

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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


Кафедра мехатроніки та пакувальної техніки

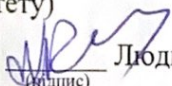
«До захисту в ЕК»

«До захисту допущено»

Директор інституту (декан факультету)

Завідувач кафедри


(підпис) Сергій БЛАЖЕНКО


(підпис) Людмила КРИВОПЛЯС-ВОЛОДИНА

«24» 05 2023р.

«28» 05 2023р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

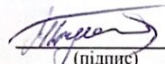
зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»

освітньо-професійної програми «Прикладна механіка»

на тему: Розробка двохканального функціонального мехатронного модуля дозування, з регулюванням дози рідкого продукту від 10 до 250мл, продуктивністю 600 – 1800 порцій/ год

Виконав: здобувач 4 курсу, групи 1

Бутик Тарас Васильович


(підпис)

Керівник Кривопляс-Володіна Людмила Олександрівна


(підпис)

Консультанти Бойко Ю. І.
(ім'я та прізвище)


(підпис)

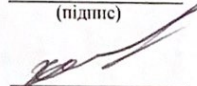
(ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Рецензент Бойко Ю. І.
(ім'я та прізвище)


(підпис)

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

Здобувач


(підпис)

Київ - 2023р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого

Кафедра Мехатроніки та пакувальної техніки

Освітній ступінь Бакалавр

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Прикладна механіка

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____ МПТ



Людмила КРИВОПЛЯС-ВОЛОДИНА

« 04 » _____ 04 _____ 2022 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Бутик Тарас Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка двохканального функціонального мехатронного модуля дозування, з регулюванням дози рідкого продукту від 10 до 250мл, продуктивністю 600 – 1800 порцій/ год

керівник Кривопляс-Володіна Людмила Олександрівна

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 14 » 04 _____ 2023 року № 233-

2. Строк подання здобувачем роботи _____ 29.05.2023

3. Вихідні дані до роботи 1. Обладнання для дозування рідких та в'язких харчових продуктів в напівжорстку упаковку; 2. Вид тари – полімерні стаканчики діаметром 65 мм, та висотою 90 мм. 3. Змінна продуктивність 600-1800 упаковок/год.

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

Реферат: Вступ; 1. Аналіз процесу пакування та огляд існуючого обладнання,

2. Характеристика машини: опис принципу роботи та конструкції, ,

3. Розрахунок машини і її окремих механізмів, 4. Основні положення монтажу,

правил експлуатації і діагностики, 5. Вимоги охорони праці; Висновки;

Список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу

1 лист – Загальний вид

2 лист – Конструкція поворотного столу


3 лист – Дозувально-фасувальний пристрій

4 лист – Шафа керування

5 лист – 3D модель машини

6 лист – Технології машинобудування

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	з 1
Тех.маш.	Бойко Юрій Іванович		

7. Дата видачі завдання 14.04.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи
1	Реферат	16.04.23
2	Вступ	17.04.23
3	Аналіз процесу пакування та огляд існуючого обладнання	19.04.23
4	Характеристика машини: опис принципу роботи та конструкторії	21.04.23
5	Розрахунок машини і її окремих механізмів	23.04.23
6	Основні положення монтажу, правил експлуатації і діагностики	29.04.23
7	1 лист	06.05.23
8	2 лист	08.05.23
9	3 лист	12.05.23
10	4 лист	15.05.23
11	5 лист	20.05.23
12	6 лист	23.05.23
13	Вимоги охорони праці	26.05.23
14	Висновки	27.05.23

Здобувач


(підпис)

Гарас БУТІК
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи


(підпис)

Людмила КРИВОПЛЯС-ВОЛО,
(ім'я та прізвище)

Зміст

Реферат.....	3
Вступ.....	5
1. Аналіз процесу пакування та огляд існуючого обладнання	7
1.1 Аналіз процесу пакування	7
1.2 Огляд існуючого фасувально-пакувального обладнання.....	14
2. Характеристика машини: опис принципу роботи та конструкції	21
2.1 Опис принципу роботи та конструкції	21
2.2 Принцип роботи та технологічні особливості	23
3. Розрахунок машини і її окремих механізмів.....	40
3.1. Технологічний розрахунок часу безперервної роботи робота-маніпулятора.....	40
3.2. Визначення сили опору при виділенні стаканчика та кришки з магазину.....	43
4. Основні положення монтажу, правил експлуатації і діагностики	56
4.1 Експлуатація.....	56
4.2 Технічне обслуговування.....	59
5. Вимоги охорони праці.....	60
Висновки.....	89
Список використаної літератури.....	91

					КРБ.76.00.000 ПЗ					
Змін	Арк	№ докум	Підпис	Дата						
Разробив	Бутик				Зміст			Літера	Арк	Арк
Перевірів	Кривопляс-Володіна							у		7
Н. Контр.					НУХТ ПМ-IV-1					
Утв					2					

РЕФЕРАТ

Бакалаврська кваліфікаційна робота на тему: «Розробка двохканального функціонального мехатронного модуля дозування, з регулюванням дози рідкого продукту від 10 до 250мл, продуктивністю 600 – 1800 порцій/ год», досліджує параметри карусельної машини для пакування в'язких продуктів у напівтверду тару з метою підвищення продуктивності.

Пріоритетним напрямом розвитку науки та технологій на сучасному рівні є розробка, створення та впровадження мехатронних систем нового покоління. На базі технічних досягнень у сферах механіки, автоматики, електроніки та інформатики формується підхід до синтезу електромехатронних систем, які впливають на роботу автоматизованого керування машинами та механізмами у харчовій та пакувальній галузях. Головна концепція електромехатронних систем полягає в узгодженні принципів проектування фізично різнорідних компонент механічної та електричної системи. Спільне функціонування таких систем і їхніх підсистем дає змогу забезпечити необхідні параметри та характеристики машин і механізмів вже на ранніх стадіях проектування. Такий підхід вимагає наявності розвиненої системи автоматизованого проектування та керування та складається з програмних модулів автоматизованого формування, дослідження математичних моделей динаміки як машин загалом, так і їхніх окремих функціональних частин. На базі створених функціональних мехатронних систем та підсистем розвиваються перспективні методи їх діагностування, що сприяють створенню сучасних автоматизованих конструкцій, які мають широкі можливості та взаємозаміну елементів.

У літературному огляді досліджуються технологічні процеси фасування в'язких продуктів та представлені основні конструкції вузлів та обладнання, які

					<i>КРБ.76.00.000 ПЗ</i>		
<i>Змін</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розробив</i>	<i>Бутик</i>				<i>Літера</i>	<i>Арк</i>	<i>Арк</i>
<i>Перевірів</i>	<i>Кривопляс-Володіна</i>				<i>у</i>		<i>7</i>
<i>Н. Контр.</i>					<i>Реферат</i>		
<i>Утв</i>					<i>НУХТ ПМ-IV-1</i>		
							3

використовуються для цього процесу.

За допомогою математичних моделей, що описують рух неньютонівських рідин, було прийняте рішення щодо пошуку можливостей для збільшення продуктивності устаткування за допомогою механічної системи. Розрахункова частина містить графо-аналітичний синтез профілів напрямних пристроїв для розгону валу поворотного столу фасувальної машини згідно із законом швидкодії.

Пояснювальна записка складається з 93 сторінок текстової інформації та включаючи креслення формату А1 – 6 шт

Ключові слова дослідження: рідина, в'язкість, дозатор, тиск повітря, двохканальний, функціональний, мехатронний модуль.

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
						4
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

ВСТУП

Удосконалення і розробка нових машин та устаткування для виробництва упакованої продукції є одним з основних завдань, що допомагає підвищити ефективність в харчовій промисловості.

Автоматизація та механізація процесу пакування дозволяє підвищити ефективність виробництва, мінімізувати втрати продукції, забезпечувати збереження якості продукту та замінювати трудомісткі та монотонні операції на підприємствах харчової промисловості автоматичними технологіями на кінцевій стадії виробничого процесу.[1,5]

Одним із головних завдань розробок у галузі є створення та впровадження у виробництва високоефективних систем, машин та обладнання, які забезпечують автоматизацію технічних процесів, оптимальне використання сировини, скорочення витрат при її переробці, зберіганні та переміщенні, а також покращення якості і розширення асортименту виготовлюваної продукції.

Одним з ключових завдань упаковки є збереження продукту в необхідному стані, якісно та кількісно, протягом усього циклу транспортування, складування та продажу. Саме тому процес пакування відіграє важливу роль у виробничому процесі, забезпечуючи надійну підготовку продукту до реалізації.[2,7]

Сьогодні на ринку присутні вироби з різноманітними фізико-механічними та біологічними властивостями, що вимагає використання відповідних технологій пакування та обладнання для ефективної їх реалізації.

Для успішної реалізації технологій та методів пакування необхідний відповідний рівень технічної бази. Такими засобами можуть бути: пристрої, автоматичні та напівавтоматичні машини, агрегати, автоматизовані потокові

					КРБ.76.00.000 ПЗ			
<i>Змін</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Вступ</i>	<i>Літера</i>	<i>Арк</i>	<i>Арк</i>
<i>Разробив</i>		<i>Бутик</i>				<i>у</i>	<i>5</i>	<i>7</i>
<i>Перевірів</i>		<i>Кривопляс-Володіна</i>						
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утв</i>								
						<i>НУХТ ПМ-IV-1</i>		<i>5</i>

лінії та автономні функціонально відділені комплексно автоматизовані ділянки пакування. Розвиток країни в технічному та економічному плані визначає наявність і співвідношення кожного з цих засобів на ринку.

В Україні спостерігається тенденція до створення упаковки, яка максимально зручна для споживача. Цьому сприяють різноманітні соціальні і економічні фактори, що ставить перед виробниками високі вимоги до розробки відповідної продукції та відповідної упаковки.

Щоб задовольнити потреби споживачів, необхідно здійснювати розробку нових технологій та обладнання, що вимагає знань структури машин, аналізу та прогнозування розвитку технологій та обладнання для пакування. [8,9]

Мета роботи – спроектувати обладнання для пакування рідкої та в'язкої продукції у пластикові стаканчики.

Об'єкт розробки – фасувально пакувальний агрегат для пакування рідкої та в'язкої продукції у пластикові стаканчики продуктивністю 600-1800 порцій за годину.

Задачою проекту є розробка двохканального функціонального мехатронного модуля дозування, з регулюванням дози рідкого продукту від 10 до 250мл, продуктивністю 600 – 1800 порцій/ год.

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
						6
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

1 Аналіз процесу пакування та огляд існуючого обладнання

1.1 Аналіз процесу пакування

Процес пакування - це процес упакування продукту у відповідну упаковку з метою збереження його свіжості та безпеки під час транспортування та зберігання. Упаковка може бути різної форми та розміру, від паперових пакетів до скляних банок, пластикових пляшок та металевих контейнерів.[11-15]

Процес пакування зазвичай складається з наступних етапів:

Підготовка продукту: перед пакуванням продукт потрібно підготувати до упаковки, зокрема, очистити, порізати на шматочки та/або виміряти необхідну кількість.

Підготовка упаковки: пакувальний матеріал потрібно підготувати, зокрема, вирізати на необхідну форму та розмір та встановити на пакувальні машини.

Наповнення упаковки: продукт потрібно наповнити упаковку відповідно до вимог безпеки та ваги.

Запечатування: упаковку необхідно запечатати, щоб захистити продукт від забруднення та зберегти його свіжість.

Маркування: на упаковці можуть бути нанесені різні маркувальні знаки, такі як назва продукту, дата виготовлення, термін зберігання тощо.

Перевірка: перед відправкою продукту на склад або до магазину необхідно перевірити, що упаковка запечатана із збереженням усіх необхідних маркувальних знаків.

					КРБ.76.00.000 ПЗ		
<i>Змін</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разробив</i>	<i>Бутик</i>				<i>Літера</i>	<i>Арк</i>	<i>Арк</i>
<i>Перевірів</i>	<i>Кривошляс-Володіна</i>				<i>у</i>		<i>7</i>
<i>Н. Контр.</i>					<i>Аналіз процесу пакування та огляд існуючого обладнання</i>		
<i>Утв</i>					<i>НУХТ ПМ-IV-1 7</i>		

Важливо, щоб процес пакування був виконаний з дотриманням усіх вимог щодо безпеки та гігієни, оскільки невідповідність може призвести до контамінації продукту та викликати шкоду до здоров'я споживачів. Також важливо, щоб упаковка була ефективною, тобто захищала продукт від зовнішніх факторів, таких як світло, волога, температура та повітря. Це допомагає зберігати продукт свіжим та безпечним для споживання на тривалий період часу.

Пакування має велике значення для бізнесу, оскільки допомагає збільшити термін зберігання продукту, зменшити втрати через розкладання та досить ризику. Крім того, добре спроектована упаковка може зробити продукт більш привабливим для споживачів та сприяти підвищенню продажів.

Під час аналізу літературних джерел та існуючих конструкцій функціональних мехатронних модулів дозування із регулюванням дози рідкого продукту, виявлені конструкції із інтегрованими системами дозувально-фасувальних вузлів. Переважно, дозування в них відбувається по об'єму, вазі або по часу.[16]

Одним із прикладів є система JESSBERGER singlecolumn drum emptying system рис.1. Підйомні пристрої з електричним або пневматичним приводом використовуються в багатьох галузях промисловості для підйому та розміщення важких вантажів. У поєднанні з ексцентричним гвинтовим насосом також можна швидко, безпечно та напівавтоматично сформувати дозу для бочки з рідким або в'язким середовищем. Найчастіше такі системи потребують швидкого, чистого та максимально простого витиснення в'язких рідин із різних споживчих або групових упаковок. У багатьох із цих застосувань виробнику насосів уже недостатньо пропонувати лише один насос. На рис. 1 запропонована комплексна система рішення в галузі

автоматизації, дозування та техніка керування дозуванням із пневмоавтоматикою. Такі спеціальні конструкції були поставлені відомим

									Арк
									8
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата					

німецьким компаніям. Прикладом напівавтоматизованого наповнення споживчих упаковок є мобільна одноколонна система дозувально-фасувального типу.

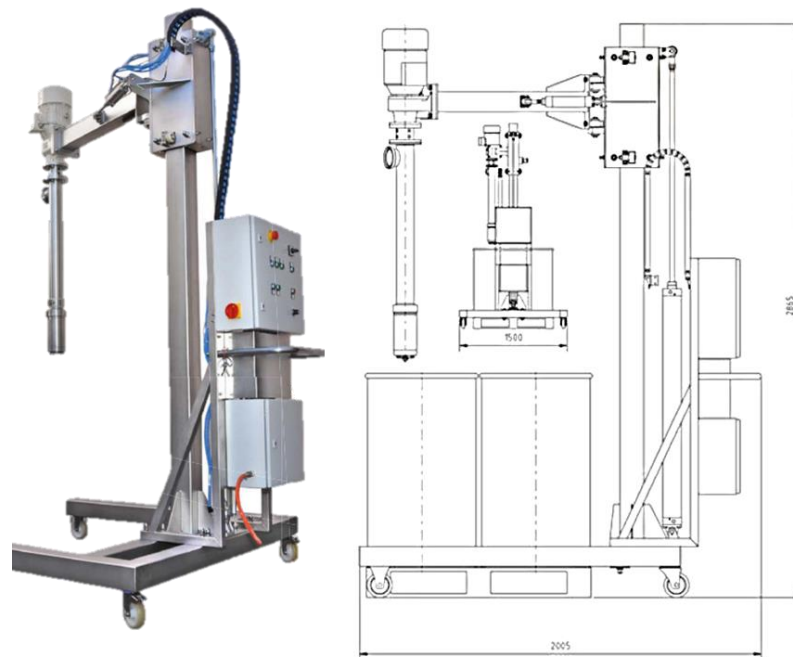


Рис. .1.1. Мобільна одноколонна система дозувально-фасувального типу.

Електронна система гравітаційного фасування Sensometric VPG (рис. 1.=1) застосовується для негазованих напоїв (вода, сік) і для високовязких продуктів (лікери, кетчуп, засоби очищення).

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		9

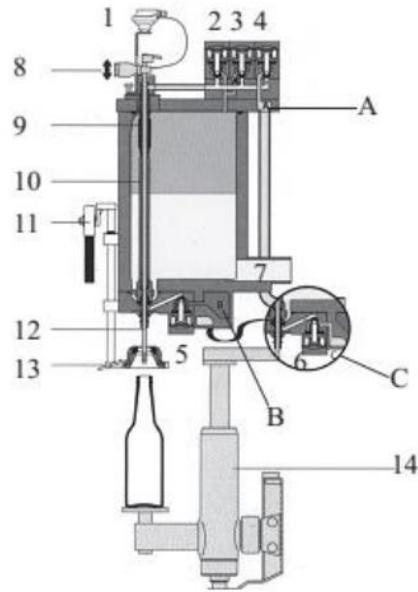


Рис.1.2. Схема фасувального пристрою машини Sensometric VP-VI: 1 — пневмоциліндр для керування рідинним клапаном; 2 — кран для створення попереднього тиску в тарі і для зворотного газу (керує швидким наповненням пляшки продукцією); 3 — кран для створення попереднього тиску в пляшці і для зворотного газу (керує повним наповненням пляшки); 4 — кран зворотного газу; 5 — кран для створення вакууму; 6 — розвантажувальний кран; 7 — патрубок подачі продукції; 8 — зонд; 9 — кожух; 10 — конус крана; 11 — ролик кулачкового керування; 12 — зонд; 13 — центрувальний конус; 14 — підйомний циліндр; А — канал для зворотного газу; В — вакуумний канал; С — розвантажувальний канал

Схема установки безклапанного електропневматичного дозувального пристрою із модулем керування наведена на рис. 1.2.

										Арк
										10
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

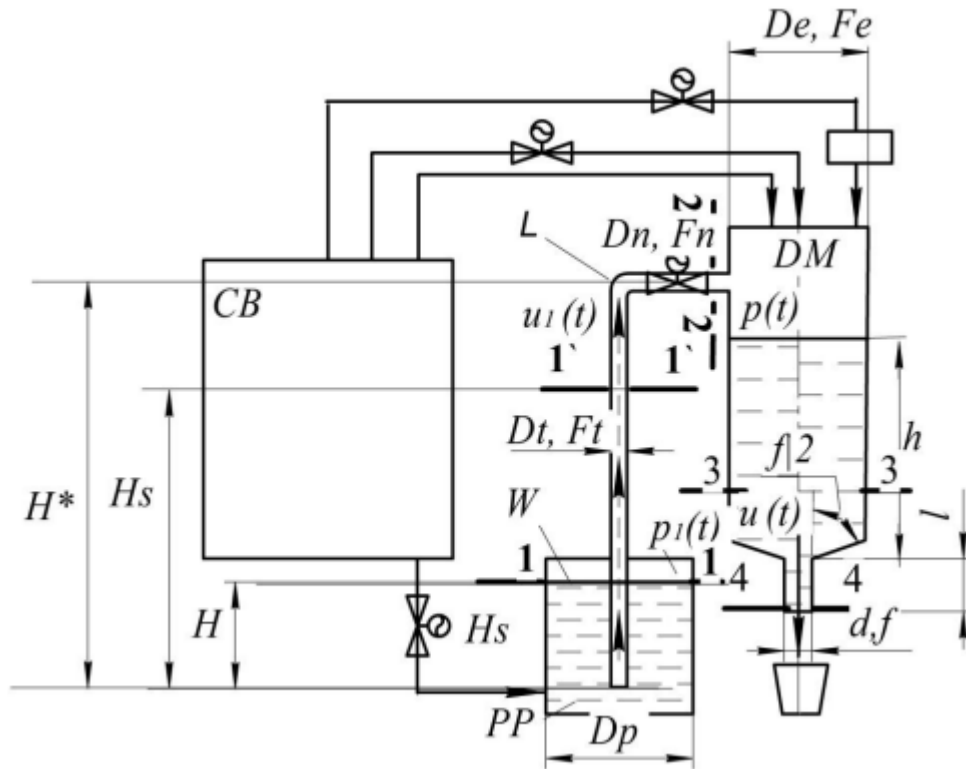


Рис. 1.3. Схема установки безклапанного електропневматичного дозувального пристрою ерліфтного типу із модулем керування

На рисунку 1.3 зображено безклапанний електропневматичний дозувальний пристрій типу "ерліфт" з додатковою дозувальною ємністю. Цей пристрій відноситься до дозувальних систем напірного типу. Конструкція включає резервуар-живильник (PP) 1 з датчиком рівня рідини 2 та системою для витискання продукту в дозувальний ресивер (ДЕ) 3. Запропонована схема (рисунок 1.2) містить пневматичну систему керування (КП) 4, яка обробляє сигнали тиску з PP (p_1) і ДЕ (p) у програмованому логічному контролерному (ПЛК) модулі. Подальше керування виконавчими пневмоклапанами дозатора здійснюється шляхом подачі керуючих сигналів на клапани 5–8.

