = \frac{20}{70} = 0.28.$$

Силу на штоку при тягнучій дії визначаємо згідно рівняння:

$$P_{кт} = \frac{\pi \cdot D \cdot p \cdot (1 - k_d) \cdot \eta_m}{4} = \frac{3.14 \cdot 70 \cdot 4 \cdot (1 - 0.28) \cdot 0.8}{4} = 1266 \text{ Н}, \quad (3.2)$$

Як видно, вона є більшою від заданої, тобто повністю задовольняє поставлені вимоги $P_{кт} \geq 500$ Н.

Перевіряємо шток на повздовжню стійкість (згин), оскільки відношення довжини штока L_B до його діаметра $d_{ш}$ більше 10 ($\frac{L_B}{d_{ш}} = \frac{300}{20} = 15 > 10$).

У цьому випадку сила на штоці повинна бути менша від критичної сили для повздовжнього згину ($P_k < P_{кр}$). Критичну силу визначаємо за виразом:

$$P_{кр} = 0.48 \frac{d_{ш}^4 \cdot E}{L_B^2} = 0.48 \frac{2^4 \cdot 22 \cdot 10^5}{55^2} = 55850 \text{ Н}, \quad (3.3)$$

де $E = 2.2 \cdot 10^5$ МПа – модуль Юнга (модуль нормальної пружності) для сталі;

$L_B = L + l_1 = 300 + 50 = 350$ мм – виліт штока в кінці робочого ходу;

$l_1 = 50$ мм – довжина штока в кінці холостого ходу.

Оскільки $P_{кр} = 55850 \text{ Н} > P_{кш} = 1000 \text{ Н}$, шток витримує сили повздовжнього згинання.

Для кріплення кришок до циліндра приймаємо 4 штифти з різьбою М10 та кроком 1,5 мм. Матеріал штифтів – сталь 45.

Перевіряємо штифти на розрив. Для цього визначимо силу F , відриву кришку від циліндра і розтягу штифта:

$$F = k \frac{\pi \cdot D^2}{4} P_{вин} = \frac{3,14 \cdot 70}{4} 160 = 8800 \text{ Н}, \quad (3.4)$$

де $k=1,5$ – коефіцієнт запасу; $P_{вин} = 160 \text{ Н}$ – зусилля при випробуваннях.

Сила, що діє на одну шпильку:

$$F_2 = \frac{F}{i} = \frac{8800}{4} = 2200 \text{ Н}, \quad (3.5)$$

де $i = 4$ – кількість штифтів.

Оскільки властивості пружних матеріалів прокладок для ущільнювання невідомі, та не вимагають великої точності розрахунків, то для надійності приймаємо розрахункову силу, що діє на одну шпильку, $P_1 = 2F_2$, і визначаємо напруження розтягу шпильки:

$$\sigma_p = \frac{P_1}{i \frac{\pi \cdot d_i^2}{4}} = \frac{2 \cdot F_2}{i \frac{\pi \cdot d_i^2}{4}} = \frac{2 \cdot 2200}{4 \frac{3.14 \cdot 0.838^2}{4}} = 2000 \text{ Н}, \quad (3.6)$$

де $d_i = 8,38$ мм – внутрішній діаметр різьби штифта М10 для кроку 1,5 мм.

Порівнюємо отримане значення σ_p з допустимим $[\sigma_p]$.

Оскільки $\sigma_p = 2000 \text{ кгс/см}^2 > [\sigma_p] = 800 \text{ кгс/см}^2$, то вибрані елементи кріплення витримують навантаження на розтяг.

Визначаємо товщину h_y стінки гільзи циліндра, виходячи з умови її міцності при поздовжньому розриві. Матеріал гільзи СЧ 18.

$$h_y = \frac{D \cdot p_{вип}}{2 \cdot [\sigma_p]} = \frac{7 \cdot 16}{2 \cdot 250} = 0.22 \text{ см} = 2,2 \text{ мм}. \quad (3.7)$$

Приймаємо товщину стінки гільзи циліндра $h_y = 4$ мм.

Визначаємо внутрішній діаметр d_{mp} трубопроводу з умови забезпечення заданого часу спрацьовування пневмоциліндра $t_{пр} = 0,6$ с при ході штока $L = 300$ мм.

$$d_{mp} = \sqrt{\frac{D^2 \cdot L}{v_m \cdot t_{пр}}} = \sqrt{\frac{0.07^2 \cdot 0.3}{25 \cdot 0.6}} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 10 \text{ мм}, \quad (3.8)$$

де $v_m = 25$ м/с – швидкість руху повітря трубопроводом (згідно з рекомендаціями).

Застосуємо латунну трубу з внутрішнім діаметром $d_{mp} = 10$ мм.

Визначаємо товщину h_{mp} стінки латунного трубопроводу, яка може витримати тиск $P_{max} = P_{вин}$:

$$h_{mp} = \frac{d_{mp} \cdot P_{вин}}{2 \cdot [\sigma_p]} = \frac{10 \cdot 16}{2 \cdot 250} = 0.32 \text{ см} = 3.2 \text{ мм}, \quad (3.9)$$

де $[\sigma_p] = 250 \text{ кгс/см}^2$ – допустиме напруження матеріалу трубопроводу з врахуванням його коефіцієнта міцності. Тому, для трубопроводу приймаємо латунну трубу за ДСТУ 21646-2003 з внутрішнім діаметром $d_{тр} = 10 \text{ мм}$ і товщиною стінки $h_{mp} = 3.5 \text{ мм}$.

Визначимо витрати тиску повітря при роботі пневмоциліндрів (приведені до атмосферного тиску).

Для пневмоциліндра двосторонньої дії витрати повітря:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L \cdot \frac{P}{P_a} \cdot n + \frac{\pi \cdot (D^2 - d_{ш}^2)}{4} \cdot L \cdot \frac{P}{P_a} \cdot n = \frac{\pi}{4} \cdot L \cdot \frac{P}{P_a} \cdot n \cdot (2 \cdot D^2 - d_{ш}^2) \cdot 10^{-6}, \text{ м}^3 / \text{хв} \quad (3.10)$$

де $D = 7 \text{ см}$ – діаметр циліндра; $d_{ш} = 2 \text{ см}$ – діаметр штока; $L = 30 \text{ см}$ – хід штока; $P = 4 \text{ кгс/см}^2$ – тиск повітря у пневмоциліндрі; $n = 27 \text{ хв}^{-1}$ – частота спрацьовування пневмоциліндра. Тоді:

$$Q = \frac{3.14}{4} \cdot 30 \cdot \frac{4}{1} \cdot 27 \cdot (2 \cdot 7^2 - 2^2) \cdot 10^{-6} = 0.24 \text{ м}^3/\text{хв}.$$

3.6.2. Розрахунок пружини механізму подачі етикеток

Вихідні дані: $F_1 = 40 \text{ Н}$ - сила при попередній деформації, $F_2 = 80 \text{ Н}$ - сила при робочій деформації; $h_1 = 20 \text{ мм}$ - робочий хід пружини.

Розрахунок:

Виготовлення пружини передбачаємо із пружинного сталюого дроту першого класу ДСТУ 2691-94.

Приймаємо діаметр дроту пружини $d = 2 \text{ мм}$.

$[\tau] = 500 \text{ МПа}$ - допустима напруга для дроту.

Приймаємо, що сила пружини при максимальній деформації:

$$F_3 = 1.3F_2 = 1.3 \cdot 80 = 104H., \quad (3.11)$$

Приймаємо індекс пружини $c = 4$, коефіцієнт впливу кривизни витків $k = 1.2$.

Визначаємо діаметр дроту пружини:

$$d = 1.6 \sqrt{k \cdot c \cdot F_3 / [\tau]} = 1.6 \cdot \sqrt{1.2 \cdot 4 \cdot 104 / 500} \approx 1.6 \text{ мм}, \quad (3.12)$$

Згідно з ГОСТ 9389-75 приймаємо $d = 2 \text{ мм}$.

$$\text{Знаходимо середній діаметр пружини: } D = c \cdot d = 4 \cdot 2 = 8 \text{ мм}, \quad (3.13)$$

$$\text{Знаходимо зовнішній діаметр пружини: } D_3 = D + d = 8 + 2 = 10 \text{ мм}. \quad (3.14)$$

Підбираємо пружину за ДСТУ 13766:2008. Підходить пружина першого класу першого розряду $w = 501$.

Для цієї пружини:

$F_3 = 104H$ - сила пружини при максимальній деформації; $d = 2 \text{ мм}$ - діаметр дроту пружини; $D_3 = 10 \text{ мм}$ - зовнішній діаметр пружини; $c_1 = 300H / \text{мм}$ - жорсткість одного витка; $\lambda'_3 = 2.1 \text{ мм}$ - найбільший прогин одного витка.