Об'єкт управління (ОУ) складається з резервуару-живильника (PP) з датчиком рівня, дозувального ресивера (ДЕ) та виконавчих пневмоклапанів дозатора (ДУ). Для керування тиском витиснення у дозувальному ресивері була обрана система керування зі зворотним зв'язком, використовуючи формат

токової петлі з діапазоном від 4 до 20 мА. Це означає, що керуючий сигнал, поданий на соленоїд розподільника, який керує постачанням стисненого повітря до виконавчих пневмоклапанів дозатора (ДУ), регулюється за допомогою змінного струму в діапазоні від 0 до 5 секунд. [17]

Дозатор працює на основі програмного керування, яке регулює подачу тиску до дозувального ресивера (ДЕ) з резервуара-живильника (РР), розташованого на висоті H^* над ним. Принцип полягає в тому, що доза продукту формується шляхом зміни тиску в системі виконавчих пневмоклапанів дозатора (ДУ) за допомогою ежектора, і продукт виходить через зливний патрубок 9 (ДЕ).

Дозування контролюється шляхом моніторингу тиску p у замкненому газовому середовищі змінного об'єму, який утворюється під час витікання продукту.

У початковому стані дозувального модуля, перед початком процесу дозування, дозувальний ресивер (ДЕ) з'єднується з джерелом живлення через відкритий клапан 7. В цей час також відбувається продування стисненим повітрям зливного патрубку 9, вхідного патрубку 11 та з'єднувального трубопроводу 12, що забезпечує очищення продуктопроводу дозатора перед наступним циклом дозування.

Під час роботи виконавчих пневмоклапанів дозатора (ДУ) у режимі дозування здійснюється програмована командна зміна тиску, яка формується у пристрої керування з використанням ПЛК (програмованого логічного контролера). [18]

В системі керування експериментальним стендом застосовані елементи CAMOZZI: драйвери серії 130 які пропорційно керують розподільниками клапанного типу серії AP (2/2), електронні датчики/реле тиску, серії SWCN, стабілізатор тиску 40M2L100A120MC02 (бустер). Драйвер, формуючий

									Арк
									12
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата					

ШІМ-сигнал, у замкненому контурі регулювання струмом 4...20 мА, забезпечує частоту сигналу до 500 Гц на котушку соленоїду електромагнітного клапану подачі стисненого повітря у систему дозувального ресиверу та продуктопроводу. Напряга живлення у ланцюзі керування становить 24 VDC ($\pm 10\%$), відповідно до обраного значення пропорційним розподільником АР. Витрати стисненого повітря будуть залежати від величини вхідного магістрального тиску Р (0,1...0,3 МПа), і за даними [7, 8], складають 80...160 (Нл/хв).

Використання автоматизованих методів у процесі ерліфтного дозування базується на використанні моделі, яка враховує основні характеристики рідинного середовища, такі як витрата, густина, тиск і вакуум.

Перепади тиску в ДУ програмно контролюється регулятором (РД) тиску p_1 в РР та цифровим вакуумметром. Під час роботи РД, зміна тиску $p_1(t)$ формувалась по заданому експоненціальному, синусоїдальному, закону, формованому за допомогою програми подачі сигналу: східчаста, імпульсна, гармонійна.

Розміри продуктопроводу, патрубка, вихідної насадки та постійна часу перезавантаження (ПЗ) вибираються таким чином, щоб забезпечити перевищення витрати продукту, що виходить у дозувальний ресивер (ДЕ), порівняно з витратою через вихідний переріз насадки. Отже, починаючи з моменту початку витікання продукту через вихідний переріз, рівень продукту h в ДЕ збільшується. Це призводить до зростання тиску стисненого повітря в ДЕ.

При досягненні заданого тиску дозатора (p_u) рівень заповнення ДЕ досягає критичної точки і процес наповнення завершується. Резервуар-живильник (РР) сполучається з атмосферою через клапан 5, що призводить до практичного зниження тиску p_1 до майже нуля. У той же час, клапан продувки 7 відкривається, і тиск у ДЕ збільшується до значення тиску живлення, утворюючи надлишковий тиск. Під цим тиском продукт витікає з ДЕ через трубопровід 12. Після цього дозатор повертається до початкового стану продувки (стану 25).

Якщо у ДУ виникає вакуум, тоді активується регулятор рівня (РУ). РУ порівнює початкове значення в резервуарі-живильнику (РР) (параметр Н0) з

						КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			13

заданим значенням і генерує керуючий сигнал для клапана 8, щоб поповнити РР. Блоки РД (регулятор рівня), ПЗ (постійна часу перезавантаження) і РУ (регулятор уривня) є частинами системи управління (УУ).

Цикл дозування складається з кількох етапів, включаючи заповнення трубопроводу 12 продуктом, часткове наповнення ДЕ і подальше витіснення продукту в режимі продувки системи управління УУ. В процесі роботи дозувального пристрою (ДУ) значення конструктивних параметрів залишаються постійними (прохідні перерізи продуктопроводу, патрубк і вихідного перерізу насадки, висота H^* ДЕ, довжина трубопроводу для стисненого повітря і об'єм ДЕ). Тому постійна часу перезавантаження (ПЗ) і тиск джерела живлення 10 визначають об'єм дози (V_d) як функцію тиску p_u дозатора і початкового рівня заповнення РР (H_0). Функцію $V_d = f_1(p_u)$ отримано при фіксованому значенні H_0 , що забезпечує робочу тарувальну характеристику дозувального модуля. Функція $V_d = f_2(H_0)$ характеризує похибку при фіксованому значенні тиску p_u при зміні початкового рівня заповнення РР. За результатами експериментальних досліджень виявлено, що значення похибки не перевищує $\pm 1\%$, при $H_0 = \text{const}$ і використанні двопозиційного регулювання тиску $p_1(t)$.

1.2 Огляд існуючого фасувально-пакувального обладнання

Після огляду існуючого обладнання для фасування в'язких продуктів можна зробити висновок про тенденцію заміни низькопродуктивного обладнання на високопродуктивне, [19] а також про необхідність пошуку альтернативних рішень в дозувальних пристроях. Однією з найбільш поширених груп обладнання є машини горизонтальної компоновки робочих вузлів дозувально-фасувальних машин. Крім того, машини поділяються на напівавтоматичні та автоматичні в залежності від режиму роботи. Машини-автомати можуть бути як однопотоковими (рис.1.4), так і багатопотоковими (рис. 1.5).

						КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			14

Рис. 1.4 показує автоматичну машину для пакування продукту в готову тару з різноманітних матеріалів, таких як поліпропілен, ламінат, полістирол і вспінений полістирол, яка може формувати упаковку круглої або прямокутної форми в двох або трьох секціях. Дозатор розташований у верхній частині машини, а продукт здійснює переміщення під дією надлишкового тиску безпосередньо у сформований пакет.



Рис. 1.4 Автоматична система для точного дозування в'язкої продукції, розроблена компанією "Taurus fenix".

									Арк
									15
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	КРБ.76.00.000 ПЗ				

Багатопотоковий дозатор для морозива зображений на рис. 1.5. На станині розміщено ряд дозаторів, які подають продукт в стаканчики, що розміщені на плиті. Для роботи дозаторів використовують пневмоприводи, які можуть бути підключені до компресора або магістралі із стиснутим повітрям. Це дозволяє встановити більшу кількість дозаторів та збільшити продуктивність обладнання.



Рис. 1.5 Машина-автомат для дозування морозива ОЛ2-В

Можна зазначити переваги багатопотокових машин-автоматів порівняно з однопотоковими, зокрема, що вони мають більшу продуктивність, оскільки можуть одночасно наповнювати кілька упаковок. При цьому вартість додаткового обладнання, такого як компресор і система очистки повітря, залишається сталою або збільшується незначно. Багатопотокові дозатори

										Арк
										16
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

КРБ.76.00.000 ПЗ

зазвичай використовуються, коли потрібно забезпечити продуктивність, яка знаходиться між машинами-автоматами та високопродуктивними лініями.[20]

Також варто зазначити структуру автоматичної машини для упаковки джемів в полімерні контейнери.

Машина-автомат (рис. 1.6) має конвеєр, що забезпечує покрокове переміщення тари. Устаткування оснащено двопотоковим дозатором, що дозволяє підвищити продуктивність лінії і зменшити час наповнення мірної місткості дозатора. Для забезпечення покрокового переміщення використовується серводвигун, а для орієнтування тари відносно дозатора - кінцеві датчики.



Рис. 1.6 Автомат фасувально-пакувальний УФП-25А для фасування й герметичного впакування настоподібних продуктів

Електричне устаткування має кілька переваг порівняно з аналогами, серед яких збільшення продуктивності в два рази при мінімальному збільшенні

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		17

вартості. Крім того, можлива легка переналадження при збільшенні продуктивності.

Як альтернатива лінійному обладнанню, що широко використовується на виробництві, на даний час багатопозиційні однопотокові машини-автомати карусельного типу є дуже популярними. На рис. 1.7. представлений напівавтомат для фасування в'язких продуктів в полімерні стаканчики.[21]

Ця напівавтоматична машина була розроблена для фасування в'язких та рідких продуктів у стаканчики і запаювання алюмінієвою фольгою. Продукти, які можна упакувати за допомогою цієї машини, включають сметану, питний йогурт, джем, соєвий соус, паштет та інші.



Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

КРБ.76.00.000 ПЗ

Арк

18

Рис. 1.7. Напівавтомат фасування в стаканчики КЗ

Особливості цієї машини полягають у тому, що вона є компактною та простою у використанні, тому для її обслуговування не потрібна спеціальна кваліфікація. Крім того, машина є гігієнічною, оскільки рама та всі елементи, котрі мають безпосередній зв'язок з кінцевим продуктом, виготовлені з харчової нержавіючої сталі. Додатково, легко змінювати діаметр і формат стаканчиків, а також регулювати дозу продукту. Універсальний дозатор може працювати як з рідкими, так і з в'язкими продуктами.

Характеристики напівавтоматичної машини для фасування в'язких і рідких продуктів в стаканчики з алюмінієвою фольгою включають продуктивність до 12 стаканів на хвилину та діапазон до дозування від 100 до 500 мл. Машина призначена для використання з різними типами тари, включаючи готові пластикові, паперові та ламіновані стаканчики. Єлектроживлення машини складає 220 В при 50 Гц, а споживана потужність - 0,4 кВт. Габаритні розміри машини становлять 800 x 900 x 1500 мм.

Принцип роботи полягає у виконанні автоматичних операцій дозування продукту, установки платинки з алюмінієвою фольгою та її приварювання, тоді як установка порожніх стаканчиків на робочий стіл, проворот робочого столу та вивантаження наповненого стаканчика виконуються вручну. Базова комплектація машини включає бункер продукту, накопичувач для платинки, модуль приварки платинки, комплект змінних кілець на один формат стаканчика (до Ø95 мм) та контролер управління.

Машина є малогабаритною та простою в експлуатації, а всі спеціально виконані частини з харчової нержавіючої сталі, забезпечуючи гігієнічність виробництва. Продуктивність машини може змінюватися в залежності від габаритів та типу тари, характеристик продукції та швидкості роботи оператора.[22-26]

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		19

ВИСНОВКИ:

Після проведеного детального огляду існуючого обладнання для дозування рідких та в'язких продуктів, можна виділити наступні напрямки розвитку:

- 1) заміна менш продуктивного обладнання на високопродуктивне;
- 2) поступове автоматизування процесів;
- 3) використання автоматизованого відстеження контрольних операцій;
- 4) збільшення виробництва для вітчизняного устаткування, зокрема для низько- та середньопродуктивного обладнання.
- 5) підвищення точності дозувального обладнання
- 6) розроблення обладнання на основі інтегрування готових вузлів і модулів систем дозування, фасування та керування.

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		20

2. Характеристика машини: опис принципу роботи та конструкції

2.1 Опис принципу роботи та конструкції

Система двохканального функціонального мехатронного модуля дозування, з регулюванням дози рідкого продукту від 10 до 250мл, продуктивністю 600 – 1800 порцій/ год. Працює за принципом ерліфного дозування.

Привід пристрою – електропневматичний із ПЛК

Габаритні розміри пристрою, мм: довжина – 980, ширина – 940, висота – 1510

Вага пристрою – 325 кг. Для обслуговування пристрою потребується 1 людина.

Корпус пакувальної машини складається зі сталевих труб і компонентів, на яких розміщені всі механізми. Нижня частина машини покрита нержавіючою сталлю, а верхня може бути закрита оргсклом. Машину можна розділити на верхню та нижню частини, які розділені столом із нержавіючої сталі.

					КРБ.76.00.000 ПЗ			
<i>Змін</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Характеристика машини: опис принципу роботи та конструкції</i>	<i>Літера</i>	<i>Арк</i>	<i>Арк</i>
<i>Разробив</i>	<i>Бутик</i>					<i>у</i>	21	
<i>Перевірів</i>	<i>Кривопляс-Володіна</i>					<i>НУХТ ПМ-IV-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>						21		
<i>Утв</i>								

8 – механізм, що використовується для підйому стаканчиків,

9 – Механізм-карусель.

У пристрої знаходиться нижній приводний механізм, який відповідає за поворот столу. Зверху розташований круглий стіл з отворами, який обертається. У цих отворах розміщені змінні втулки різних діаметрів, призначені для різних розмірів стаканчиків.

Стіл здійснює обертання з періодичними проміжками часу, а швидкість його обертання може змінюватись. Кожен повний оберт круглого столу відповідає виконанню повного виробничого циклу, що включає приймання порожніх стаканчиків і закінчується видачею повних стаканчиків.

2.2 Принцип роботи та технологічні особливості

У магазин механізму виділення стаканчиків завантажуються стопка полімерних стаканчиків. За допомогою пневмоциліндра механізм відділяє стаканчик і точно позиціонує його в лунку каруселі. Після цього, за допомогою механізму повороту столу, стіл обертається на встановлений кут і зупиняється у позиції, призначеній для наповнення стаканчика добавками. Потім стаканчик заповнюється добавками на дозувальному пристрої і потрапляє в позицію дозування основного продукту. Основний продукт дозується з ресивера-живильника, який знаходиться під тиском, дозування відбувається ерліфно.

Далі, за допомогою важільної системи приводиться в рух пристрій для накладання кришок на стаканчик. Використовуючи пневмозахват, який змонтований на важільній системі пристрою, алюмінієва кришка відділяється зі стопи і накладається на стаканчик. Потім стіл знову повертається, а стаканчик направляється до механізму зварювання кришки з стаканчиком. Пневмоциліндр приводить в рух зварювальну головку механізму зварювання. Після зварювання алюмінієва кришка стає частинкою стаканчика.

									Арк
									23
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата					

Після повернення каруселі, стаканчик потрапляє в позицію, де на його кришку наноситься дата та термін придатності. Датувальна головка приводиться в рух за допомогою важільної системи та пневмоциліндра. Потім стіл знову повертається на заданий кут, а стаканчик подається на резервну позицію, призначену для механізму накладання полімерних кришок. Потім стаканчик переміщується в лунці каруселі, де його виймають та зсувають на приймальний столик або транспортер. [1] Щоб запакований стаканчик піднятий над поверхнею столу підйомною площиною, використовують пневмоциліндр. Він створює зачеплення з лункою каруселі, а потім зіштовхує стаканчик на приймальний столик за допомогою зіштовхувальної рейки. Пневмоциліндр залишається в такому положенні, поки карусель не прокрутиться далі. Він змонтований на плиті, що зв'язана з кроковим механізмом, який приводить карусель в рух.

Принцип дії пристрою

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		24

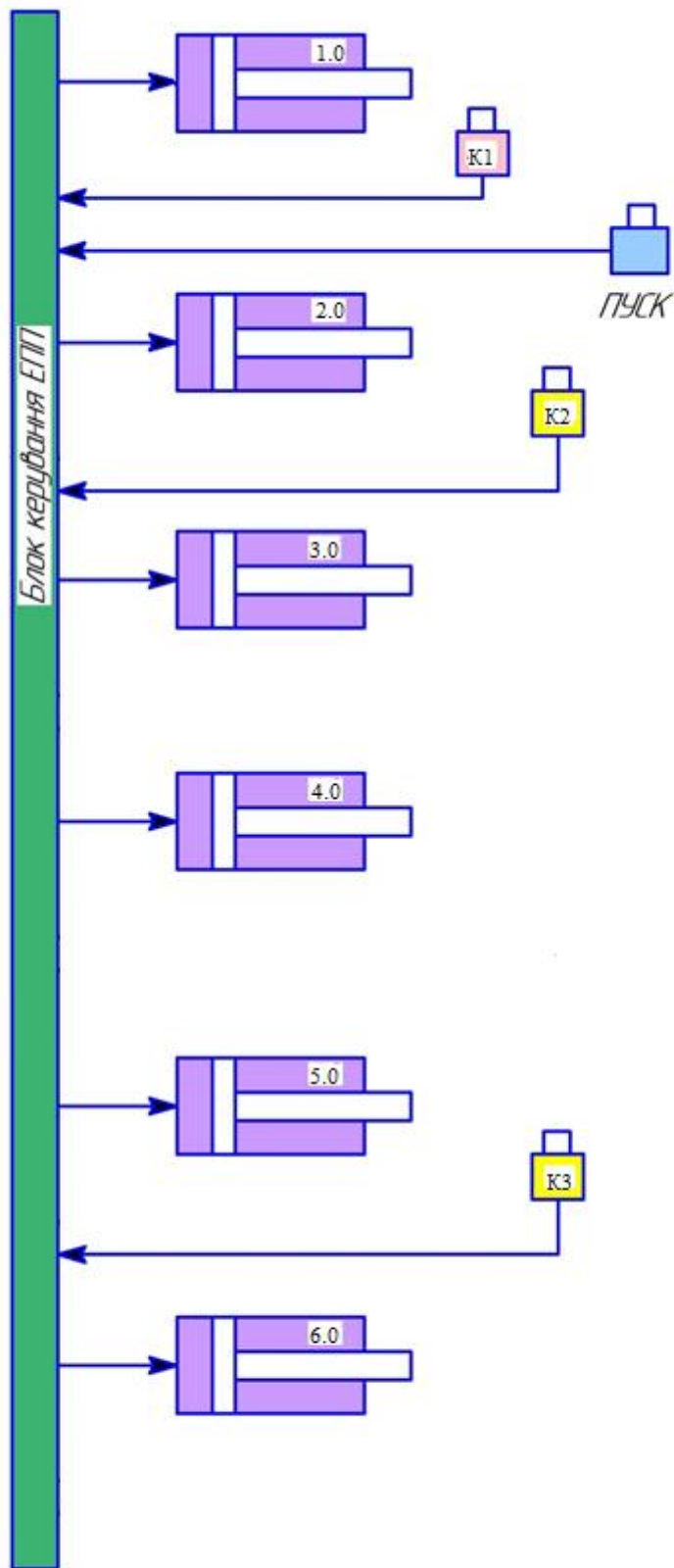


Рис. 2.2. Схематична візуалізація принципу дії пристрою.

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		25

Пневмоциліндр 1.0 та поворотний стіл 6.0 спрацьовують за умови натискання пускової кнопки. Після чого спрацьовує датчик K1, який повертає циліндр 1.0 в початкове положення і одночасно запускає в роботу циліндр 5.0, коли пневмоциліндр 5.0 дійде до свого кінцевого положення натиснеться датчик K3, який запустить процес дозування, що керується пневмоциліндром 3.0. Процес дозування буде зупинено таймером який прописаний в програмі. Коли циліндр 3.0 повернеться в початкове положення відбудеться зміна положення поворотного столу 6.0 та висунання штоку пневмоциліндра 2.0, коли шток дійде свого кінцевого положення спрацює датчик K2, який запустить другий дозатор 4.0, час дозування так само як і першому випадку керується таймером. Після закінчення процесу дозування дозатор 4.0 вимикається (тобто пневмоциліндр який знаходиться в середині дозатора повертається в початкове положення) і циліндр 2.0 повертається в початкове положення.

Вибір типу пневмоциліндра

Всі циліндри вибираємо двосторонньої дії. В тому числі циліндри які знаходяться в середині дозаторів.

Дано:

Аналіз пневмоциліндра QR2A100A050V

Довжина переміщення штоку: $S_{\text{мл}}=50$ мм;

Робочий хід: $t_{(1 \text{ р.х.})}=1.4$ с;

Холостий хід: $t_{(2 \text{ х.х.})}=0.6$ с ;

Зусилля, що діє на шток під час прямого робочого ходу: $m = 346.5$ кг;

Силві навантаження, що виникають під час виконання робочого ходу вихідного пневматичного циліндра (штоку) вздовж осі: $F = m \cdot g = 3399,165$ Н/м;

(2.1)

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		26

Властивості робочого циліндра, що стосуються витрати повітря під час виконання робочого та холостого ходу, які необхідні для розрахунку споживання повітря в точці живлення приводу:

$$Q_{\text{вис}}=0,471 \cdot S_{\text{мл}}/10 \cdot 60/t_{\text{(1 р.х.)}}=100.929 \text{ нЛ/хв}; \quad (2.2)$$

$$Q_{\text{вт}}=0,442 \cdot S_{\text{мл}}/10 \cdot 60/t_{\text{(2 х.х.)}}=221 \text{ нЛ/хв}; \quad (2.3)$$

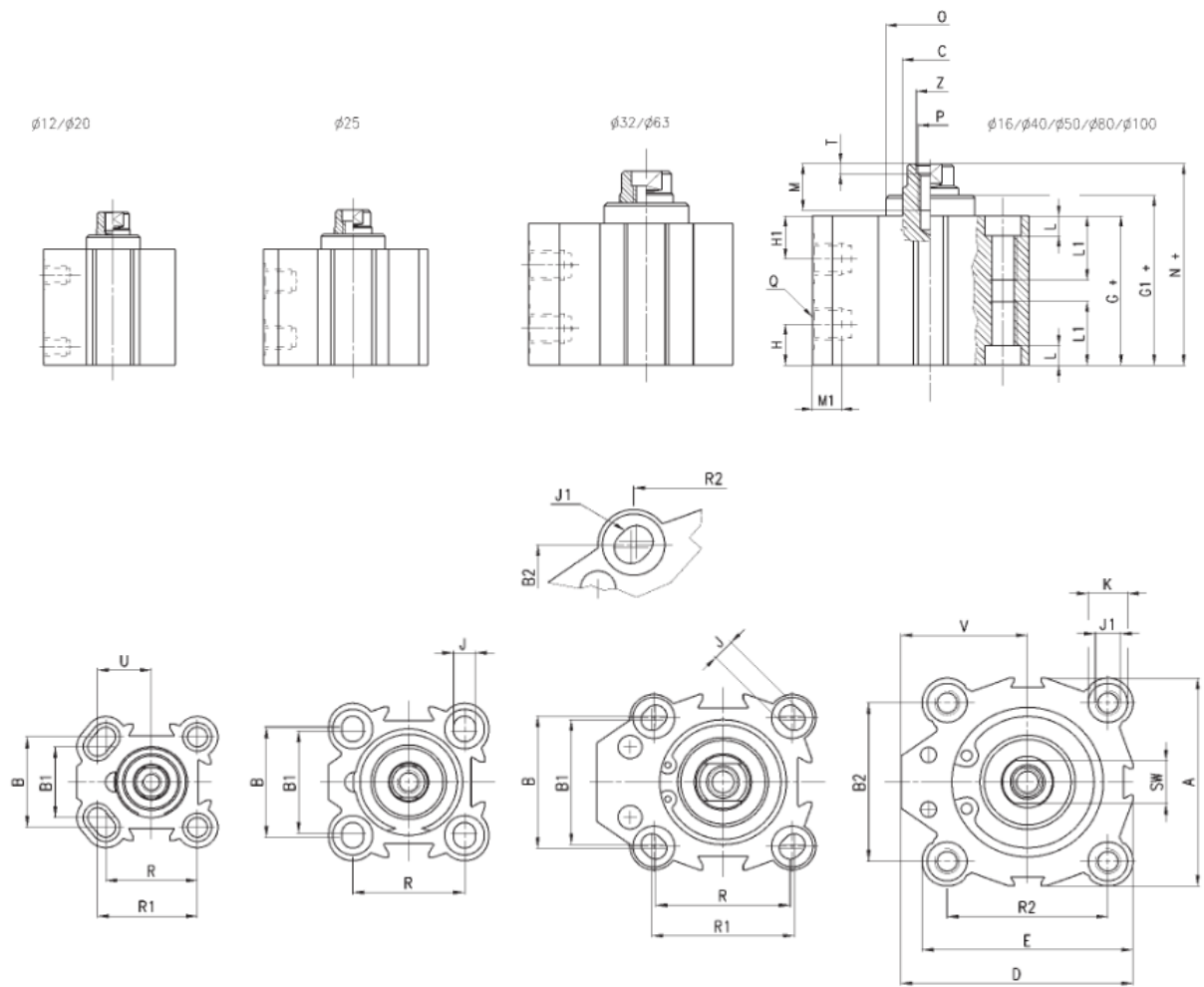


Рис. 2.3. Вигляд пневмоциліндра QP2A100A050V

Дано:

Аналіз пневмоциліндра QXT2A010A200

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		27

Довжина переміщення штоку: $S_{\text{мл}}=200$ мм;

Робочий хід: $t_{(1 \text{ р.х.})}=1.2$ с;

Холостий хід: $t_{(2 \text{ х.х.})}=0.6$ с;

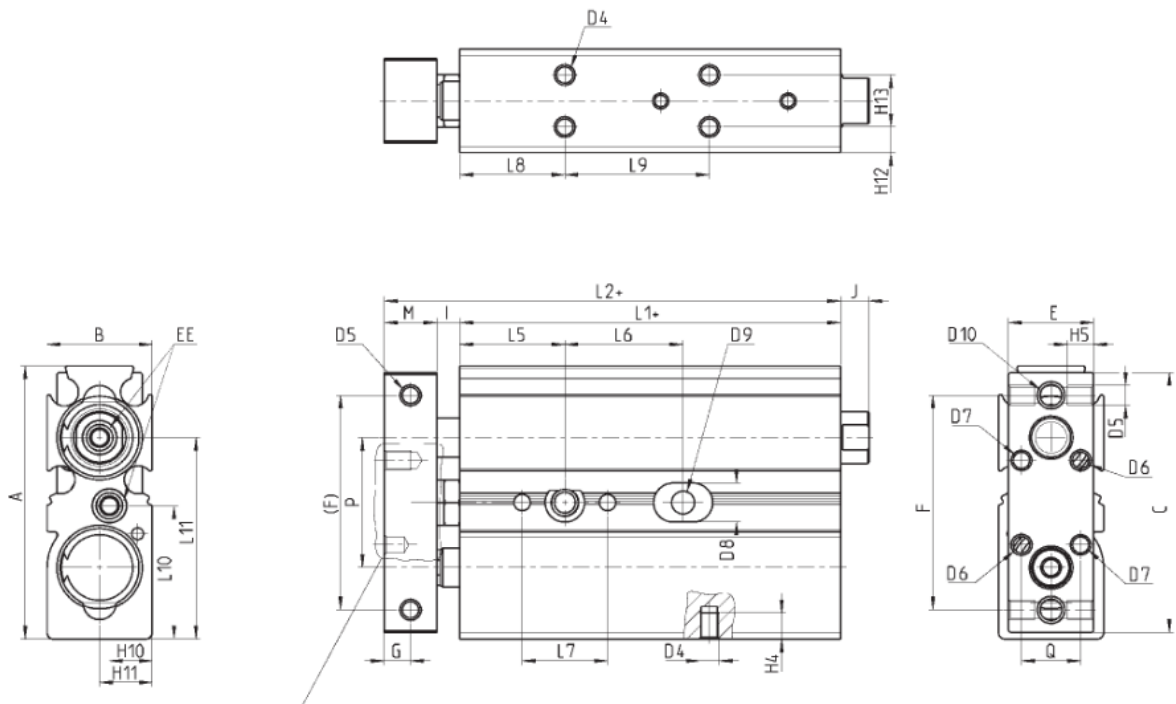
Зусилля, що діє на шток під час прямого робочого ходу: $m=0,150$ кг;

Силі навантаження, що виникають під час виконання робочого ходу вихідного пневматичного циліндра (штоку) вздовж осі: $F = m \cdot g = 1.471$ Н/м;
(2.4)

Властивості робочого циліндра, що стосуються витрати повітря під час виконання робочого та холостого ходу, які необхідні для розрахунку споживання повітря в точці живлення приводу:

$$Q_{\text{вис}}=0,471 \cdot S_{\text{мл}}/10 \cdot 60/t_{(1 \text{ р.х.})} = 9 \text{ нЛ/хв}; \quad (2.5)$$

$$Q_{\text{вт}}=0,442 \cdot S_{\text{мл}}/10 \cdot 60/t_{(2 \text{ х.х.})} = 12 \text{ нЛ/хв}; \quad (2.6)$$



Змін.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

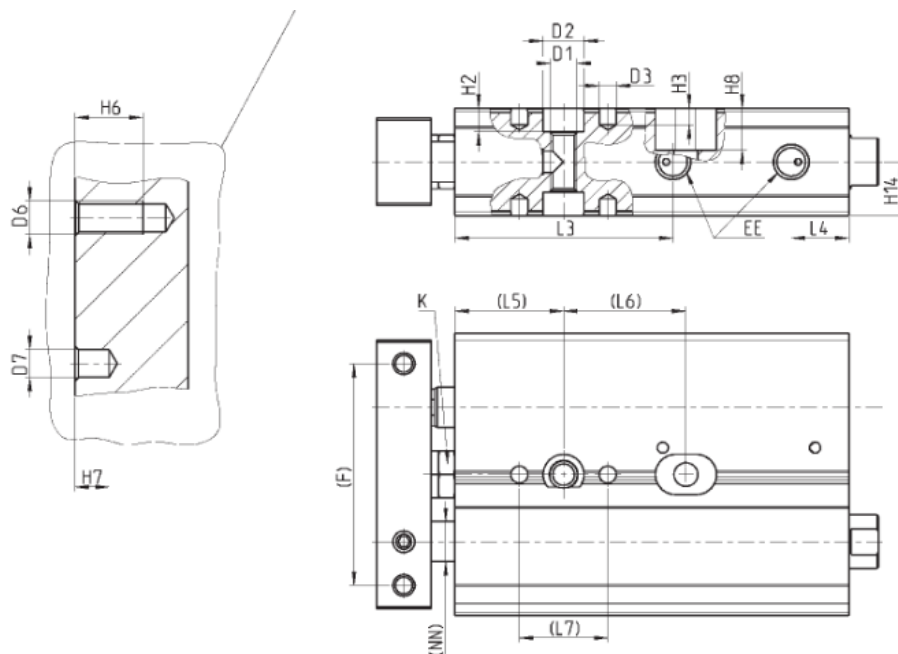


Рис. 2.3. Вигляд пневмоциліндра QXT2A010A200

Циклограма роботи пневмоциліндрів

Циклограма в пневматичі - це графічне представлення послідовності подій або операцій, які відбуваються в пневматичній системі. Вона детально відображає послідовність включення та виключення пневматичних елементів, таких як клапани, циліндри, повітряні мотори тощо, а також подачу повітряного струменя та спрацювання сигналів.

Циклограма зазвичай представляється у вигляді графіку, де по горизонтальній вісі відображається час, а по вертикальній вісі - стан пневматичних елементів. Кожен пневматичний елемент зображається у вигляді символу або позначення, яке вказує на його стан: включено, виключено або в русі. Зв'язки між пневматичними елементами показуються стрілками або лініями, що показують напрямок потоку повітря.

Циклограма дозволяє аналізувати та визначати послідовність роботи пневматичної системи, з'ясувати можливі проблеми та перешкоди в її роботі, а також виявляти взаємозв'язки між різними елементами системи. Вона є

Змін.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

важливим інструментом для проектування, розробки та налагодження пневматичних систем, а також для збірки та обслуговування пневматичного устаткування.

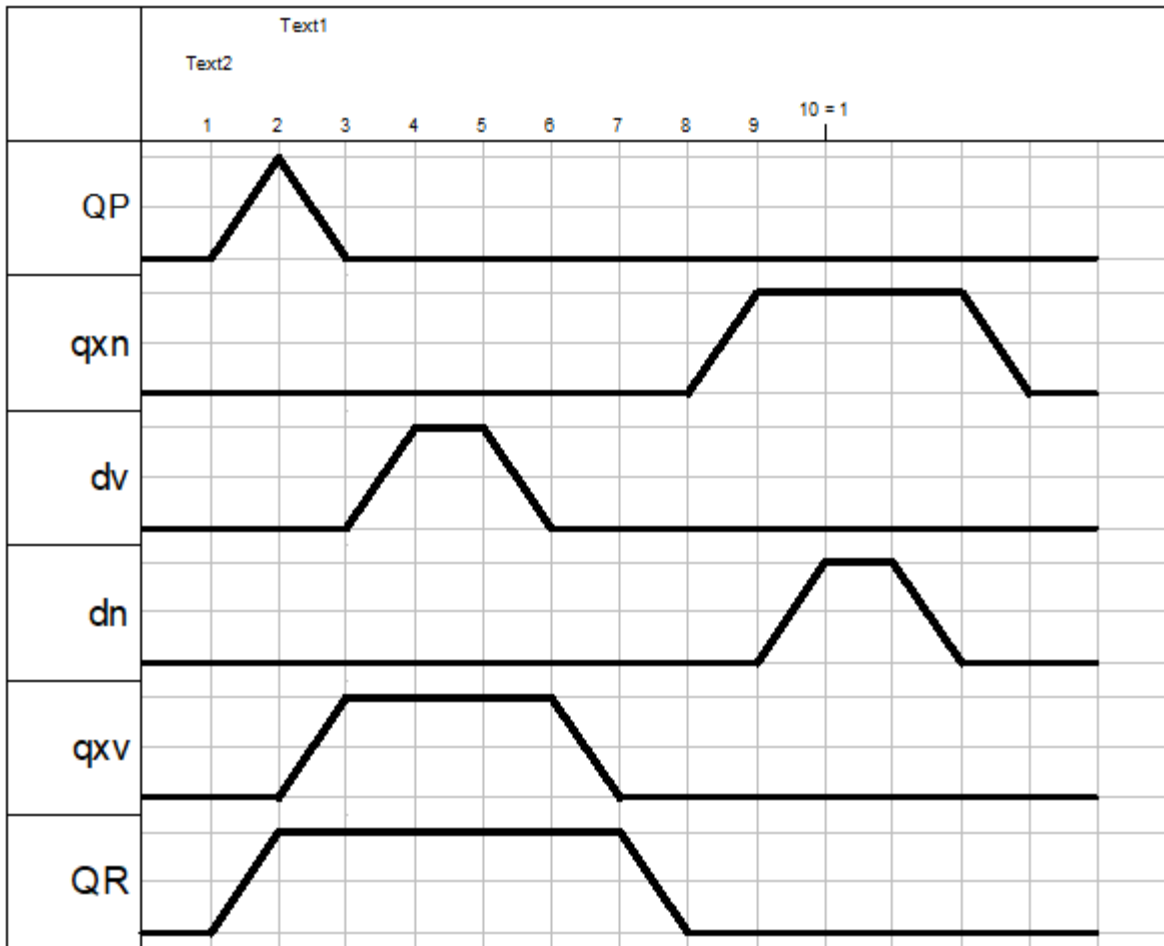


Рис. 2.4. Циклограма роботи пневмоциліндрів

Принципова пневматична схема

Принципова пневматична схема (також відома як схема пневматичної логіки або пневматична логічна схема) - це графічне зображення зв'язків між пневматичними елементами, такими як повітряні клапани, циліндри, датчики, реле та інші, у пневматичній системі. Вона показує, як ці елементи з'єднані і взаємодіють між собою для забезпечення потрібного функціонування системи.

Принципова пневматична схема зображається у вигляді символів та ліній, що представляють пневматичні компоненти та їх зв'язки. Кожен пневматичний елемент має свій унікальний символ, який вказує на його тип та

функціональність. Наприклад, клапани можуть бути позначені квадратами або колами зі стрілками, що показують напрямок потоку повітря, а циліндри можуть бути зображені у вигляді прямокутників зі стрілками, які вказують на напрямок руху поршня.

Лінії між пневматичними елементами показують потік повітря або сигналів. Вони можуть мати різні типи ліній, які вказують на різні види зв'язку, наприклад, лінія з прямими стрілками вказує на потік повітря, а лінія з переривчастими стрілками - на електричний сигнал.

Принципова пневматична схема дозволяє зрозуміти принцип роботи пневматичної системи, ідентифікувати компоненти, з'ясувати шляхи потоку повітря та логіку функціонування системи. Вона є важливим інструментом для проектування, аналізу та ремонту пневматичних систем і дозволяє ефективно вирішувати проблеми, пов'язані з відновленням роботи системи або впровадженням змін. Принципова пневматична схема також допомагає забезпечити безпеку роботи пневматичної системи, оскільки вона дозволяє виявити можливі ризики, такі як перекриття потоку повітря, несправності в зв'язках або некоректну послідовність операцій.

Загальна структура принципової пневматичної схеми залежить від конкретної системи та її завдань. Вона може містити такі компоненти, як джерело стисненого повітря, фільтри та регулятори тиску, клапани, циліндри, повітряні мотори, сенсори та інші. Завдяки принциповій пневматичній схемі, інженери та технічний персонал можуть легко розуміти структуру системи, визначати послідовність роботи та ефективно проводити ремонтні та обслуговувальні роботи.

Важливо відзначити, що принципова пневматична схема не відображає фізичну розташованість компонентів системи або їх реальний розмір. Вона фокусується на логіці та функціональності системи. Для більш детального проектування та установки пневматичних систем часто використовуються

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		31

монтажні схеми, які відображають фізичне розташування компонентів та з'єднань.

Враховуючи принципову пневматичну схему, фахівці з пневматики можуть ефективно розробляти, аналізувати та вдосконалювати пневматичні системи, що дозволяє досягти оптимальної продуктивності, безпеки та надійності.