Перевіряємо вибрану пружину:

$$c_1 = 10^4 \cdot d / c^3 = 10^4 \cdot 2 / 4^3 \approx 312H / \text{мм}, \text{ дана величина підходить.}$$

Визначаємо жорсткість пружини:

$$c = (F_2 - F_1) / h = (80 - 40) / 20 = 2H / \text{мм}.$$

Визначаємо кількість робочих витків пружини:

$$n = \frac{c_1}{c} = \frac{312}{2} = 156, \quad (3.15)$$

Визначаємо максимальну деформацію пружини:

$$\lambda_3 = \frac{F_3}{c} = \frac{104}{2} = 52 \text{ мм}, \quad (3.16)$$

Знаходимо повну кількість витків пружини:

$$n_1 = n + n_2 = 156 + 2 = 158, \quad (3.17)$$

$n_2 = 1.5 \dots 2$ - кількість опорних витків.

Розраховуємо крок пружини:

$$t = \lambda'_3 + d = 2.1 + 2 = 4.1 \text{ мм}, \quad (3.18)$$

Визначаємо висоту пружини при максимальній деформації:

$$L_3 = (n_1 + 1 - n_3) \cdot d = (158 + 1 - 2) \cdot 2 = 314 \text{ мм}, \quad (3.19)$$

$n_3 = 2$ - кількість зашліфованих витків.

Знаходимо висоту пружини у вільному стані:

$$L_0 = L_3 + \lambda_3 = 314 + 52 = 366 \text{ мм}, \quad (3.20)$$

Знаходимо довжину розгорнутої пружини:

$$L \approx 3.2 \cdot D \cdot n_1 = 3.2 \cdot 8 \cdot 158 = 4045 \text{ мм}, \quad (3.21)$$

3.6.3. Розрахунок пружини механізму подачі етикеток

Вихідні дані:

$F_1 = 40 \text{ Н}$ - сила при попередній деформації, $F_2 = 80 \text{ Н}$ - сила при робочій деформації; $h_1 = 20 \text{ мм}$ - робочий хід пружини.

Розрахунок:

Виготовлення пружини передбачаємо із пружинного сталюого дроту першого класу по ДСТУ 2691-94.

Приймаємо діаметр дроту пружини $d = 2 \text{ мм}$.

$[\tau] = 500 \text{ МПа}$ - допустима напруга для дроту.

Приймаємо, що сила пружини при максимальній деформації:

$$F_3 = 1.3 F_2 = 1.3 \cdot 80 = 104 \text{ Н}, \quad (3.22)$$

Приймаємо індекс пружини $c = 4$, коефіцієнт впливу кривизни витків $k = 1.2$.

Визначаємо діаметр дроту пружини:

$$d = 1.6 \sqrt{k \cdot c \cdot F_3 / [\tau]} = 1.6 \cdot \sqrt{1.2 \cdot 4 \cdot 104 / 500} \approx 1.6 \text{ мм}, \quad (3.23)$$

Згідно з ДСТУ 2691-94 приймаємо $d = 2 \text{ мм}$.

Знаходимо середній діаметр пружини:

$$D = c \cdot d = 4 \cdot 2 = 8 \text{ мм}, \quad (3.24)$$

Знаходимо зовнішній діаметр пружини:

$$D_3 = D + d = 8 + 2 = 10 \text{ мм}. \quad (3.25)$$

Підбираємо пружину за ДСТУ 13766:2008. Підходить пружина першого класу першого розряду $w = 501$.

Для цієї пружини: $F_3 = 104H$ - сила пружини при максимальній деформації;
 $d = 2\text{мм}$ - діаметр дроту пружини; $D_3 = 10\text{мм}$ - зовнішній діаметр пружини;
 $c_1 = 300H / \text{мм}$ - жорсткість одного витка;

$\lambda'_3 = 2.1\text{мм}$ - найбільший прогин одного витка.

Перевіряємо вибрану пружину:

$$c_1 = 10^4 \cdot d / c^3 = 10^4 \cdot 2 / 4^3 \approx 312H / \text{мм}, \text{ дана величина підходить.}$$

Визначаємо жорсткість пружини:

$$c = (F_2 - F_1) / h = (80 - 40) / 20 = 2H / \text{мм}.$$

Визначаємо кількість робочих витків пружини:

$$n = \frac{c_1}{c} = \frac{312}{2} = 156, \quad (3.26)$$

Визначаємо максимальну деформацію пружини:

$$\lambda_3 = \frac{F_3}{c} = \frac{104}{2} = 52\text{мм}, \quad (3.27)$$

Знаходимо повну кількість витків пружини:

$$n_1 = n + n_2 = 156 + 2 = 158, \quad (3.28)$$

$n_2 = 1.5 \dots 2$ - кількість опорних витків.

Розраховуємо крок пружини:

$$t = \lambda'_3 + d = 2.1 + 2 = 4.1\text{мм}, \quad (3.29)$$

Визначаємо висоту пружини при максимальній деформації:

$$L_3 = (n_1 + 1 - n_3) \cdot d = (158 + 1 - 2) \cdot 2 = 314\text{мм}, \quad (3.30)$$

$n_3 = 2$ - кількість зашліфованих витків.