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		32

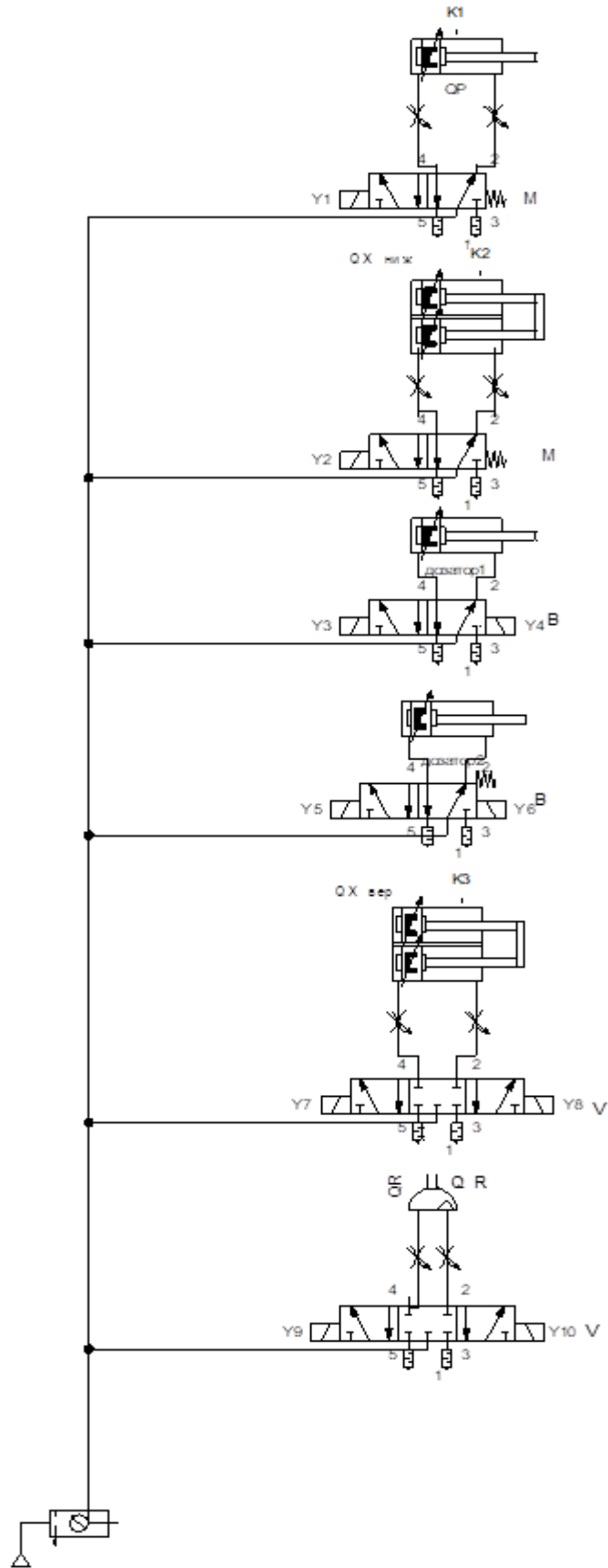


Рис. 2.5. Принципова пневматична схема

Змін.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

КРБ.76.00.000 ПЗ

Арк

33

Циклограма роботи пристрою зроблена з реальних результатів роботи схеми.

Побудувавши циклограму роботи пневмоциліндрів і принципову пневматичну схему, останню було запущено в режим віртуальної візуалізації в програмі FluidSIM. Після повного відпрацювання циклу в програмі була автоматично зображена циклограма реальної роботи пристрою. Порівнявши ці дві циклограми можна зробити висновки щодо правильності виконання збірки і підключення всіх складових системи. Як можемо бачити, в загально циклограма реальної роботи пристрою повторює циклограму в якій були поставлені задачі на спрацювання кожного з пневмоциліндрів.

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
						34
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

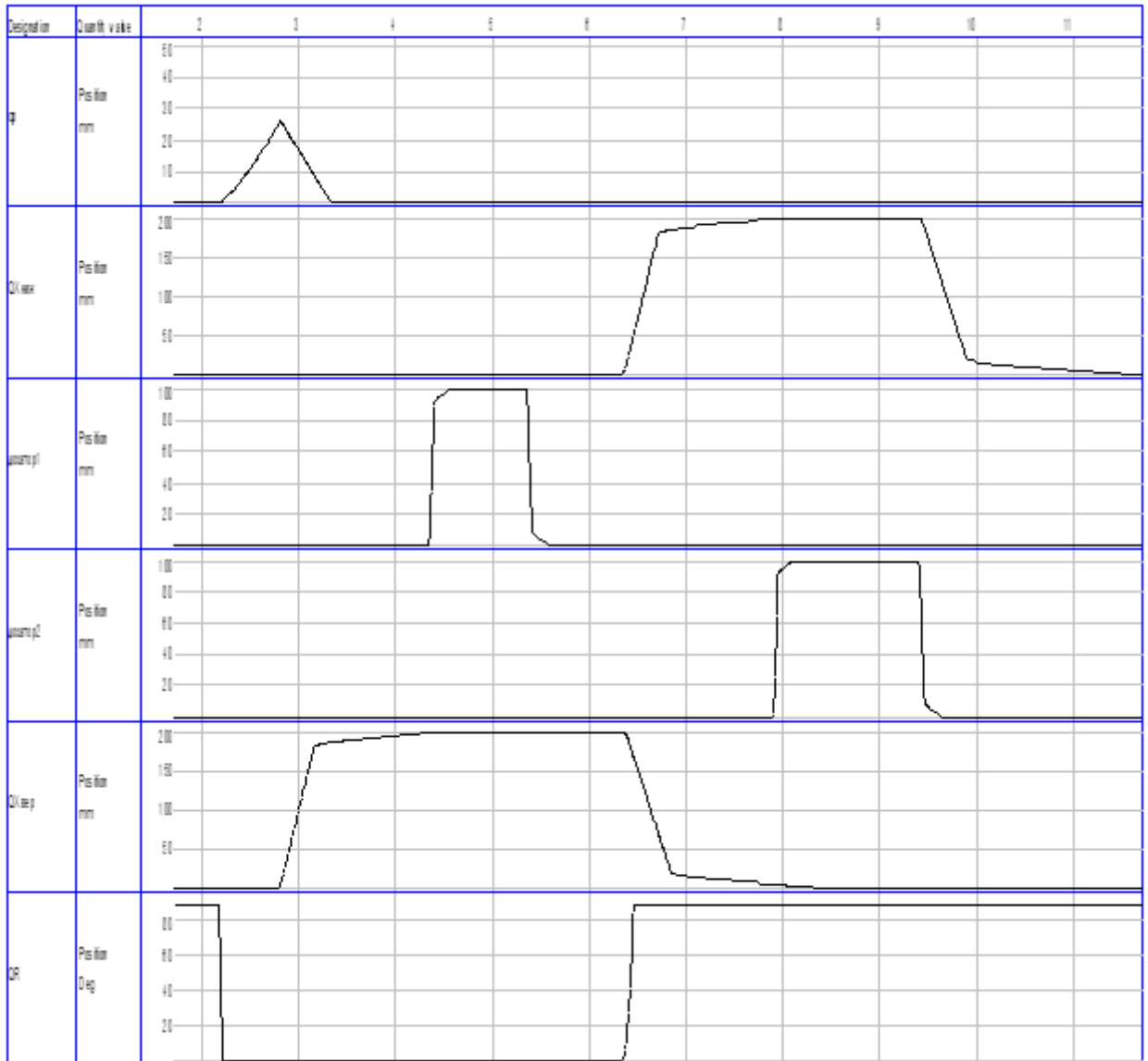


Рис. 2.6. Циклограма роботи системи автоматично візуалізована програмою FluidSIM.

Розробка програми управління на мові FBD

FBD (Function Block Diagram) - це графічна мова програмування, яка використовується для розробки програм управління, особливо в області автоматичного контролю. FBD використовує блоки функцій та зв'язки між ними для моделювання поведінки системи та визначення логіки управління.

Розробка програми управління на мові FBD зазвичай включає такі кроки:

1. Визначення вимог: Чітко визначте функціональні вимоги до системи управління. Це допоможе визначити, які функції та операції повинна виконувати програма.

2. Розробка структури програми: Створіть загальну структуру програми, визначте основні блоки функцій, які будуть використовуватися для досягнення бажаних результатів.

3. Вибір функціональних блоків: Виберіть необхідні функціональні блоки (наприклад, логічні операції, арифметичні операції, затримки тощо), які будуть використовуватися для реалізації логіки управління.

4. Розміщення блоків та зв'язків: Розмістіть функціональні блоки на FBD-схемі та встановіть зв'язки між ними, вказуючи потік даних та керування між блоками.

5. Програмування блоків: Налаштуйте параметри функціональних блоків та визначте їхню поведінку за допомогою відповідних програмних інструкцій.

6. Введення та виведення даних: Додайте необхідні входні та вихідні засоби для обміну даними зі зовнішніми пристроями, такими як сенсори, актуатори, периферійні пристрої тощо.

7. Тестування та налагодження: Перевірте правильність роботи програми, виконуючи тестування та налагодження програми управління. Перевірте, чи правильно працюють всі функції, чи передаються та обробляються дані

									Арк
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата					36

належним чином, та чи відповідає програма вимогам, визначеним на початковому етапі.

8. Документування: Забезпечте належну документацію програми управління, включаючи опис функціональності, структуру програми, зміни та особливості реалізації.

9. Впровадження: Завершіть розробку програми управління та впровадьте її в систему, дотримуючись вимог та рекомендацій по встановленню та налаштуванню.

Важливо врахувати, що розробка програми управління на мові FBD вимагає розуміння основних принципів автоматизації та контролю, а також знання специфікацій та можливостей пневматичної системи, яку необхідно керувати. Також рекомендується використовувати спеціалізоване програмне забезпечення або середовища розробки, які підтримують мову FBD та надають необхідні інструменти для розробки та налагодження програми. Виконавши всі вимоги та рекомендації була створена програма та завантажена в контроллер (Рис. 2.8.), зі схемою підключення можемо ознайомитись на Рис. 2.7.

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
						37
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

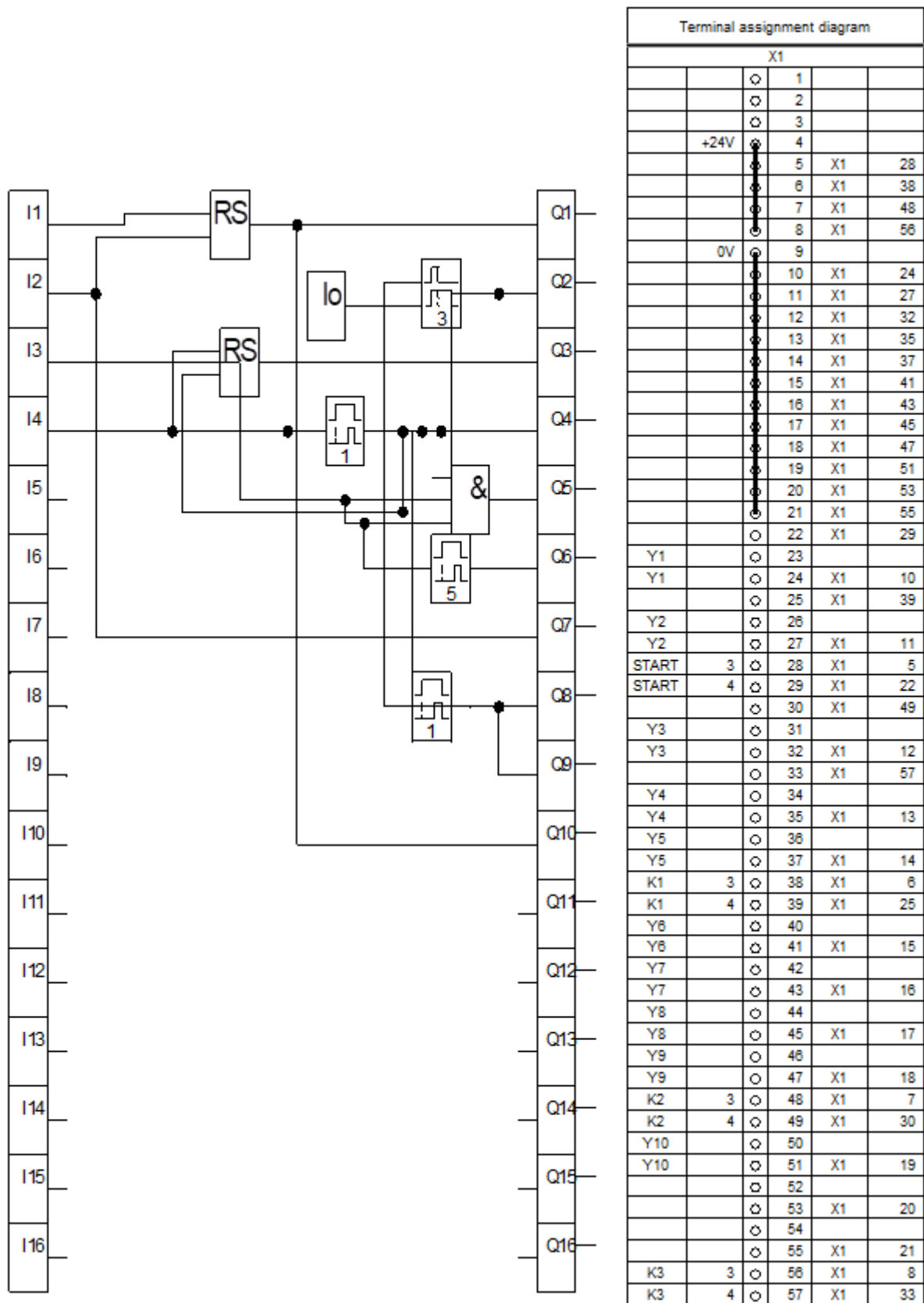


Рис. 2.8. Програма на мові FBD розкрита в середині контролера.

3. Розрахунок машини і її окремих механізмів.

3.1. Технологічний розрахунок часу безперервної роботи робота-маніпулятора.

Розміри магазину заготовок безпосередньо пов'язані з технологічним часом безперервної роботи машини. При заданій L – висоті магазину можемо розрахувати кількість заготовок, яка повинна вміщуватись в цьому магазині, та час роботи до зміни нової касети заготовок.

1) Магазин кришок з алюмінієвої фольги

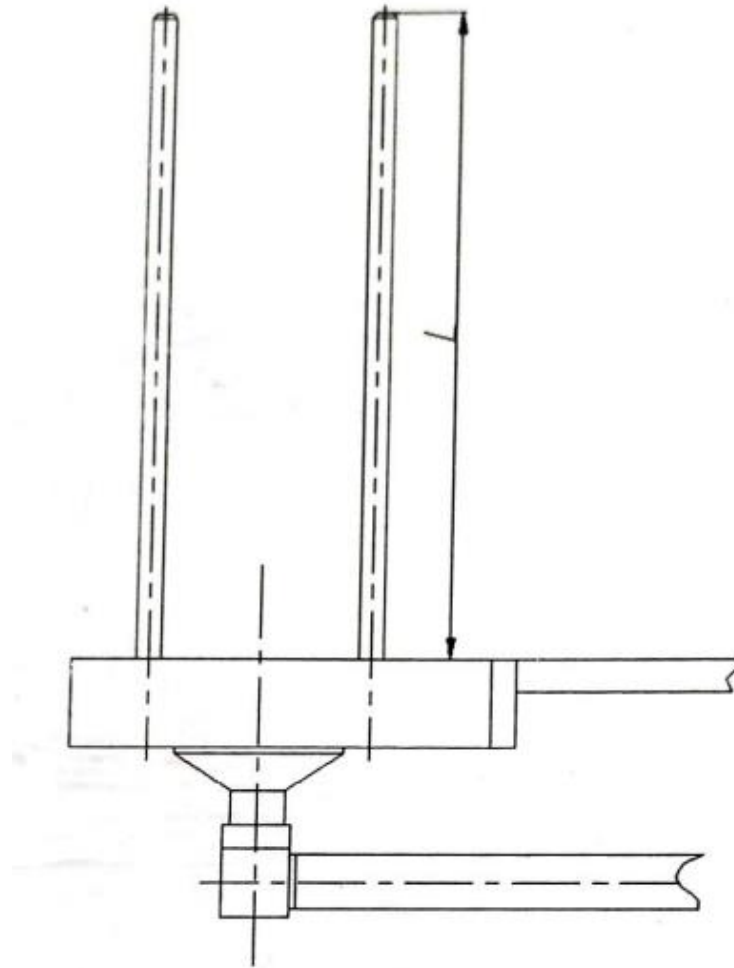


Рис. 3.1. Магазин кришок.

					КРБ.76.00.000 ПЗ			
Змін	Арк	№ докум	Підпис	Дата	Розрахунок машини і її окремих механізмів.	Літера	Арк	Арк
Разробив	Бутик					у	40	
Перевірів	Кривопляс-Володіна							
Н. Контр.								
Утв								
						НУХТ ПМ-IV-1		40

Вихідними даними до розрахунку будуть:

$L = 180$ мм – довжина магазину, $\delta = 0,2$ мм – товщина кришечки та зазору між двома кришечками, $t = 2$ с. – час між видаленням кришечок з магазину.

Кількість кришечок, що знаходиться в магазині:

$$n := \frac{L}{\delta} = \frac{180}{0.2} = 900 \text{ шт} \quad (3.1)$$

Розраховуємо на який час без перерви магазин забезпечує роботу дозувального пристрою при даній кількості кришечок, виходячи з того, що кожні 2 секунди відбувається виділення кришечки з магазину:

$$\sum t = n \cdot t = 900 \cdot 2 = 1800 \text{ с} \quad (3.2)$$

Що забезпечує безперервну роботу автомата на 30 хв.

$$\frac{\sum t}{60} = \frac{1800}{60} = 30 \text{ хв} \quad (3.3)$$

В автоматі три магазину кришок, тому одночасно подаються три кришки.

Отже, за 30 хв. виділяється 2700 кришок.

2) Магазин стаканчиків

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		41

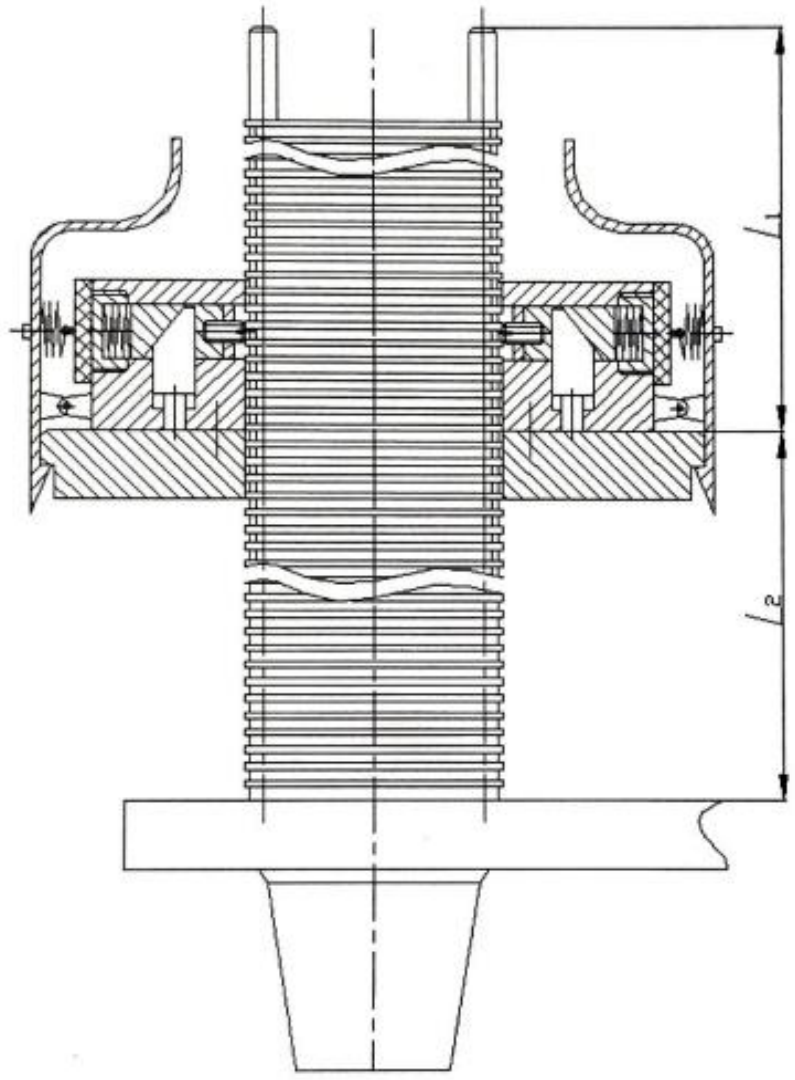


Рис. 3.2. Магазин стаканчиків

Вихідними даними до розрахунку будуть:

$$L = L_1 + L_2 = 400 + 400 = 800 \text{ мм} \quad (3.4)$$

де L_1 – довжина основного магазину,

L_2 – довжина додаткового магазину,

$\delta = 2,5$ мм – товщина бортика та зазору між двома стаканчиками, $t = 2$ с. – час між виділенням стаканчиків з магазину.