Знаходимо висоту пружини у вільному стані:

$$L_0 = L_3 + \lambda_3 = 314 + 52 = 366\text{мм}, \quad (3.31)$$

Знаходимо довжину розгорнутої пружини:

$$L \approx 3.2 \cdot D \cdot n_1 = 3.2 \cdot 8 \cdot 158 = 4045\text{мм}, \quad (3.32)$$

3.6.4. Розрахунок вакуум-захвату пристрою видачі упаковок на транспортер

Основою для цього розрахунку становить визначення необхідного та достатнього підйомного зусилля захвату в залежності від його розрідження, геометричних розмірів січення та сили переміщення вантажу відносно захвату.

Теоретична підйомна сила вакуум-захвату:

$$N_T = \frac{\pi d^2}{4} (p_1 - p_2), \quad (3.33)$$

де p_1 - нормальний атмосферний тиск $p_1 = 101325 \text{ Па}$,

p_2 - тиск розрідженого повітря в захваті,

d - діаметр зрізу захвату в місці дотику з виробом.

Фактична підйомна сила: $N_\phi = K_1 - N_T$, K_1 - поправочний коефіцієнт.

Для підйому виробу повинна виконуватись умова :

$$N_\phi > (G - I \cdot \sin \alpha) \quad (3.34)$$

де G - вага виробу, I - сила інерції.

Для точного визначення N_ϕ і K_1 - застосовують експериментальні дані.

Прийmemo тиск розрідження повітря в вакуум-захватах $p_2 = 97000 \text{ Па}$.

Тоді необхідно розрідження, що визначається за формулою: $R = \frac{p_2}{p_1}$ буде:

$$R = \frac{97000}{101325} = 0.957$$

Підйомна сила захвату повинна перевищувати силу ваги упаковок:

$$G_\Sigma = G_1 \cdot n, \quad (3.35)$$

G_1 - вага одного контейнеру, H ; n - кількість контейнерів, $G_\Sigma = 2.5 \cdot 4 = 10H$.

Підйомна сила захвату:

$$N_T = \frac{\pi \cdot 0.1}{4} (101325 - 97000) = 33.95H, \quad (3.36)$$

З розрахунку видно, що підйомна сила вакуум-захвату значно перевищує сили опору, отже вибраний тиск розрідження повітря задовольняє дану умову.

4. ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА

4.1. Монтаж, ремонт і умови експлуатації машини

Монтаж, обслуговування, ремонт виконується з дотриманням вимог, що вказані у технічній документації та інструкцій з експлуатації. Технічна документація вказує конкретні методики і рекомендації з всіх видів даних робіт. До монтажу, випробування та обслуговування автоматів допускаються працівники, що пройшли відповідний інструктаж з обслуговування автомату та техніки безпеки.

Залежно від конструкцій автоматів їх монтажу передує ґрунтовна підготовка фундаментної площадки, що повинна бути горизонтальна та обладнана засобами водовідведення для стікання води при митті. В тих випадках, коли побудувати спеціалізований фундамент не має потреби, автомат встановлюють безпосередньо на підлогу у приміщенні.

Габаритні розміри площадок, висота приміщення для автомату повинні відповідати вимогам встановленими на кресленнях відповідно до ДСТУ.

Монтажна площадка під фасувальний автомат повинна мати:

- ✓ доступ до цехового контуру заземлення;
- ✓ доступ до цехової магістралі очищеного стисненого повітря;
- ✓ доступ до цехового трубопроводу;
- ✓ доступ до подачі гарячої води для миття автомату,
- ✓ покриття та нахил підлоги, що забезпечує змивання бруду.

У монтажну зону машину транспортують в запакованому вигляді транспортними засобами. Дані автомати при завантаженні і монтажі переміщують відповідно до схем стропування.

Перед монтажем та огляду автомату його розпаковують, промивають гарячою водою або миючими засобами з наступним висушуванням.

Поверхні деталей, що обробляються та покриті на заводі-виробнику захисним мастилом, промивають бензином, обов'язково ретельно протирають і змащують машинним маслом. Поверхні, що контактують з продуктом, ретельно промивають дезінфікуючим розчином та гарячою водою.

Монтаж автомату розпочинається з встановлення її на підготовленому місці у відповідності до габаритних креслень. Базова поверхня станини фасувального автомату повинна бути горизонтальна, дане положення досягається за допомогою регульованих ніжок, що розміщені у нижній частині станини. Горизонтальність встановлення автомату перевіряється і на поверхні конвеєрів для подачі і відведення контейнерів. Виставити автомат необхідно так, щоб вирівняти його з іншими агрегатами лінії. У кінці перевірити горизонтальність робочого столу.