Кількість стаканчиків, що знаходиться в магазині:

										Арк
										42
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

$$n = \frac{L}{\delta} = \frac{800}{2.5} = 320 \text{ шт} \quad (3.5)$$

Без перерви магазин забезпечує роботу маніпулятора-дозатора на 10,7 хв. оскільки:

$$\sum t = n \cdot t = 320 \cdot 2 = 640 \text{ с} \quad (3.6)$$

В машині при магазини стаканчиків, тому одночасно подаються три стаканчики. [17]

Отже, за 10,7 хв. виділяється 960 стаканчиків.

3.2. Визначення сили опору при виділенні стаканчика та кришки з магазину.

1) Магазин стаканчиків

Кількість стаканчиків, що знаходиться в магазині: $n = 320$ шт.

Приймаємо, що маса однієї заготовки становить $m = 5$ г., тоді загальна маса всіх стаканчиків становить:

$$M = m \cdot n = 5 \cdot 320 = 1600 \text{ г} = 1.6 \text{ кг} \quad (3.7)$$

Сила тяжіння складає:

$$G = M \cdot g = 1.6 \cdot 9.81 = 15.696 \text{ Н} \quad (3.8)$$

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		43

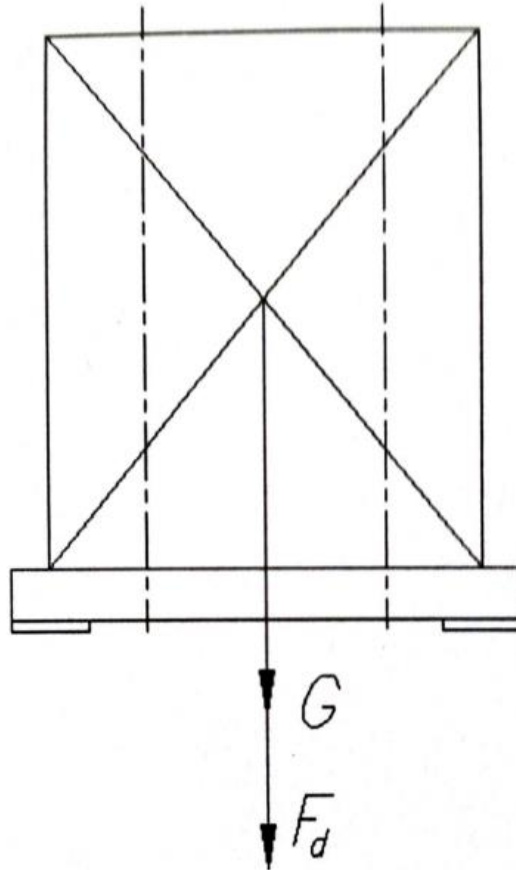


Рис. 3.3. Розрахунок системи магазину стаканчиків (кришок).

Сила опору деформації заготовки при витягуванні її з магазину визначаємо за формулою:

$$F_{\text{д}} = G \cdot k = 15.7 \cdot 1.5 = 23.55 \text{ Н} \quad (3.9)$$

де k – коефіцієнт, що враховує сили прискорення стаканчиків в магазині до обмежувачів, площу цих обмежувачів та величини коефіцієнтів тертя між стаканчиками, та між стаканчиками і обмежувачем. Приймаємо $k = 1.5$

2) Магазин кришок.

Кількість кришок, які знаходяться в магазині: $n = 900$ шт.

Приймаємо, що маса однієї заготовки становить $m = 0.5$ г. тоді загально
 маса всіх кришок становить:

										Арк
										44
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

$$M = m \cdot n = 0.5 \cdot 900 = 450 \text{ г} = 0.45 \text{ кг} \quad (3.10)$$

Сила тяжіння складає:

$$G = M \cdot g = 0.45 \cdot 9.81 = 4.415 \text{ Н} \quad (3.11)$$

Сила опору деформації кришки при витягуванні її з магазину визначаємо:

$$F_{\text{д}} = G \cdot k = 4.41 \cdot 1.5 = 6.615 \text{ Н} \quad (3.12)$$

3.3 Підбір пневмоциліндра для механізму виділення стаканчиків.

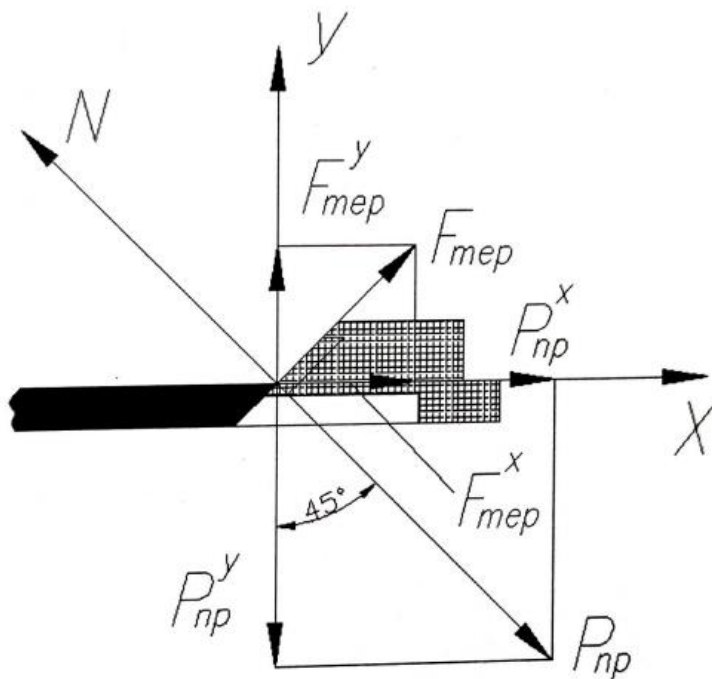


Рис.3.4. Розрахункова система механізму виділення стаканчиків.

N – сила нормального тиску між поверхнями тертя, Н;

$P_{\text{пр}}$ – сила, що розвивається пружиною, Н ($P_{\text{пр}}=120$ Н);

$F_{\text{тер}}$ – Сила тертя між вилкою і фіксатором, Н;

									Арк
									45
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата					

$P_{\text{пр}}^x, P_{\text{пр}}^y$ – відповідно проекції сили, що розвивається пружиною на вісь x і y , Н;

$F_{\text{тр}}^x, F_{\text{тр}}^y$ – відповідно проекції сили тертя на вісь x і y , Н.

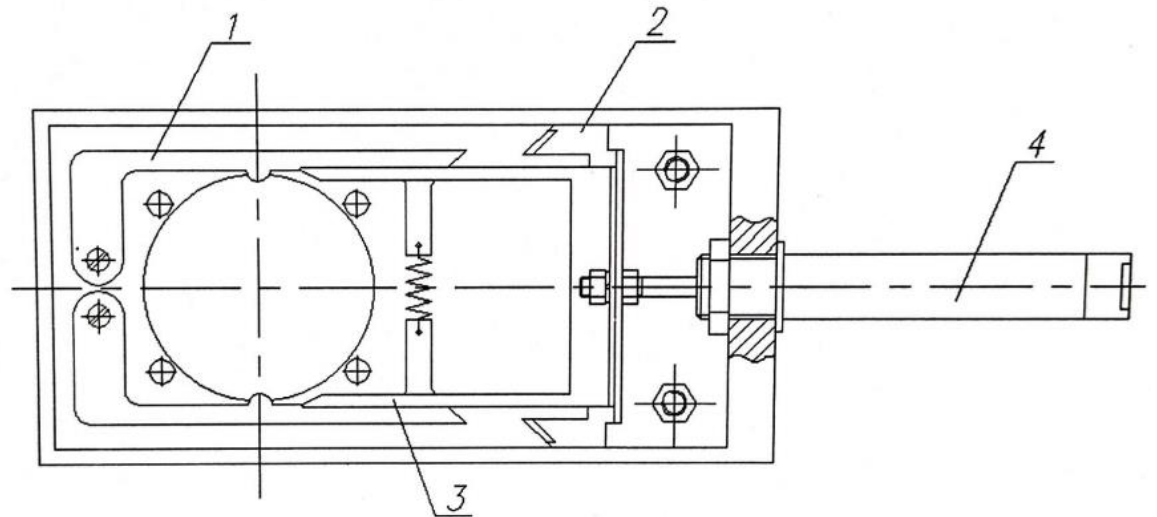


Рис. 3.5. Ескіз механізму виділення стаканчиків (вид зверху): 1-фіксатор; 2-вилка; 3-захват; 4-пневмоциліндр.

Сила тертя визначається за формулою:

$$F_{\text{тер}} := N \cdot f_{\text{тер}}' \quad (3.13)$$

де $f_{\text{тер}}'$ - коефіцієнт тертя між поверхнею вилки і поверхнею фіксатора ($f_{\text{тер}}'=0,3$)

N – сила нормального тиску між поверхнями тертя, Н.

Оскільки кут між $P_{\text{пр}}$ і $P_{\text{пр}}^x$, а також між $P_{\text{пр}}$ і $P_{\text{пр}}^y$ дорівнює 45° , то:

$$P_{\text{пр}} = \sqrt{2} \cdot P_{\text{пр}}^y \quad (3.14)$$

$$N = P_{\text{пр}} = \sqrt{2} \cdot P_{\text{пр}}^y = 1.4 \cdot 120 = 168 \text{ Н} \quad (3.15)$$

									Арк
									46
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата					

Тоді, сила тертя буде дорівнювати:

$$F_{\text{тер}} = N \cdot f_{\text{тер}} = 168 \cdot 0.3 = 50.4 \text{ Н} \quad (3.16)$$

Зусилля, що створюється пневмоциліндром визначається:

$$P = 2 \cdot \left(P_{\text{пр}}^x + F_{\text{тр}}^x \right), \quad (3.17)$$

де $F_{\text{тр}}^x$ – Проекція сили тертя на вісь у. Н.

$$F_{\text{тр}}^x = \frac{F_{\text{тер}}}{\sqrt{2}} = \frac{50.4}{1.4} = 36 \text{ Н} \quad (3.18)$$

Отже,

$$P = 2 \cdot (120 + 36) = 312 \text{ Н} \quad (3.19)$$

Згідно з даними, що отримані за допомогою розрахунків. Підбираємо пневмоциліндр марки DNC-20-40 з діаметром поршня – 20мм, ходом поршня – 40мм, зусиллям – 353 Н, магістральним тиском 0,5 МПа.

3.4. Підбір пневмоциліндра для механізму повороту карусельного столу.

Зусилля, необхідне для забезпечення періодичного обертання каруселі змінюється за час циклу її роботи в залежності від періоду. Максимальні зусилля потрібні у період розгону каруселі, коли необхідно подолати інерцію маси обертової частини каруселі та продукту. Після розгону витрата енергії зменшується. У період розгону каруселі енергія витрачається на приведення у рух каруселі та продукту.

Зусилля, що створюється пневмоциліндром під час переміщення карусельного столу можна визначити із принципу Даламбера:

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
						47
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

$$I \cdot \ddot{\varphi} = M_p + M_o, \quad (3.20)$$

де I – момент інерції рухомих частин каруселі. $\text{Кг} \cdot \text{м}^2$;

$\ddot{\varphi}$ - кутове прискорення, с^{-2} ;

M_p – рушійний момент, $\text{Н} \cdot \text{м}$;

M_o – момент опору, $\text{Н} \cdot \text{м}$.

Припустимо. Що уся маса каруселі зосереджена на відстані R від осі обертання, тоді приведений момент інерції:

$$M_p = I \cdot \ddot{\varphi} - M_o = 84.8 \cdot 1.96 - 1.3 \cdot 1.1 = 164.78 \text{ Н} \quad (3.21)$$

Рушійний момент дорівнює:

$$M_p = P \cdot h \quad (3.22)$$

де h – плече дії сили P . м.

Виходячи із формули (3.22) знаходимо рушійну силу:

$$P = \frac{M_p}{h} = \frac{164.78}{0.26} = 633.8 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.23)$$

Згідно з даними, що отримані за допомогою розрахунків, підбираємо пневмоциліндр марки SN-40-300 з діаметром поршня – 40мм, Ходом поршня – 300мм, зусиллям – 753Н. магістральним тиском – 0,5 МПа.

Для визначення кількості стаканчиків, що відводиться з машини за один оберт каруселі, складемо пропорцію:

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
						48
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

45° - 3 стаканчика

360° - x стаканчиків

Із пропорції маємо:

$$x = \frac{360 \cdot 3}{45} = \frac{360 \cdot 3}{45} = 24 \text{ стаканчика} \quad (3.24)$$

Таким чином, за один оберт карусельного столу, при максимальній продуктивності, з машини відводиться 24 стаканчика.

3.5. Розрахунок пружини фіксатора столу.

Силу, що розвивається пружиною під час фіксування карусельного столу можна визначити із принципу Даламбера:

$$I \cdot \ddot{\varphi} = M_p + M_o, \quad (3.25)$$

де I – момент інерції рухомих частин каруселі. $\text{Кг} \cdot \text{м}^2$;

$\ddot{\varphi}$ - кутове прискорення, с^{-2} ;

M_p – рушійний момент, $\text{Н} \cdot \text{м}$;

M_o – момент опору, $\text{Н} \cdot \text{м}$.

Момент опору M_o буде визначатися:

$$M_o = P_{\text{пр}} \cdot h_1 \quad (3.26)$$

Виходячи із формул (3.26) та (3.25) знаходимо $P_{\text{пр}}$:

$$P_{\text{пр}} = \frac{M_p - I \cdot \ddot{\varphi}}{h_1} = \frac{753 - 8.48 \cdot 1.96}{0.198} = 3719.1 \text{ Н} \quad (3.27)$$

Згідно розрахованої сили, що розвивається пружиною вибираємо пружину 2 класу, 3 розряду (ГОСТ 13772-68): номер пружини – 176; Діаметр витків пружини $d=8\text{мм}$; середній діаметр пружини $D=45\text{мм}$, жорсткість одного витка – 640 Н/мм , найбільший прогин одного витка – $5,853\text{мм}$; сила пружини при максимальній деформації – 3750Н , матеріал – 60С2А , міцність – $\text{HRC } 46\dots 52$.

3.6. Розрахунок процесу приварювання кришки до стаканчика.

Зварювання відбувається за рахунок «вплавлення» алюмінієвої кришки в стаканчик з полістиролу. Температура плавлення полістеролу $t=90^\circ\text{C}$. Нагрівання здійснюється за допомогою термозварювальної головки, до якої підводиться струм силою $I=5\text{А}$.

Термозварювальна головка складається з суцільного корпусу, в який встановлені дві ніхромові пластини. Пластини виконують роль нагрівачів.

Довжина шва зварювання:

$$l = \pi \cdot d = 3.14 \cdot 65 = 204.1 \text{ мм} \quad (3.28)$$

Рівняння теплового балансу буде мати вигляд:

$$Q_1 \geq Q_2, \quad (3.29)$$

де Q_1 – кількість теплоти, яка необхідна, щоб відбулося зварювання, Дж.

Q_2 – кількість теплоти, що надходить, Дж.

Кількості теплоти, яка потрібна для зварювання, можна визначити за законом Джоуля – Ленца:

$$Q_1 = K \cdot I^2 \cdot R \cdot \tau, \quad (3.30)$$

де K – коефіцієнт, який враховує втрати тепла на нагрів поверхні, $K=1.3$;

I – сила струму, А;

									Арк
									50
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата					

R – опір, який чинить провідник, Ом.

τ – час зварювання.

Кількість теплоти, що підводиться, визначаємо за формулою:

$$Q_2 = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1), \quad (3.31)$$

де c - питома теплоємність, Дж/г°C, $c=1,34$ Дж/г°C;

m – маса зварюваного шва, г;

t_2 – температура зварювання, °C, $t_2=200$ °C;

t_1 – температура середовища, °C, $t_1=20$ °C.

Маса буде рівна:

$$m = V_n \cdot \rho_n + V_{кр} \cdot \rho_{кр} \quad (3.32)$$

де V_n – об'єм полістирола в місці зварювання, мм³;

ρ_n – питома вага полістиролу, г/см³ ($\rho_n=1.05$ г/см³);

$V_{кр}$ – об'єм алюмінієвої кришки у місці зварювання, мм³;

$\rho_{кр}$ – питома вага алюмінієвої кришки, г/см³ ($\rho_{кр}=2.8$ г/см³).

Об'єм полістиролу в місці зварювання визначаємо за формулою:

$$V_n = l \cdot b \cdot \delta_\delta, \quad (3.33)$$

де l – довжина шва, мм ($l=204$ мм);

b - ширина шва, мм ($b=1,5$);

δ_δ – товщина бортика полістиролу, мм ($\delta=1.5$ мм).

Об'єм алюмінієвої кришки у місці зварювання визначаємо за формулою:

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
						51
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

$$V_{кр} = l \cdot b \cdot \delta_{кр} \quad (3.34)$$

де $\delta_{кр}$ – товщина алюмінієвої кришки, мм ($\delta_{кр}=0.2$ мм).

Таким чином,

$$V_n = 204 \cdot 1.5 = 306 \text{ мм}^3 \quad (0.3 \text{ см}^3), \quad V_{кр} = 204 \cdot 2 \cdot 0.2 = 81.6 \text{ мм}^3 \quad (0.08 \text{ см}^3). \quad (3.35)$$

Маса буде рівна:

$$m = 0.3 \cdot 1.05 + 0.08 \cdot 2.8 = 0.539 \text{ г} \quad (3.36)$$

Звідси:

$$K \cdot I^2 \cdot R \cdot \tau = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1) \quad (3.37)$$

Визначаємо загальний опір:

$$R = \frac{c \cdot m \cdot (t_2 - t_1)}{K \cdot I^2 \cdot \tau} \quad (3.38)$$

де τ – час зварювання, приймаємо $\tau=1$ с.

$$R = \frac{1.34 \cdot 0.54 \cdot (200 - 20)}{1.3 \cdot 5^2 \cdot 1} = 4 \text{ Ом} \quad (3.39)$$

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

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		52

$$\tau = \frac{\phi_x \cdot x^2}{a}, \quad (3.40)$$

де ϕ_x – параметр, який необхідний для знаходження по номограмі іншого безрозмірного коефіцієнта Θ

τ – час зварювання, с;

x – глибина проварювання, ($x=0,1$ см);

a – температуропровідність, $\text{см}^2/\text{с}$ ($a=0,00694 \text{ см}^2/\text{с}$).

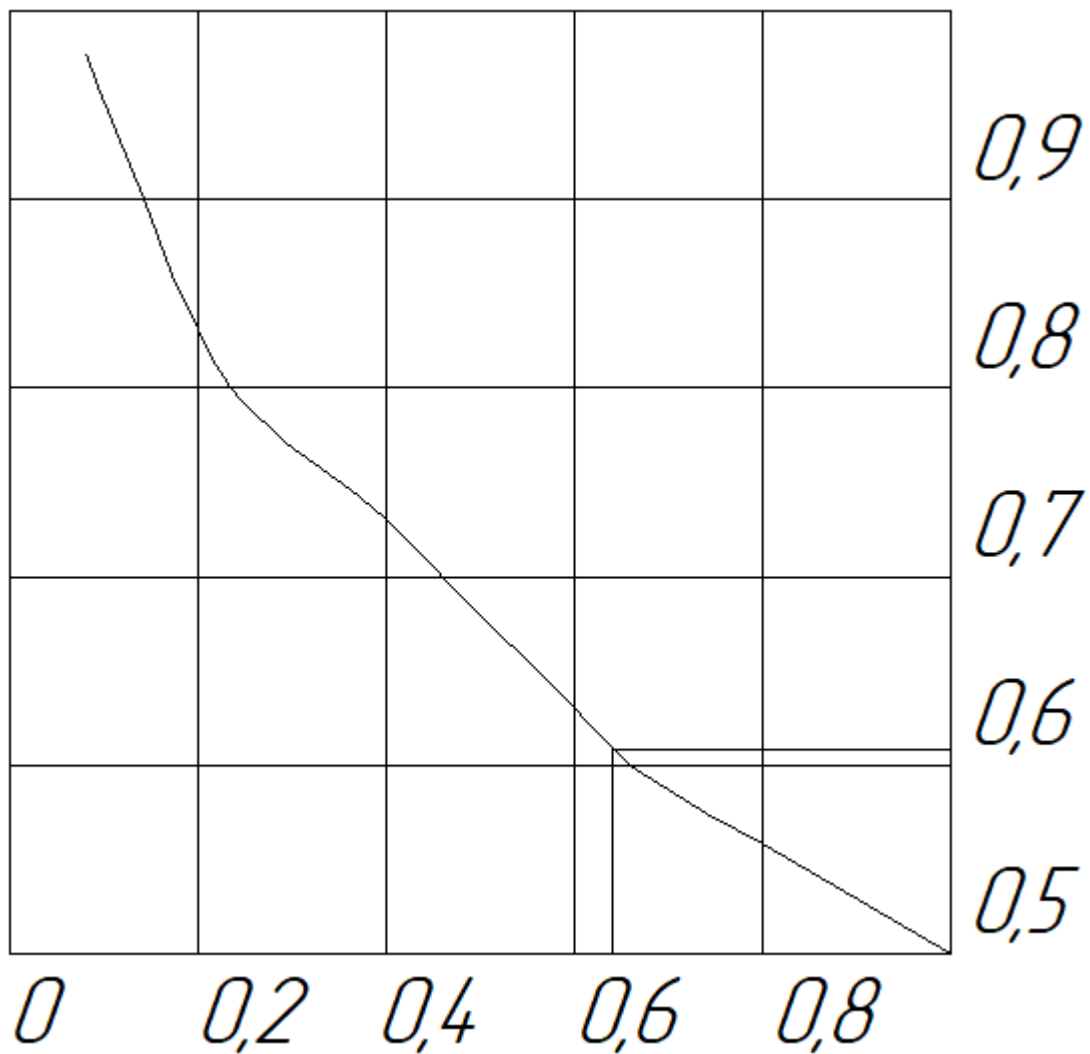


Рис. 3.6. Номограма для розрахунку теплових процесів при зварюванні.

$$\phi_x = \frac{\tau \cdot a}{x^2} = \frac{1 \cdot 0.00694}{0.1^2} = 0.694 \quad (3.41)$$

З номограми видно, що $\Theta=0,61$

Відомо, що:

$$\Theta = \frac{T_{\text{пл}} - T_2}{T_1 - T_2} \quad (3.42)$$

де $T_{\text{пл}}$ – температура плавлення полістиролу, °С

T_1 – Температура навколишнього середовища, °С

T_2 – температура, яка необхідна для зварювання.

З цього виразу визначаємо температуру, що необхідна для зварювання:

$$T_2 = \frac{T_{\text{пл}} - \Theta \cdot T_1}{1 - \Theta} = \frac{90 - 0.61 \cdot 20}{1 - 0.61} = 199 \quad (3.43)$$

Отже, температура T_2 для зварювання повинна бути: $T_2=200^\circ\text{C}$, але оскільки ще є алюмінієва кришка, то $t_2 > 200^\circ\text{C}$.

$$t_2 = T_2 + \Delta T_2 \quad (3.44)$$

де t_2 – температура зварювання з врахуванням наявності алюмінієвої кришки, °С;

ΔT_2 – приріст температури T_2 , °С.

Так як алюміній має дуже високий коефіцієнт теплопередачі і товщина алюмінієвої кришки складає 0,2 мм, то ΔT_2 можна знехтувати ($\Delta T_2 \rightarrow 0$) і приймати:

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		54

4. Основні положення монтажу, правил експлуатації і діагностики.

На підприємствах харчової промисловості, виробниче обладнання є найважливішою складовою основних фондів. Завдання монтажу, технічного обслуговування та ремонту є необхідними для забезпечення довговічності та ефективності роботи обладнання, і повинні бути постійною увагою персоналу, що займається обслуговуванням обладнання.

Для правильного монтажу та налагодження маніпулятора-дозатора необхідно дотримуватись інструкції по експлуатації та технічного опису. Перед початком монтажних робіт потрібно виконати наступні підготовчі дії:

- підготувати бетонну або залізобетонну фундаментну основу, забезпечивши її горизонтальність;
- підвести пневматичні, гідравлічні та електричні комунікації;
- забезпечити наявність пристроїв для зливання води.

Перед монтажем маніпулятора-дозатора необхідно виконати наступні кроки:

- Перевірити комплектність маніпулятора-дозатора після доставки в приміщення для розміщення.
- Очистити всі поверхні від антикорозійного покриття і протерти насухо.
- Перевірити машину на наявність дефектів, пов'язаних з упакуванням і транспортуванням.
- Після транспортування маніпулятора-дозатора необхідно дати йому дві доби для витримки в приміщенні при відповідній температурі і вологості повітря.

					<i>КРБ.76.00.000 ПЗ</i>			
<i>Змін</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Основні положення монтажу, правил експлуатації і діагностики</i>	<i>Літера</i>	<i>Арк</i>	<i>Арк</i>
<i>Разробив</i>		<i>Бутик</i>				<i>у</i>	56	
<i>Перевірів</i>		<i>Кривопляс-володіна</i>						
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утв</i>								
						<i>НУХТ ПМ-IV-1</i>		56

- Після установки маніпулятора-дозатора необхідно перевірити всі частини і механізми на наявність сторонніх предметів та переконатися у надійності їх кріплення.

- Перевірити стан змащення підшипників та вузлів тертя, і залити олію відповідно до вказівок паспорта якщо необхідно.

- Перевірити плавність обертання роликів.

- В разі необхідності відрегулювати електромеханічний тракт.

Щоб перевірити механічну частину маніпулятора-дозатора, необхідно вручну перевірити, чи обертаються всі обертові частини легко, плавно та без заїдань. Також потрібно перевірити, як працюють блокуючі та сигналізуючі пристрої.

4.1 Експлуатація

Інструкції з безпеки спрямовані на уникнення травматичних подій серед обслуговуючого персоналу та запобігання виникненню аварій під час використання маніпулятора-дозатора.

Лише особи, які досягли 18 років, пройшли інструктаж з техніки безпеки згідно з правилами підприємства, ознайомлені з принципом роботи та правилами експлуатації автомата та здатні відповідати за його технічний стан, можуть керувати маніпулятором-дозатором та проводити його обслуговування. Під час експлуатації електрообладнання автомата обов'язково дотримуватись "Правил побудови електроустановок".

Необхідно вимикати напругу перед проведенням ремонтних, пусканалагоджувальних та технічних робіт. До щита та пульта керування повинні бути прикріплені таблички з написом "ПРАЦЮЮТЬ ЛЮДИ - НЕ ВИКАТИ".

Має бути строго дотримано наступне:

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		57

- Не допускається використовувати обладнання у разі виявлення несправностей.

- Виконання процедур змащення, ремонту, огляду та налаштування механізмів автомата повинно проводитись тільки при вимкненому тиску.

- Робота без огорожень заборонена.

- Ремонт та заміна електрообладнання повинні виконуватися тільки при вимкненій напрузі та використанні індивідуальних засобів захисту.

При установці та демонтажі маніпулятора-дозатора необхідно звільнити майданчик для монтажу від сторонніх предметів. Кут нахилу майданчика не повинен перевищувати 5°, а піднімання та опускання обладнання повинні відбуватися без різких поштовхів.

Обов'язки оператора під час роботи з мніпулятором-дозатором:

- Оператор несе відповідальність за стан та справність обладнання.

- Перед початком роботи оператор повинен:

1) Перевірити роботу маніпулятора-дозатора шляхом включення та холостого запуску.

2) Перевірити кріплення огорожень.

3) Заправити ресивери-живильники дозованими речовинами.

4) Заповнити магазин кришечок.

5) Заповнити магазин стаканчиків.

6) Запустити обладнання

- Під час роботи оператор повинен:

1) Стежити за рівномірністю подачі дозуючих речовин.

2) Стежити за процесом закривання кришечок

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
						58
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

3) Стежити за процесом відведення наповнених стаканчиків.

- На завершення зміни оператор зобов'язаний:

1) Відключити обладнання.

2) Очистити його від залишків технологічного процесу та пилу.

3) Повідомити майстра про виявлені несправності або про їхню відсутність.

4.2 Технічне обслуговування

Технічне обслуговування обладнання потрібно проводити під час перерв у виробництві, щоб не порушувати процеси. Це обслуговування поділяється на два види: щоденне та періодичне. Щоденне технічне обслуговування містить такі етапи:

перевірка плавності процесу спрацювання складових частин обладнання;

перевірка якості та рівня заповнення ресивера та дозаправка у випадку неповного заповнення;

періодичне очищення поверхонь механізмів протягом зміни;

очищення автомата від пилу та залишків технологічного процесу наприкінці зміни, а також змащення вузлів тертя.

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		59

5. Вимоги охорони праці

На даний момент діє закон «Про охорону праці» [<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>], який складається з перамбули та 9 розділів: «Загальні положення», «Гарантії прав громадян на охорону праці», «Організація охорони праці», «Стимулювання охорони праці», «Нормативно-правові акти з охорони праці», «Державне управління охороною праці», «Державний нагляд і громадський контроль за охороною праці», «Відповідальність працівників за порушення законодавства про охорону праці», «Прикінцеві положення».

Закон України "Про охорону праці" є самостійним нормативним актом у системі законодавства України про трудові відносини. Він містить основні правові принципи, що регулюють конституційне право громадян на охорону життя та здоров'я в процесі праці, визначає відносини між роботодавцем та працівником з питань безпеки та гігієни праці, а також встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Навчання з охорони праці проводяться з усіма працівниками підприємства згідно з вимогами ГОСТ 12.0.004-90 "Організація навчання з питань безпеки праці". Навчання з охорони праці включає наступні типи інструктажів:

- вступний;
- первинний на робочому місці;
- повторний;
- позаплановий;
- цільовий.

					<i>КРБ.76.00.000 ПЗ</i>		
Змін	Арк	№ докум	Підпис	Дата			
Разробив		Бутик				Літера	Арк
Перевірів		Кривопляс-Володіна				у	
Н. Контр.					<i>Вимоги охорони праці</i>		
Утв					НУХТ ПМ-IV-1		
					60		

Прийняття на роботу нового співробітника (будь то на постійну або тимчасову роботу) передбачає проведення вступного інструктажу. Організацію проведення вступного інструктажу може покласти на себе спеціаліст з охорони праці або будь-яка інша особа, призначена для цієї мети наказом. Місцем проведення вступного інструктажу є кабінет охорони праці або будь-яке інше приміщення, яке обладнано необхідними наочними матеріалами. Програму та тривалість вступного інструктажу затверджує керівник підприємства.

Первинний інструктаж проводиться на місці роботи з працівниками, які щойно були прийняті на роботу або будуть виконувати нову роботу. Програма первинного інструктажу розробляється керівником цеху чи дільниці, затверджується керівником підприємства і узгоджується зі службою охорони праці або відповідним структурним підрозділом навчального закладу.

Працівникам проводять повторний інструктаж на робочому місці згідно з частотою, визначеною керівником підприємства: один раз на квартал для робіт з підвищеною небезпекою та один раз на півріччя для інших робіт. Інструктаж може бути проведений як індивідуально, так і з групою працівників, які виконують однотипні роботи, згідно з програмою первинного інструктажу в повному обсязі.

Позаплановий інструктаж з працівниками може бути проведений на робочому місці або в кабінеті охорони праці у наступних випадках:

- введення в дію нових або змінених нормативних актів про охорону праці;
- зміна технологічного процесу, заміна або модернізація устаткування, приладів та інструментів, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на охорону праці;
- порушення працівником нормативних актів, яке може призвести до травми, отруєння або аварії;

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
						61
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

	роботах, всього, чол., в тому числі жінок, чіл.			
4.	Чисельність працівників, що одержує компенсації і пільги за важкі роботи й роботи за шкідливими умовами праці, чол.	0	0	-
5.	Кількість нещасних випадків, всього: - Кч* - КТ**	0 0 0	0 0 0	0 0 0
6.	Кількість випадків професійних захворювань, в тім числі виявлено знову	1	0	0
7.	Кількість керівників, їхніх заступників, головних спеціалістів, які повинні пройти навчання й перевірку знань по охороні праці: - у комісії 2-го рівня, чол., в тому числі пройшли навчання та перевірку знань, чол. - у комісії об'єднання підприємств (по галузевим правилам і нормам), чол., - в тім числі пройшли навчання та перевірку знань, чол.	1 1 1	1 1 1	100 100 100
8.	Кількість працівників, які повинні пройти навчання й			

Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

КРБ.76.00.000 ПЗ

Арк

63

	перевірку знань по охороні праці в комісії:	1	1	100
	1-го рівня, чол., в тому числі пройшли навчання та перевірку знань, чол.	1	1	100
9.	Забезпеченість санітарно-побутовими приміщеннями у відсотках до норм:			
	- гардеробними	80	90	112
	- душовими	90	100	111
	- умивальними	100	100	100
	- кімнатами особистої гігієни жінок	100	100	100
10.	Наявність служби охорони праці, чол.			
	- кабінету по охороні праці (є, немає)	-	-	-
	- спільного комітету по охороні праці (є, немає)	-	-	-
	- уповноважених (довірених) осіб по охороні праці профспілки або трудового колективу, чол.	1	1	100
11.	Число робочих місць на підприємстві, усього	39	42	107,7
12.	Проведено атестацію робітників, місць за умовами праці, у відсотках від їх загальної кількості, всього з них:			

Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

КРБ.76.00.000 ПЗ

Арк

64

	- не відповідають вимогам правил, норм і інструкцій з охорони праці	26 0	26 0	100 -
13.	Застраховано працівників від нещасних випадків та профзахворювань, чол.	6	6	100
14.	Кошти, витрачені на заходи з охорони праці, тис. грн., в тому числі:	246	273	110,9
	- на одного працівника, тис. грн.	6,3	6,5	103,2

У цеху керівник відповідає за керування охороною праці. З метою забезпечення безпеки праці створена служба охорони праці, яка підпорядковується керівнику організації або одному з його заступників за дорученням керівника.

Служба охорони праці співпрацює з іншими підрозділами організації, уповноваженими особами з охорони праці професійних союзів та інших представницьких органів, а також зі службою охорони праці вищестоящої організації. У своїй діяльності працівники Служби дотримуються законів та нормативних правових актів щодо охорони праці, угод, колективних договорів, угод по охороні праці та інших локальних нормативних правових актів організації.

Роботодавець забезпечує фінансування заходів з охорони праці. Крім того, фінансування профілактичних заходів з охорони праці, виконання державних, галузевих та регіональних програм щодо безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, а також інших державних програм, спрямованих на запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням, має бути забезпечене через державні та місцеві бюджети, нарівні з іншими джерелами фінансування, визначеними законодавством. Витрати на охорону праці на підприємствах,

										Арк
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						65

незалежно від форм власності, або фізичних осіб, які використовують найману працю, мають становити не менше 0,5% від суми реалізованої продукції. У витратах на охорону праці на підприємствах, що утримуються за рахунок бюджету, повинні бути передбачені у державному або місцевих бюджетах і становити не менше 0,2% від фонду оплати праці. Суми витрат з охорони праці, які є валовими витратами юридичної чи фізичної особи, яка відповідно до законодавства використовує найману працю, повинні визначатися згідно з переліком заходів та засобів з охорони праці, що затверджує Кабінет Міністрів України.[7-18]

Серед витрат на виробництво включаються витрати на покращення технологій та організацію виробництва, винахідництво та раціоналізацію, збереження основних засобів виробництва в робочому стані, та утримання засобів колективного захисту.

Виділені кошти фонду на підприємстві можуть бути використані тільки на реалізацію заходів, спрямованих на відповідність умов та безпеки праці нормативним вимогам або на підвищення існуючого рівня охорони праці на виробництві.

Кошти з галузевих та державних фондів охорони праці спрямовуються на реалізацію галузевих та національних програм з охорони праці, проведення науково-дослідних і проектно-конструкторських робіт, які відповідають меті цих програм. Крім того, кошти також використовуються на підтримку розвитку спеціалізованих підприємств та виробництв, творчих колективів, науково-технічних центрів, експертних груп, а також для стимулювання трудових колективів та окремих осіб, які активно працюють над вирішенням проблем охорони праці.

У відділенні, де функціонує фасувально-пакувальний апарат, наявні різноманітні шкідливі та небезпечні фактори, серед яких можна відзначити:

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		66

мікроклімату згідно ДП.55.ПЗ. Конкретно, у холодний період року температура повітря повинна бути від +16°C до +19°C, відносна вологість повітря - від 40% до 60%, а швидкість руху повітря - не більше 0,2 м/с. У теплий період року температура повітря повинна бути від +20°C до +22°C, відносна вологість повітря - від 40% до 60%, а швидкість руху повітря - не більше 0,3 м/с. Також необхідно забезпечити атмосферний тиск в межах (1000±40) Па або (750±30) мм рт. ст. та загальне освітлення приміщення не менше 750 лк. Приміщення повинно бути обладнане системами опалення відповідно до СНІП 2.04.05-91.

Виробничі приміщення потребують систем вентиляції, щоб підтримувати чистоту повітря та забезпечувати комфортні умови для людей, які працюють в них. Відповідно до цього, існують різні системи вентиляції, які можуть бути природними або штучними, місцевими або загальними, та мати різне призначення (приточна, витяжна, приточно-витяжна). Важливо, щоб вентиляційна система забезпечувала не тільки чистоту повітря, але й підтримувала теплову рівновагу між організмом людини та навколишнім середовищем.

Системи вентиляції виробничих приміщень харчових підприємств можуть бути турбулентними або ламінарними. Турбулентний потік забезпечує очищення повітря від більш ніж 1000 часток в 1 л, тоді як ламінарний потік, що поширюється по всьому приміщенню, забезпечує очищення повітря від часток в 100 разів менше.

Обсяг та кратність повітрообміну є важливими показниками вентиляції виробничих приміщень. Обсяг вентиляційного повітря можна розрахувати за вмістом вуглекислоти, яка є непрямим показником чистоти повітря в приміщенні. Мета вентиляції полягає в тому, щоб забезпечити вміст вуглекислоти, який не перевищує норму (0,1%). Кратність же показує, скільки разів повітря в приміщенні обмінюється за годину.

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
						68
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Кондиціонування - це один з методів механічної вентиляції, що дозволяє створювати задані параметри повітряного середовища в промислових приміщеннях.

Для освітлення робочих зон варто використовувати лампи розжарювання, які знаходяться в експлозійозахисних кожухах. Електрощитки, вимикачі, розетки та запобіжники повинні бути встановлені за межами робочої зони.

Дільниця площею 56 м² освітлюється 12-ма світильниками з лампами ЛДЦ40 з двома лампами в кожному.

Вібрація серед всіх видів механічних впливів для технічних об'єктів найбільш небезпечна.

Для оцінки впливу вібрації на людину в умовах виробництва застосовуються методи, визначені ГОСТ 12.1.012-90. Оцінка може проводитись за допомогою частотного (спектрального) аналізу нормованого параметра, інтегральної оцінки за частотою нормованого параметра або дозою вібрації.

Для зменшення вібрацій використовують метод динамічного віброгасіння, який полягає в установці обладнання на масивному фундаменті. Вага фундаменту визначається таким чином, щоб амплітуда коливань підшви фундаменту не перевищувала 0,1 ... 0,2 мм. Для досягнення цієї мети обладнання встановлюється на фундаменті товщиною 350 мм і забезпечується гумовими опорами.