Черговий етап монтажу – встановлення агрегатів, що були зняті при пакуванні (труби для подачі продукту, напрямні та ін.). Автомат з'єднують з трубопроводом для подачі продукту. Централізована система подачі продукту, повинна забезпечити постійний робочий тиск, однак для більшої стабільності рекомендовано використати подачу у розхідний резервуар автомату через додаткову накопичувальну ємність з регулятором рівня. З'єднують резервуари та ємності трубами відповідного діаметру і матеріалу. Труби можуть бути твердими чи гнучкими, але довжина, що з'єднується з кришкою резервуара, до 1 метра, та обов'язково повинна бути гнучкими, для можливості регулювання резервуар по висоті.

Якщо продукт, який знаходиться у приміщенні, вище встановленого фасувального автомату, то необхідно, щоб відстань між його рівнем в резервуарі не перевищувала 7-8м, в інших випадках обов'язково встановлювати проміжну ємність з поплавком.

Необхідно стежити, щоб при транспортуванні автомату і його монтажі не було порушено налаштувань механізмів, виконаних на заводі-виробнику. Потім підключають електроживлення та заземлення. Усе це здійснюється відповідно до ПУЕ, технічної документації, принциповій електричній схемі з дотриманням спеціальних відповідних правил електробезпеки, дотримуючись порядку: під'єднати електродвигун приводу автомату, інші електродвигуни агрегатів, електродвигун бункера до електросистеми шини, відповідно зі схемою

з'єднання. Під'єднати автомат до центральної магістралі стисненого повітря та продуктопроводу.

Автомат змащують відповідно до схем мащення. Для цього повертають вручну шків на електродвигуні привода і прокручують механізми машини, перевіряючи їх в нормальній роботі, відсутності заїдань та заклинювань. Аналізують правильність підключення електродвигуна методом його короткого увімкнення. Вмикати електродвигун можна лише тільки після того, як підсохла ізоляція, що досягається витриманням автомату в приміщенні протягом доби у сухий сезон і трьох діб – у вологий.

При підготовці автомату до роботи, перш за все здійснюють зовнішній огляд і наявність мащення у рухомих вузлах. Як правило, в якості рідкого мастила використовують – індустриальне масло.

Протягом перших двох тижнів роботи автомату мащення виконують щоденно. Проводиться налаштування на даний типорозмір отриманої партії контейнерів.

Перший запуск автомату проводять на холостому ході, методом короткочасного увімкнення пускового механізму. До цього контролюють відсутність сторонніх предметів чи інструментів на робочому столі автомату. Контролюють правильність підключення та роботу електрообладнання.

Після аналізу роботи на холостому ході автомат запускають під навантаженням, спостерігаючи при цьому за геометричністю з'єднання, рівнем рідини в резервуарі, правильністю роботи фасувальних пристроїв та точністю дозування. Ці операції можуть бути виконаними і до пробного пуску.

Для аналізу точності дозування усі фасувальні пристрої мають бути налаштовані на номінальну дозу, після чого контейнери наповнені у безперервному циклі, відбирають з контрольної партії, що дорівнює потрібній кількості фасувальних механізмів (з перших двох повних обертів заміри не здійснюються).

При відхиленнях та у залежності від конструкцій фасувальних механізмів порції продукту корегують.

Визначивши продуктивність автомату (визначають число контейнерів, виданих автоматом за хвилину), підлаштовують її до продуктивності лінії. При цьому перевіряють і регулюють роботу механізмів зміни продуктивності.

Втручання оператора для обслуговування сучасних автоматів в лінії необхідне лише при відхиленнях від їх нормальної роботи. Під час роботи автоматів необхідно негайно видаляти з них сторонні предмети, але лише при їх повній зупинці.

Короткотривала зупинка автомату здійснюється натиском кнопки «Стоп» на пульті керування; при тривалій зупинці (більше 10 хвилин) припиняють подачу контейнерів до механізму подачі.

Після закінчення роботи лінії (у кінці зміни) продукт змивають, фасувальні пристрої кілька разів промивають теплою чистою водою (50-55°C) та ретельно очищають лінію. При промивці зовнішніх вузлів не можна допускати потрапляння води на електрообладнання і рухомі деталі, і ті, що мають мащення.

Порядок чищення автомату визначений відповідними інструкціями. Існує холодне і гаряче миття фасувальних автоматів, стерилізація розчином 1% каустичної соди і води температурою 60°C (при суттєвих забрудненнях). В більшості автоматів під час мийки на фасувальні пристрої одягають спеціальні захисні ковпачки.

Дотримання відповідного технічного стану обладнання при мінімальних втратах виробництва у більшості залежить від раціональної організації ремонту і технічного обслуговування. Значна роль в цьому аспекті відводиться системі планового ремонту і технічного обслуговування автоматів, яка застосовується на більшості підприємствах харчової промисловості взамін системи планово-попереджувального ремонту.

При капітальному ремонті здійснюють всі операції середнього ремонту, а також заміна зношених муфт, частин труб, арматури. Для перевірки якості ремонту кожен автомат підлягає випробувальному запуску, під час якого регулюють роботу його частин, механізмів на холостому ході. Далі автомат перевіряють під постійно зростаючим навантаженням, одночасно перевіряючи

відповідність його фактичних характеристик нормам, що вказані у паспорті, технічним умовам чи стандартам.

4.2. Розрахунок кількості обслуговуючого персоналу

Визначення чисельності персоналу, для обслуговування автомату:

3 оператори, що обслуговують окремо 3 фасувальні автомати;

1 оператор, що обслуговує палетоформуєчий автомат;

1 слюсар - наладчик.

Отже, для даних автоматів необхідно 5 працівників.

Окрім цього необхідно 3 вкладальники для вкладання стаканчиків у готові коробки і 1 працівник для передачі їх до палетоформуєчого автомату.

Функції, які виконуються цими працівниками, наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Розподіл функцій обслуговування потокової лінії

Персонал	Функції обслуговування	
	Основні	Додаткові
Оператор	Технічна підготовка до пуску. Чищення автомату. Виконання неавтоматизованих операцій.	Участь в налагоджуванні та регулюванні обладнання. Проведення вибіркового контролю.
Наладчик - слюсар	Підготовка до пуску. Технічне обслуговування. Спостереження за працюючим автоматом	Участь в ремонті обладнання, контролі виробів, перевірка роботи
Робітник – укладальник	Виконання неавтоматизованих операцій для вкладання наповнених контейнерів у коробки.	Проведення вибіркового контролю.

4.3. Розрахунок матеріальних потоків

Швидкість руху напіврідкого продукту такого як рідкий маргарин по трубопроводу визначається із рівняння витрат, м/с:

$$v = \frac{V}{3600 \cdot s} = \frac{4 \cdot V}{3600 \cdot \pi \cdot d^2} = \frac{V}{900 \cdot \pi \cdot d^2},$$

де V - кількість рідини, м³/год;

v - швидкість руху вершкового масла, м/с

$$s = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \text{ - площа перерізу трубопроводу, м}^2;$$

d – внутрішній діаметр трубопроводу, м.

Внутрішній діаметр трубопроводу, що задовольняє технологічним вимогам, визначається за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{V}{900 \cdot \pi \cdot v}}, \text{ м.}$$

Швидкість руху в'язкої речовини (вершкового масла) рекомендується брати 0,2-0,3 м/с.

Кількість руху рідини, що пропускається трубопроводом в одиницю часу, визначається продуктивність автомату типу PG.

Продуктивність даного автомату становить 120 ст/хв;

Максимальна місткість стаканчика 250мл, то машина споживає таку кількість рідини за годину:

$$V = Q \cdot V_{\text{ст}}$$

$$V_1 = 120 \frac{\text{шт}}{\text{хв}} \cdot 0,25 \frac{\text{л}}{\text{шт}} = 30 \frac{\text{л}}{\text{хв}} = 1,8 \frac{\text{м}^3}{\text{год}};$$

Діаметр трубопроводу, що задовольняє технологічним вимогам, буде рівний:

$$d_1 = \sqrt{\frac{1,8}{900 \cdot 3,14 \cdot 0,25}} = 0,05 \text{ м};$$

Швидкість руху йогурту по трубопроводу:

$$v = \frac{1,8}{900 \cdot 3,14 \cdot 0,05^2} = 0,25478 \frac{\text{м}}{\text{с}},$$

Отже, швидкість руху рідкого вершкового масла у трубопроводі складатиме 0,25 м/с.

4.4. Розрахунок періодичності поповнення запасів матеріалів

Періодичність поповнення засобів нагромадження поштучних виробів визначає час безперебійної роботи справної машини, величина якого може бути визначена, як:

$$T_{роб} = \frac{E}{Q_{цик}},$$

де $Q_{цик}$ - циклова продуктивність машини;

E - об'єм нагромадження (магазину чи бункера) в штуках.