Шум, який виникає під час виробничого процесу на робочих місцях або на територіях підприємств, називається виробничим шумом. Згідно з ГОСТ 12.1.003-86, існує класифікація приміщень за їх використанням для трудової діяльності різних видів, і в ньому встановлені граничні значення шуму на робочих місцях. Ці граничні значення визначаються з урахуванням типу приміщення.

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
						69
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Основними джерелами шуму на ділянці є фасувальна машина, вентиляційне устаткування та компресор. Параметри звукового тиску наведено у таблиці.

Таблиця – Рівні звукового тиску

Таблиця 4.2

Устаткування - джерело шуму	Кількість	Рівень звукового тиску, дБ
Електродвигуни витяжної вентиляції та компресора	4	75
Фасувальна машина	1	71

Щоб боротися з шумом, який виникає виробничим обладнанням, основним методом є використання шумозахисних кожухів. Ці кожухи виконуються з матеріалів, які здатні поглинати шум (наприклад, пінопласту або склотканини). Проте, не менш важливим є об'єм приміщення, де знаходиться обладнання. Під час роботи машини рівень звукового тиску розподіляється по всьому об'єму, що допомагає уникнути неприємностей для працівників. Для досягнення цієї мети важливо правильно вибрати розміри приміщення і його геометрію.

За орієнтацію на рівень виробничого шуму можна використовувати порівняння з рівнем звуку людської мови, який становить приблизно 70 дБА. Якщо виробниче приміщення дозволяє спокійно розмовляти, то рівень шуму не перевищує 65...70 дБА. Таким чином, можна припустити, що рівень шуму складає 70...80 дБА, що є прийнятним для виробничих приміщень, оскільки не перевищує допустимий рівень шуму (80 дБА).

Згідно Санітарних Норм і Правил (СНіП 245-71), мінімальна допустима площа для одного працівника повинна становити не менше 4,5 м². У нашому випадку:

$$S_{\text{роб}} := \frac{S_{\text{прим}}}{N_{\text{роб}}} = \frac{60}{5} = 12 \text{ м}^2$$

Об'єм приміщення, що повинен припадати на одного працюючого, складає:

$$V_{\text{роб}} := S_{\text{роб}} \cdot h = 12 \cdot 4 = 48 \text{ м}^3$$

що відповідає встановленим нормам (найменше допустиме значення дорівнює 15м³).

Виробниче приміщення має вікна, які розташовані вздовж всієї довжини і починаються на висоті 1,5 м від підлоги. Висота вікон становить 2 м. Стіни покриті масляною фарбою, а стеля побілена крейдяним розчином білого кольору. Підлога виконана зі зносостійкого армобетону, що неслизький, щільний та легко очищується.

Незважаючи на заходи, передбачені конструкцією, під час роботи машини може виникнути ризик травмування, який пов'язаний з роздавленням або порізами під час фасування.

Для забезпечення безпеки оператора необхідно використовувати машину лише у технічно справному стані та відповідно до її призначення. Якщо виявлені будь-які неполадки, які можуть погіршити безпеку, то їх необхідно негайно усунути.

Використання установки для робіт, які не передбачені конструкцією, є недопустимим. Забезпечення безпеки праці здійснюється за допомогою таких заходів:

									Арк
									71
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата					

1) Включення механізму двома руками, що забезпечує метод зайнятості двох рук. При цьому кнопки (ручки) відпускаються або натискаються одночасно, що призводить до негайної зупинки машини. Можна продовжити роботу тільки після повного відпускання обох кнопок. Неможливо включити машину, якщо кнопки натиснуті неодноразово з інтервалом більше 0,5 с.

2) Наявність світлової завіси з інфрачервоними променями перед зоною фасування, які не сліплять очі оператора. Інфрачервоний захист зупиняє процес фасування, якщо руки оператора потрапляють в небезпечну зону. Інфрачервоні промені світлодатчика створюють світловий заслін небезпечної зони і падають на фотодіоди світлоприймача. Якщо всі фотодіоди освітлені, то утворюється електричний ланцюг для нормальної роботи машини. Якщо хоча б один інфрачервоний промінь перекритий, то ланцюг дозволу обертання валиків обривається. Включення машини на робочий хід в цьому випадку неможливе, а якщо в цей час відбувається процес фасування, то установка зупиняється, а балка притискача піднімається у верхнє положення. Фасування можна продовжити тільки після відпускання кнопок і повторного їх натискання.

3) Включення машини тільки на один цикл.

4) Для забезпечення безпеки та ефективності роботи необхідно мати наявність швидкодійного гальма на привідному валу механізму. Одним з варіантів може бути використання електромагнітного гальма, яке може бути колодковим або комбінованою електромагнітною муфтою-гальмом. Колодкове гальмо має свій привід від електромагніта і використовується як спеціальний механізм. У сучасних моделях установок гальмо змонтовано разом з електромагнітною муфтою у вигляді одного вузла, який автоматично спрацьовує після закінчення фасування. [2].

У всіх установках присутнє гальмо "нормально закритого типу", що означає, що механізм постійно перебуває в загальмованому стані, але

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		72

розгальмовується при включенні механізму на робочий хід і знову загальмовується після прокручування валика.

5) Спеціальне пристосування для полегшення зняття і установки валиків, що забезпечує безпечну, швидку та зручну заміну валиків.

6) Аварійний вимикач

7) Огородження приводу, яке запобігає потраплянню одягу або частин тіла оператора у клинопасову передачу.

Приміщення фасувально-пакувальної дільниці вважається приміщенням з підвищеною небезпекою ураження електричним струмом з двох причин: по-перше, через підвищену небезпеку струмопровідної бетонної підлоги, а по-друге, через можливість доторкання до струмопровідних частин при наявності на них напруги. Згідно з Правилами установки електрообладнання (ПУЕ), ця зона класифікується як П-ІІ А (або П-ІІа), що вказує на наявність твердих або волокнистих горючих матеріалів, при цьому горючий пил та волокна не виділяються.

Згідно ГОСТ 12.1.019-79, для захисту від випадкового дотику до струмоведучих частин за наявності напруги, застосовуються різні методи захисту, зокрема: захисна оболонка (ізоляція), захисні огорожі (у разі використання високовольтної лінії), безпечне розташування струмопровідних частин, захисне відключення апаратури, а також засоби сигналізації, що вказують на стан устаткування, положення органів управління, про порушення робочих режимів та аварії.

Для захисту працівників від ураження електричним струмом при дотику до струмопровідних частин використовують різні методи захисту. Серед них можна виділити ізоляцію робочого місця, заземлення, занулення, а також застосування засобів індивідуального захисту, наприклад, діелектричних килимків, рукавичок та спеціального взуття.

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
						73
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Під час використання електроприладів у приміщенні виконуються всі правила техніки безпеки.

У разі відсутності електропостачання установка автоматично вимикається за допомогою запобіжного пристрою. Це призводить до розімкнення всіх контакторів і відключення всіх приводних механізмів.

На підприємствах харчової промисловості під час виробництва використовуються матеріали, які можуть легко загорітися, такі як папір, синтетичні плівки, фарби, та рідини. При фасуванні та упаковці продукції використовують лише безпечні синтетичні плівки, а при обслуговуванні машин використовують уайт-спірит та мастильні матеріали. Згідно з вимогами ОСТ 29.12.0.004-82 та СНіП 2.09.09-85, фасувальна машина відповідає вимогам протипожежної безпеки.

Система запобігання пожеж має два головних напрямки: запобігання створенню горючого середовища та запобігання появі (або внесенню) джерел запалення в цьому середовищі.

ГОСТ 12.1.004-91 встановлює правила сумісного зберігання речовин та матеріалів, що ґрунтуються на кількісному аналізі показників пожежної небезпеки, токсичності та однорідності засобів пожежогасіння.

Залежно від класифікації речовин і матеріалів, встановлюються вимоги до їх зберігання. Згідно з НАПББ03-002-07, виробниче приміщення належить до категорії "В" (пожежонебезпечні), і в ньому використовуються горючі речовини та матеріали.

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
						74
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Розділ 6. Розробка технологічного процесу та розрахунок технологічних операцій виготовлення деталі типу верхньої плита матриці

У даному розділі описується технологічний процес виготовлення нижньої плити матриці, яка призначена для формування блістерної упаковки. Матриця є однією з основних деталей прес-форми. Матриці прес-форм відрізняються наступними особливостями:

1. Формуючі порожнини в плані і по перетину, а також її розміри визначаються конфігурацією пресованого виробу;
2. Зовнішні сторони матриці зазвичай мають циліндричну або прямокутну форму. Надавати матрицям іншу форму недоцільно, оскільки це збільшить трудомісткість їх виготовлення;
3. Чим менше складових частин має матриця, тим вона надійніше в експлуатації. Проте виготовлення цільної матриці не завжди технологічно виправдане і для полегшення обробки іноді доводиться робити матрицю складовою;
4. Матриці прямокутної форми допускають пристрій будь-якої кількості формуючих гнізд;
5. Матриці циліндричної і конічної форми більш зручні для обробки до і після термообробки, але можуть бути тільки одне-гніздова. Для того щоб у конічної матриці розташувати хоча б два гнізда, доводиться значно збільшувати габарити прес-форми;

Важливим фактором, що визначає якість пресованого виробу, є конструктивне оформлення сполучення окремих частин збірних матриць. Основна вимога до таких конструкцій полягає у вишукуванні такої форми

					КРБ.76.00.000 ПЗ			
Змін	Арк	№ докум	Підпис	Дата	Розробка технологічного процесу та розрахунок технологічних операцій виготовлення деталі типу верхньої плита матриці	Літера	Арк	Арк
Разробив	Арк	Бутик				у	75	
Перевірів		Бойко				НУХТ ПМ-IV-1 75		
Н. Контр.								
Утв								

сполуки, яка залишала б на виробі мінімальні сліди від шва і гармоніювала з загальними обрисами виробу. Для цього доводиться іноді кілька видозмінювати конфігурацію виробу, що виправдовується технологічністю виготовлення прес-форми.

Розрахунок припусків.

Припуск на чистове фрезерування:

$$2Z_{2min}=2(Rz_1+D_1+(T_{пр1}^2+\epsilon_{y2}^2)^{0,5}) \quad (6.1)$$

де $Rz_1 = 50$ мкм, $D_1 = 50$ мкм, $T_{пр1}$ – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка при чорновому фрезерування;

При установленні деталей центрах $T_{пр1}=0$ мкм.

При установленні деталей центрах $\epsilon_{y2}=0$.

$$\text{Тоді } 2Z_{2min}=2(50+50) = 200 \text{ мкм} \quad (6.2)$$

$$2Z_{2max}=2Z_{2min}+T_1+T_2, \quad (6.3)$$

де T_1 -допуск розміру при чорновому фрезерування; T_2 -допуск розміру при чорновому фрезерування;

$$T_1=IT13 = 270 \text{ мкм}; T_2=IT11 = 110 \text{ мкм}; \quad (6.4)$$

$$2Z_{2max}=200+270-110 = 360 \text{ мкм}; \quad (6.5)$$

$$2Z_{2ном}=(2Z_{2max}+2Z_{2min})/2=(200+360)/2 = 280 \text{ мкм}; \quad (6.6)$$

Припуск на чорнове фрезерування:

$$2Z_{1min}=2(Rz_0+D_0+(T_{пр0}^2+\epsilon_{y1}^2)^{0,5}), \quad (6.7)$$

де $Rz, D_0, T_{пр0}$ – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		76

шару та сумарна просторова похибка поковки.

Для заготовок масою до 25 кг (табл.6) $Rz_0 = 240$ мкм, $D_0 = 250$ мкм;
 $T_{пр0} = 1,2$

ε_{y1} – похибка установлення при чорновому фрезерування.

Під час установлення деталей центрах $\varepsilon_{y1} = 0$ мкм

$$2Z_{1min} = 2(240 + 250) = 980 \text{ мкм}, \quad (6.8)$$

Припуск на напівчистове фрезерування:

$$2Z_{2min} = 2(Rz_1 + D_1 + (T_{пр1}^2 + \varepsilon_{y2}^2)^{0,5}) \quad (6.9)$$

де $Rz_1 = 50$ мкм, $D_1 = 50$ мкм, $T_{пр1}$ – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка при чорновому фрезерування і;

При установленні деталей центрах $T_{пр1} = 0$ мкм.

При установленні деталей центрах $\varepsilon_{y2} = 0$.

Тоді:

$$2Z_{2min} = 2(50 + 50) = 200 \text{ мкм} \quad (6.10)$$

$$2Z_{2max} = 2Z_{2min} + T_1 - T_2, \quad (6.11)$$

де T_1 – допуск розміру при чорновому фрезерування; T_2 – допуск розміру при чорновому фрезерування ;

$$T_1 = IT13 = 270 \text{ мкм}; T_2 = IT11 = 110 \text{ мкм}; \quad (6.12)$$

$$2Z_{2max} = 200 + 270 - 110 = 360 \text{ мкм}; \quad (6.13)$$

$$2Z_{2ном} = (2Z_{2max} + 2Z_{2min}) / 2 = (200 + 360) / 2 = 280 \text{ мкм}; \quad (6.14)$$

Загальний припуск:

$$2Z_{\text{сум}} = \sum 2Z_{i \text{ ном}} = 68 + 142 + 280 + 720 + 280 = 1490 \text{ мкм} \quad (6.15)$$

Прийmemo $2Z_{\text{сум}} = 2 \text{ мм}$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_M = M_{\text{дет}} / M_{\text{заг}} = 13,520 / 16 = 0,845 \quad (6.16)$$

Де $M_{\text{дет}}$, $M_{\text{заг}}$ —маса відповідно деталі і заготовки

Технологічний маршрут виготовлення деталі типу нижня плита матриці

Таблиця 6.1

№	Назва операції, переходу	Технолог. обл., пристрої, інструмент обробл. і контр.
10	Заготівельна УЗЗ	Газовий різак
10.1	Відрізати заготовку та $L=215 \text{ мм}$ $B=181 \text{ мм}$	
20	Фрезерна УЗЗ	Вертикально-фрезерний верстат, лещата, упор, затискач
20.1	Фрезерувати пов. 1 $L=178 \text{ мм}$	Кінцева фреза $\varnothing 50 \text{ P6M5}$ ШЦ1
30	Фрезерна УЗЗ	Вертикально-фрезерний верстат, лещата, упор, затискач

										Арк
										78
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

КРБ.76.00.000 ПЗ

30.1	Фрезерувати пов. 1 L=54мм	Кінцева фреза Ø50 P6M5 ШЦ1
40	Фрезерна УЗЗ	Вертикально-фрезерний верстат, лещата,упор,затискач
40.1	Фрезерувати пов. 1 L=212мм	Кінцева фреза Ø50 P6M5 ШЦ1
40.2	Фрезерувати пов. 2 L=212мм	Кінцева фреза Ø50 P6M5 ШЦ1
50	Фрезерна УЗЗ	Горизонтально-фрезерний верстат, лещата,упор,затискач
50.1	Фрезерувати пов. 1 L=178мм	Кінцева фреза Ø50P6M5 ШЦ1
50.2	Фрезерувати пов. 2 L=178мм	Кінцева фреза Ø50P6M5 ШЦ1
60	Фрезерна УЗЗ	Вертикально-фрезерний верстат, лещата,упор,затискач
60.1	Фрезерувати пов. 1 L=18мм	Кінцева фреза Ø40 P6M5 ШЦ1

Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

КРБ.76.00.000 ПЗ

Арк

79

70	Фрезерна УЗЗ	Вертикально-фрезерний верстат, лещата,упор,затискач
70.1	Фрезерувати пов. 1 L=39мм	Кінцева фреза Ø40 P6M5 ШЦ1
80	Свердлильна УЗЗ	Свердлильний верстат 2А125,кондуктор
80.1	Свердлити отв.4Ø6	оправка, упор,затискач
90	Свердлити отв.16 Ø4	Свердлильний верстат 2А125,кондуктор
90.1	Свердлити отв.16 Ø4	оправка, упор,затискач
90.2	Зенкерувати отв.16 Ø20	оправка, упор,затискач
90.3	Зенкерувати отв.16 Ø24	оправка, упор,затискач

50.Фрезерна

Перехід 50.1.Фрезерувати поверхню 178 мм

Глибина - $t = 3$ мм, ширина - $B = 54$ мм.

Визначити геометричні дані інструменту (довідник):

Кінцева фреза: $D_{\phi} = 50$ мм

$S_z = 0,02 \dots 0,06$ мм/зуб; приймаємо $S_z = 0,05$ мм/зуб.

Визначаємо подачу на 1 оберт фрези:

										КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата							80

$$S_{\text{об. фр}} = S_z \cdot z \quad (6.17)$$

$$S_{\text{об. фр}} = 0,05 \cdot 5 = 0,25 \text{ мм} \quad (6.18)$$

Вибраємо емпіричну формулу (критичної) швидкості різання сталі (табл.28):

$$V = \frac{28,0 D_{\phi}^{0,45}}{T^{0,33} t^{0,5} S_z^{0,5} \cdot B^{0,1} \cdot z^{0,1}} \quad V_p = \frac{28,0 \cdot 50^{0,45}}{60^{0,33} \cdot 3^{0,5} \cdot 0,05^{0,5} \cdot 54^{0,1} \cdot 5^{0,1}} = 22,97 \text{ м/хв} \quad (6.19)$$

де $T = 60 \text{ хв.}$ – стійкість фрези (табл. 35);

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 V_p}{\pi D_{\phi}} = \frac{1000 \cdot 22,97}{\pi \cdot 50} = 146,23 \text{ об/хв} \quad (6.20)$$

Узгодити n_p з паспортними характеристиками верстату 6М12П і приймаємо

$n_b = 125 \text{ об/хв.}$

Тоді дійсна швидкість обертання:

$$V_d = \frac{\pi D_{\phi} n_b}{1000} = \frac{\pi \cdot 25 \cdot 125}{1000} = 19,6 \text{ м/хв} \quad (6.21)$$

Визначаємо хвилинну подачу:

$$S_{\text{хв}} = S_{\text{об. фр}} \cdot n_b \quad (6.22)$$

$$S_{\text{хв}} = 0,25 \cdot 125 = 31,25 \text{ мм/хв} \quad (6.23)$$

Із паспортних характеристик верстату 6М12П приймаємо $S_{\text{хв}} = 200 \text{ мм/хв.}$

Розрахункова довжина обробки :

$$L_p = L_d + L_1 + L_2 + L_3; \quad (6.24)$$

$$L_p = 2 \cdot \sqrt{\left(\frac{d_l}{2}\right)^2 - \left(\frac{d_l}{2} - t\right)^2} + 2 + \frac{D_{\phi}}{2} + \frac{D_{\phi}}{2} = 2 \cdot \sqrt{\left(\frac{178}{2}\right)^2 - \left(\frac{178}{2} - 3\right)^2} + 2 + \frac{50}{2} + \frac{50}{2} = 75,1 \quad (6.25)$$

$$\text{де } L_d = 2 \cdot \sqrt{\left(\frac{d_3}{2}\right)^2 - \left(\frac{d_3}{2} - t\right)^2} - \text{довжина фрезерування,} \quad (6.26)$$

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		81

$L_1 = 2 \dots 3 \text{ мм}$ – підвід інструменту,

$L_{2,3} = \frac{D_\phi}{2}$ – врізання і перебіг залежить від типу фрези,

Основний час на перехід 50.1

$$t_o = L_p / S_{xв} \quad (6.27)$$

$$t_o = \frac{75.1}{200} = 0,37 \text{ хв} \quad (6.28)$$

Допоміжний час:

$$T_d = t_y + t_d \quad (6.29)$$

$$t_y = t_{y1} + t_{y2}, \quad (6.30)$$

$t_{y1} = 0,56 \text{ хв}$ (табл.37) час на установлення деталі масою до 3 кг з кріпленням гайкою за допомогою ключа

$t_{y2} = 0,10 \text{ хв}$ (табл. 37) час на очищення місця установки деталі від стружки

$$t_y = 0,56 + 0,10 = 0,66 \text{ хв}. \quad (6.31)$$

Допоміжний час, пов'язаний з переходом, для верстатів з довжиною стола 1250мм, автоматичним переміщенням, установленою на розмір, $t_d = 0,09 \text{ хв}$ (табл.38). Тоді

$$T_d = 0,66 + 0,09 = 0,75 \text{ хв} \quad (6.32)$$

Оперативний час: $T_{оп} = T_o + T_d \quad (6.33)$

$$T_{оп} = 1.26 + 0,6 = 1.66 \text{ хв} \quad (6.34)$$

Штучний час: $T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пер}, \quad (6.35)$

$T_{об} = 0,045 T_{оп}$ і $T_{пер} = 0,06 T_{оп}$ – відповідно, допоміжний час на обслуговування робочого місця і на відпочинок та природні потреби, що беруться у відсотках оперативного часу (табл. 36)

$$T_{шт} = 1.66 + 0,045 \cdot 1.66 + 0,06 \cdot 1.66 = 1.84 \text{ хв} \quad (6.36)$$

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
						82
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Калькуляційний час:

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n} \quad (6.37)$$

$T_{пз}$ – підготовчо-завершувальний час, що згідно з табл. 3б визначається як сума часу налагодження верстата (при кріпленні в лещатах з двома болтами кріплення – 14,7хв) та на одержання наряду, інструментів, пристроїв - 7хв

$$T_{пз}=14,7+7=21,7\text{хв} \quad (6.38)$$

Тоді

$$\dot{O}_e = 1.84 + \frac{21.7}{200} = 1.95 \text{ хв.} \quad (6.39)$$

Норма виробітку (кількість деталей за год.):

$$N = \frac{60}{T_e} \quad (6.40)$$

За формулою визначаємо

$$N = \frac{60}{1.95} = 32 \quad (6.41)$$

90.Свердлильна

Перехід 90.1. Свердлити отвір $\varnothing 4$

Глибина різання під час свердління становить половину діаметра свердла, тобто:

$$t = d_{св}/2 = 4/2 = 2\text{мм.} \quad (6.42)$$

Рекомендовані подачі 0,04÷ 0,05мм/об(табл.42).