В автоматі типу PG є 2 магазини для поштучних виробів, а саме:

магазин контейнерів;

магазин кришок;

Періодичність поповнення засобів нагромадження контейнерів :

$$T_{роб} = \frac{E}{Q_{цик}} = \frac{100шт}{120 \frac{шт}{хв} : 4} = 3,33хв.$$

Через кожні 3,33 хвилин потрібно поповнювати запаси сконтейнерів, якщо магазин контейнерів має 100 штук, але з врахуванням того, що у кожному автоматі є по 4 магазини, то кожен магазин необхідно змінювати через 13,33 хв.

Періодичність поповнення засобів нагромадження кришок :

$$T_{роб} = \frac{E}{Q_{цик}} = \frac{250шт}{120 \frac{шт}{хв} : 4} = 8,33хв.$$

Через кожні 8,33 хвилин потрібно поповнювати запаси кришок, якщо магазин кришок має 250 штук, але з врахуванням того, що у кожному автоматі є по 4 магазини, то кожен магазин кришок необхідно змінювати через 33,33 хв.

5. ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ТОЧНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ФАСУВАННЯ

Проведення аналізу точності технологічного процесу фасування вершкового масла.

Маса дози 250 ± 5 г.

1. Відберемо 50 зразків, які розташуємо в порядку зростання маси стаканчиків вершкового масла:

240,5г 245г 249г 252г ... 252,5 г

2. $\Delta p = 252,5 - 240,5 = 12$

3. Середнє арифметичне значення ваги контейнерів масла:

$$\bar{x} = \frac{1}{50} \sum_{i=1}^{50} x_i = 246,0\text{г}$$

4. Середнє квадратичне:

$$s = \sqrt{\frac{1}{50} (x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_{50} - \bar{x})^2} = 0,25$$

5. Розбиття поля розсіювання на рівномірні інтервали

$$k = 1 + 1,015 \log N_{50} = 6$$

6. Ширина кожного інтервалу визначаємо як:

$$\Delta = \frac{\Delta p}{k} = \frac{12}{6} = 2$$

Таблиця 5.1 – Розподіл точності процесу фасування масла

Номер інтервалу	1	2	3	4	5	6
Границя інтервалу	240,5	242,5	244,5	246,5	248,5	249,5
Середина інтервалу	242,5	244,5	246,5	248,5	249,5	252,5
Число стаканчиків	1	3	14	20	8	2

Знайдемо p - ймовірність попадання контейнерів в інтервали

Таблиця 5.2. – Ймовірність отримання стаканчика із заданою вагою

N	1	2	3	4	5	6
P	0,02	0,06	0,28	0,40	0,16	0,04

$$T_n = \frac{\delta}{\Delta p} = \frac{10}{12} 0.833$$

Коефіцієнт точності технологічної операції дозування

$$K_1 = \frac{\Delta p}{T_n} = \frac{12}{0.833} = 14.4$$

Коефіцієнт похибки налагодження фасувального автомату для пакування контейнерів вершкового масла

$$E = \frac{\delta - 6S}{2\delta} = \frac{10 - 6 \cdot 0.25}{20} = 0.425$$

Визначаємо допустиму похибку налагодження обладнання:

$$E_{\text{дон}} = \frac{250 - 246}{10} = 0.4$$

Оскільки $E < E_{\text{дон}}$, а $T_n < 1$ то можна зробити висновок, що дозування відбувається в межах норми, і бракована продукція є відсутньою.

ВИСНОВКИ

Проблеми пакування харчових продуктів і напівфабрикатів вимагають уваги з боку виробництва та відділів продажу, оскільки нераціональний її вибір значно впливає на попит, конкурентність, якість та економічну ефективність. Упаковка покращує вантажообіг, облік і комерційні операції, направляє споживачів певних вікових груп або категорій на особливості товару.

Сучасні тенденції пакування продовольчих товарів базуватися як на новітніх інформаційних технологіях, так і на модульному принципі проектування. В умовах гострої конкуренції на ринку збуту продукції суттєво зростає і роль упаковки. Це доводить практика реалізації більшості видів продовольчих продуктів.

В технічній частині даного проекту наведений аналіз вихідних даних, а також основних характеристик продукту, який планувалося пакувати, вибраний вид упаковки, була наведена детальна технічна характеристика машин та механізмів, які необхідно встановити для забезпечення виконання технологічного процесу пакування вершкового масла в полімерні контейнери, на основі проведеного аналізу вирішені задачі магістерської роботи.

В технологічній частині детально описані всі етапи технологічного процесу, наведені необхідні схеми. На основі схеми технологічного процесу наведена таблиця всіх основних, а також допоміжних операцій, які виконують основні функціональні вузли даної лінії.

В конструкторській частині описана конструкція основних вузлів автоматів лінії. В даному розділі також проведений детальний розрахунок продуктивності автомату, визначення кількості основного і допоміжного обладнання, опис пневматичної схеми машини, опис конструкції та роботи вузлів, розрахунок основних виконавчих механізмів до якого відносяться: розрахунок пружини механізму подачі етикеток, розрахунок вакуум-захвату пристрою видачі упаковок на транспортер.

В експлуатаційній частині розроблений алгоритм монтажу, ремонту і умов експлуатації автомату, розраховано кількість персоналу та матеріальні потоки, наведено розрахунок періодичності поповнення номенклатури запасів матеріалів.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Автоматизація виробництва в машинобудуванні. Частина II : навчальний посібник / Ю. І. Муляр, С. В. Репінський. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 123 с.
2. Іскович-Лотоцький, Р. Д. Обладнання автоматизованих виробництв. Частина 1. Верстативавтомати : навчальний посібник / Р. Д. Іскович-Лотоцький, О. Д. Манжілевський – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 91 с.
3. Проць Я.І. Автоматизація виробничих процесів. Навчальний посібник для технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. /Я.І. Проць, В.Б. Савків, О.К. Шкодзінський, О.Л. Ляшук – Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. – 344 с.
4. Гідропневмоприводи та пристрої автоматики: Навчальний посібник / А. В. Люта, Є. Ф. Чекулаєв. – 2-е видання (перероблене). – Краматорськ: ДДМА, 2020. – 172 с
5. Abduganiyeva Yulduzoy Shakhabinovna. (2022). AUTOMATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES. European Journal of Humanities and Educational Advancements, 3(12), 130-131. Retrieved from <https://scholarzest.com/index.php/ejhea/article/view/3077>.
6. Davim J. P., Markopoulos A. P., Markopoulos A. Advanced Machining Processes: Innovative Modeling Techniques. Taylor & Francis Group, 2017. 327 с..
7. . ДСТУ 4399:2005 Масло вершкове. Технічні умови.
8. Власенко В.В., Машкін МІ., Бігун П.П. Технологія виробництва і переробки молока та молочних продуктів. - Вінниця : Гіпаніс, 2000. - 306 с.
9. ДСТУ 4422:2005 Молочна промисловість. Виробництво масла. Терміни та визначення понять - К.: Держспоживстандарт України, 2006. - III, 14 с.
10. Кухтин М.Д., Горюк Ю.В. Мікробіологія молочних продуктів вироблених з молока коров'ячого сирого / Кухтин М.Д., Горюк Ю.В. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана

Пулюя, 2023. – 149 с.

11. Manufacturing automation: metal cutting mechanics, machine tool vibrations and CNC design (2nd ed.) Cambridge. 2012. 382 p..

12. Сирохман І.В. Товарознавство продовольчих товарів: підручник / І.В. Сирохман, І.М. Задорожній, П.Х. Пономарьов. - 4-е вид., переробл. і допов. К.: Лібра, 2017. 660 с.

13. Технологічне обладнання для переробки продукції тваринництва: Навч. посібник/ О.В. Гвоздєв, Ф.Ю. Ялпачик, Ю.П. Рогач, Л.М. Кюрчева/ За ред. к.т.н. О.В. Гвоздєва. – Суми: Довкілля, 2004. – 420 с.

14. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу: Навч. посібник/ О.В. Гвоздєв, Ф.Ю. Ялпачик, Ю.П. Рогач, М.М. Сердюк. – К.: Вища освіта. 2006. – 479 с.

15. Машкін М.І., Париш Н.М. Технологія виробництва молока і молочних продуктів: Навч. видання.- К.: Вища освіта, 2006 – 351 с.

16. Бровко О. Г. Товарознавство. Продовольчі товари: навчальний посібник. – К.: Кондор, 2010. – 730 с

17. Товарознавство молочних товарів: навч. пос. / А.Б. Рудавська, Г.В. Дейниченко, В.М. Козлов, Г.І. Дюкарева – Х.: ХДУХТ, 2004

18. «Буренніков Ю.А. Гідравліка, гідро-та пневмоприводи. Навч. посібник./Ю.А.Буренніков, Л.Г. Козлов, В.П.Пурдик, С.В.Репінський./ - Вінниця: ВНТУ, 2014. – 238с.

19. Онищенко О.Г., Дураченко Г.Ф. Гідро- та пневмоприводи. Навчальний посібник - Полтава:ПолтНТУ,2009.-202 с.;іл.

20. Скорченко Т.А., Поліщук Г.Є., Грек О.В., Кочубей О.В. Технологія незбираномолочних продуктів [Текст]: навч. посіб. – Вінниця: Нова Книга, 2005. – 264 с

ДОДАТКИ