Прийmemo $S=0,05$ мм/об

Для визначення швидкості різання беремо формулу(табл.45):

$$V = 8 \cdot 4^{0,4} / T^{0,2} \cdot S^{0,7}, \quad (6.43)$$

						КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			83

де $T = 8 \text{ хв}$ – стійкість свердла.

$$V = 8 \cdot 4^{0,4} / 8^{0,2} \cdot 0,05^{0,7} = 74,82 \text{ м/хв} \quad (6.44)$$

Потріб кількість обертів для свердління:

$$n = 1000 \cdot v / \pi \cdot d_{\text{св}} = 1000 \cdot 74,82 / 3,14 \cdot 4 = 5957 \text{ об/хв.} \quad (6.45)$$

Приймаємо $n_B = 2000 \text{ об/хв.}$

Тоді дійсна швидкість

$$V_d = \pi \cdot d_{\text{св}} \cdot n_B / 1000 = 3,14 \cdot 4 \cdot 2000 / 1000 = 25,12 \text{ м/хв.} \quad (6.46)$$

Основний час буде визначатись:

$$t_0 = L / n \cdot S = 116 / 2000 \cdot 0,05 = 1,16 \text{ хв.} \quad (6.47)$$

$$\text{де } L = l + l_1 + l_2 = 116 \text{ мм}$$

де $l = 54 \text{ мм}$ – глибина свердління;

$l_1 = 2 \text{ мм}$ – величина на підведення свердла з ручною подачею;

$l_2 = 60 \text{ мм}$ – додаток на врізання і перебіг свердла.

Допоміжний час на виконання переходу $t_{\text{доп}} = 0,08 \text{ хв.}$

Перехід 90.2. Зенкерувати отвір $\varnothing 20$

Приймаємо зенкер діаметром $d_{\text{св}} = 19,80 \text{ мм}$

1. Глибина різання при свердлінні дорівнює половині діаметра оброблюваного отвору:

$$t = \frac{d_{\text{св}} - D_{\text{заг}}}{2} = \frac{19,80 - 18}{2} = 0,9 \text{ мм.} \quad (6.48)$$

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
						84
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

2. Приймаємо подачу $S = 0,5$ мм/об

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання, яка залежить від діаметра зенкера та його матеріалу, інтервалу подач та характеристик оброблюваного матеріалу, за емпіричною формулою:

$$V = \frac{18,6d_{ce}^{0,3}}{T^{0,3}t^{0,2}S^{0,5}} = \frac{18,6 \cdot 19,80^{0,3}}{15^{0,3} \cdot 0,9^{0,2} \cdot 0,5^{0,5}} = 25,42 \text{ м/хв}; \quad (6.49)$$

де $T = 15$ хв – середнє значення періоду стійкості зенкера.

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d_{ce}} = \frac{1000 \cdot 25,42}{\pi \cdot 19,80} = 408 \text{ об/хв}. \quad (6.50)$$

5. Розрахункову кількість обертів n_p корегуємо з паспортними даними прийнятого верстата і приймаємо ближче менше значення – $n_6 = 355$ об/хв.

6. За прийнятим значенням n_6 визначається фактична швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi \cdot d_{ce} \cdot n_6}{1000} = \frac{\pi \cdot 19,8 \cdot 355}{1000} = 22,08 \text{ м/хв}. \quad (6.51)$$

7. Розрахункова довжина обробки:

$$L_p = L_o + L_1 + L_2 + L_3 = 54 + 2 + 4 = 60 \text{ мм}; \quad (6.52)$$

де $L_o = 54$ мм – глибина свердління;

$L_1 = 2 \dots 3$ мм – відстань підводу інструменту до деталі з робочою подачею; L_2, L_3 – величина врізання і перебігу свердла: $L_2 + L_3 = 4$ мм

8. Основний час на свердлення отвору:

$$t_{10} = \frac{L_p}{S_6 \cdot n_6} = \frac{60}{0,5 \cdot 355} = 0,33 \text{ хв}. \quad (6.53)$$

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		85

Допоміжний час

$$t_d = 0,07 \text{ хв.}$$

Перехід 90.2. Зенкерувати отвір $\varnothing 24$

Приймаємо зенкер діаметром $d_{cv} = 23,80 \text{ мм}$

1. Глибина різання при свердлінні дорівнює половині діаметра оброблюваного отвору:

$$t = \frac{d_{cv} - D_{заг}}{2} = \frac{23,80 - 22}{2} = 0,9 \text{ мм.} \quad (6.54)$$

2. Приймаємо подачу $S = 0,5 \text{ об}$

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання, яка залежить від діаметра зенкера та його матеріалу, інтервалу подач та характеристик оброблюваного матеріалу, за емпіричною формулою:

$$V = \frac{18,6 d_{cv}^{0,3}}{T^{0,3} t^{0,2} S^{0,5}} = \frac{18,6 \cdot 23,8^{0,3}}{30^{0,3} \cdot 0,9^{0,2} \cdot 0,5^{0,5}} = 21,8 \text{ м/хв;} \quad (6.55)$$

де $T = 15 \text{ хв}$ – середнє значення періоду стійкості зенкера

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d_{cv}} = \frac{1000 \cdot 21,8}{\pi \cdot 23,8} = 292 \text{ об/хв.} \quad (6.56)$$

5. Розрахункову кількість обертів n_p корегуємо з паспортними даними прийнятого верстата і приймаємо ближче менше значення – $n_e = 250 \text{ об/хв.}$

6. За прийнятим значенням n_e визначається фактична швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi \cdot d_{cv} \cdot n_e}{1000} = \frac{\pi \cdot 23,8 \cdot 250}{1000} = 18,7 \text{ м/хв.} \quad (6.57)$$

7. Розрахункова довжина обробки:

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		86

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_3 = 11 + 2 + 2 = 15 \text{ мм}; \quad (6.58)$$

де $L_0 = 15 \text{ мм}$ – глибина свердління;

$L_1 = 2 \dots 3 \text{ мм}$ – відстань підводу інструменту до деталі з робочою подачею;

L_2, L_3 – величина врізання і перебігу свердла: $L_2 + L_3 = 2 \text{ мм}$

8. Основний час на свердлення отвору:

$$t_{10} = \frac{L_p}{S_g \cdot n_g} = \frac{15}{0,5 \cdot 250} = 0,12 \text{ хв.} \quad (6.59)$$

Допоміжний час

$$t_d = 0,07 \text{ хв.}$$

Загальний технологічний час по операції 90

$$T_o = 1,61 = 1,61 \text{ хв}$$

Додатковий час

$$T_d = t_{d1} + t_{d2} + t_{d3} \quad (6.60)$$

$$T_d = 0,22 \text{ хв}$$

Оперативний час

$$T_{оп} = T_o + T_d, \quad (6.61)$$

$$T_{оп} = 1,61 + 0,22 = 1,83 \text{ хв} \quad (6.62)$$

Штучний час

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пш}, \quad (6.63)$$

$$T_{об} = 0,01 T_{оп}, \quad T_{пш} = 0,02 T_{оп} \quad (6.64)$$

$$T_{шт} = 1,83 + 0,01 \cdot 1,83 + 0,02 \cdot 1,83 = 1,88 \text{ хв} \quad (6.65)$$

Калькуляційний час

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
						87
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n} \quad (6.66)$$

де $T_{пз}$ – підготовчо-завершувальний час:

$$T_{п.з.} = T_{п.з1} + T_{п.з2} \quad (6.67)$$

$T_{пз1}=12$ хв – час на одержання завдання, пристроїв і здачу по закінченні роботи;

$T_{пз2}=5$ хв – час на налагодження установлення деталі в пристрої без кріплення

пристрою на столі. $T_{пз}=12+5=17$ хв (6.68)

Тоді калькуляційний час буде $T_k = 1,88 + \frac{17}{200} = 0,159$ хв (6.69)

Норма виробітку (кількість отворів за год.)

$$N = \frac{60}{T_k} = \frac{60}{0,159} = 377 \text{ отв} \quad (6.70)$$

Висновок.

В даному розділі ми розробили технологічний процес виготовлення деталі типу нижня плита матриці. Вибрали необхідний ріжучий і вимірювальний інструмент, склали операційні ескізи обробки, розробили схеми і конструкції необхідних пристосувань, вибрали заготовку і раціональний режим різання і визначили технічні норми часу обробки.

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		88

ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота представляє синтез двохканального функціонального мехатронного модуля дозування, з регулюванням дози рідкого продукту від 10 до 250мл, продуктивністю 600 – 1800 порцій/ год. Робот-маніпулятор розроблений з використанням нових технічних рішень, що дозволяють точно формувати дозу продукту з урахуванням потреби. Велика увага була приділена точності дозування та забезпеченню високої якості процесу.

У складі робота-маніпулятора були спроектовані основні вузли, включаючи маніпулятор-дозатор, поворотний стіл та систему відводу наповнених стаканчиків. Розроблений дозатор здатний забезпечувати дозування продукції з продуктивністю від 600 до 1800 порцій на годину. Він також дозволяє варіювати розмір стаканчиків, які наповнюються, а також здійснює нанесення дати на стаканчики та зварювання кришечок на поверхню стаканчика.

Отриманий робот-маніпулятор може бути використаний на підприємствах харчової промисловості, спеціалізованих у випуску рідких та в'язких продуктів. Ця система дозволяє автоматизувати процес дозування та фасування продуктів, що призводить до підвищення продуктивності та забезпечення високої якості фасування.

У роботі були проведені розрахунки всіх основних вузлів, силових передач та деталей, що гарантує правильну роботу та надійність системи. Результатом роботи є функціонуючий робот-маніпулятор, який відповідає вимогам та потребам промислового виробництва рідких та в'язких продуктів. Розрахунки включали в себе аналіз навантажень, розподіл сил та моментів, розмірення параметрів руху і швидкостей, а також врахування безпеки та стійкості системи.

Під час розробки було приділено особливу увагу вимогам до гігієни, міцності та довговічності матеріалів, які використовуються в контакті з

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		89

продуктами харчування. Були обрані відповідні матеріали, що відповідають стандартам і забезпечують безпечну та гігієнічну роботу системи.

Розроблена програма управління на мові Function Block Diagram (FBD) забезпечує ефективне керування роботом-маніпулятором. Вона включає логіку керування рухом маніпулятора, регулювання дозування продукту, синхронізацію рухів різних вузлів та безпекові заходи. Програма розроблена з урахуванням простоти використання та налагодження, що дозволяє операторам легко працювати з системою.

Отриманий робот-маніпулятор і програма управління показують високу продуктивність, точність та надійність при дозуванні та фасуванні рідких та в'язких продуктів. Вони можуть стати цінним активом для підприємств харчової промисловості, дозволяючи автоматизувати та прискорити процес виробництва, забезпечуючи високу якість та задоволення вимог споживачів.

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
						90
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Волков, К.М. (2001) Двохрівневе моделювання внутрішніх двофазних течій / К. Н. Волков, В. Н. Ємельянов, Є. Л. Рябова // Матем. моделювання. - Т.13. - № 7. - С. 44-48.
2. Гавва, О., Кривопляс-Володіна, Л. (2017). Структурно-параметричний синтез гідромеханічного приводу механізму підйому та опускання упаковочних машин. Східно-Європейський журнал підприємництва та технологій, 5/7 (89), 39–44. doi: 10.15587/1729–4061.2017.111552
3. Беспалько А.П., Гавва О.М., Токарчук С.В. Гігієнічні аспекти проектування пакувального обладнання // Упаковка. – 2010. – №1. – С. 38-42.
4. Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. Пакувальне обладнання. Обладнання для групового пакування. К.: ІАЦ “Упаковка”, 2007. – 136 с.
5. Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. Пакувальне обладнання. Обладнання для пакування продукції у споживчу тару. К.: ІАЦ “Упаковка”, 2008. – 436 с.
6. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: підручник. 5-е вид. За ред. М.П. Гандзюка. К.: Каравела, 2011. – 384 с.
7. Малащенко В.О., Павлице В.Т. Деталі машин: збірник завдань та прикладів розрахунків. Львів: Новий Світ-2000, 2009. – 136 с.
8. Стандартизація та сертифікація продукції харчування: навч. посіб. / О. М. Гавва, А. П. Беспалько, В. І. Волчко [та ін.]; за заг. ред. О. М. Гавви. - К.: Вид-во ТЕС, 2012. - 304 с.
9. Технологія продуктів харчування: навч. посіб. для студ. ВНЗ /В. М. Гаркуша, І. І. Гуринович, О. В. Шульга [та ін.]; за заг. ред. В. М. Гаркуші. - К.: КНЕУ, 2014. - 368 с.

										КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
											91
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата							

10. Cai ML, Kawashima K, Kagawa T. Power assessment of flowing compressed air. *Journal of Fluids Engineering*. 2006;128:402-405
11. Chen Y, Liu H, Tao G. Simulation on the port timing of an air-powered engine. *International Journal of Vehicle Design*. 2005;38:259-273
12. Chen P, Yu X, Liu L. Simulation and experimental study of electro-pneumatic valve used in air-powered engine. *Journal of Zhejiang University Science A*. 2009;10:377-383. DOI:10.1631/jzus.A0820373
13. Creutzig F, Papson A, Schipper L, Kammen DM. Economic and environmental evaluation of compressed-air cars. *Environmental Research Letters*. 2009;4:044011 (9pp). DOI:10.1088/1748-9326/4/4/044011
14. Papson A, Creutzig F, Schipper L. Compressed air vehicles: Drive-cycle analysis of vehicle performance, environmental impacts, and economic costs. *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*. 2010;2191:67-74. DOI:10.1088/1748-9326/4/4/044011
15. Huang KD, Tzeng SC. Development of a hybrid pneumatic-power vehicle. *Applied Energy*. 2005;80:47-59. Available from: www.elsevier.com/locate/apenergy
16. Chen H, Ding Y, Li Y, Zhang X, Tan C. Air fuelled zero emission road transportation: A comparative study. *Applied Energy*. 2011;88:337-342
17. Huang KD, Tzeng SC, Ma WP, Chang WC. Hybrid pneumatic-power system which recycles exhaust gas of an internal-combustion engine. *Applied Energy*. 2005;82:117-132
18. Huang Ch, Hu Ch, Chih-Jie Yu Ch, Sung Ch. Experimental investigation on the performance of a compressed-air driven piston engine. *Energies*. 2013;6:1731-1745; DOI:10.3390/en6031731

					КРБ.76.00.000 ПЗ	Арк
Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		
						92

ДОДАТКИ

					<i>КРБ.76.00.000 ПЗ</i>			
<i>Змін</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Додатки</i>	<i>Літера</i>	<i>Арк</i>	<i>Арк</i>
<i>Разробив</i>	<i>Бутик</i>					<i>у</i>		<i>7</i>
<i>Перевірів</i>	<i>Кривопляс-Володіна</i>							
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утв</i>								
						<i>НУХТ ПМ-IV-1</i>		

Формат	Знак	Позиція	Позначення	Назва	Кількість	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			КП. ПО. 76.00.000 СК	Складальне креслення		
				<u>Комплекси</u>		
		1.	КП. ПО. 76.00.001	Карусельний стіл	1	
		2.	КП. ПО. 76.00.002	Механізм виділення стаканчиків	1	
		3.	КП. ПО. 76.00.003	Механізм дозування	1	
		4.	КП. ПО. 76.00.004	Механізм накладання кришок	1	
		5.	КП. ПО. 76.00.005	Механізм зварювання	1	
		6.	КП. ПО. 76.00.006	Механізм нанесення дати	1	
		7.	КП. ПО. 76.00.007	Механізм відведення готової продукції	1	
		8.	КП. ПО. 76.00.008	Блок керування	2	
		9.	КП. ПО. 76.00.009	Корпус	1	
		10.	КП. ПО. 76.00.010	Опора	1	
		11.	КП. ПО. 76.00.011	Ресивер-живильник	4	
		12.	КП. ПО. 76.00.012	Вісь $\phi 12 \times 8$, M10-6g	8	

					КП. ПО. 76.00.000 СК			
Зм	Аркуш	№ документа	Підпис	Дата	Загальний вигляд машини для пакування цюгутів	Літера	Лист	Листів
Розробив	Бутик							1
Перевірив	Кривопляс- Володіна							
Т.контр.								
Н. контр.								
Затвердив					НУХТ ПМ-IV-1			

Формат	Знак	Позиція	Позначення	Назва	Кількість	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			КП. ПО. 76.01.000 СК	Складальне креслення Пояснювальна записка		
				<u>Деталі</u>		
A1	1.		КП. ПО. 76.01.001	Корпус	1	
	2.		КП. ПО. 76.01.002	Карусельний стіл	1	
	3.		КП. ПО. 76.01.003	Фіксувальна стійка	2	
	4.		КП. ПО. 76.01.004	Піднімальний столик	1	
	5.		КП. ПО. 76.01.005	Пластина	2	
	6.		КП. ПО. 76.01.006	Стакан	1	
	7.		КП. ПО. 76.01.007	Плита	1	
	8.		КП. ПО. 76.01.008	Стакан	1	
	9.		КП. ПО. 76.01.009	Втулка	4	
	10.		КП. ПО. 76.01.010	Плита	1	
	11.		КП. ПО. 76.01.011	Вісь	1	
	12.		КП. ПО. 76.01.012	Стакан	1	
	13.		КП. ПО. 76.01.013	Храпове колесо	1	
	14.		КП. ПО. 76.01.014	Втулка	1	
	15.		КП. ПО. 76.01.015	Кільце	1	
	16.		КП. ПО. 76.01.016	Гільза	1	
	17.		КП. ПО. 76.01.017	Захист	1	ПВХ
	18.		КП. ПО. 76.01.018	Кришка передня в зборі	1	
	19.		КП. ПО. 76.01.019	Кришка задня в зборі	1	
			КП. ПО. 76.01.000 СК			
Зм	Аркуш	№ документа	Підпис	Дата		
Розробив	Бутик				Літера	Лист
Перевірив	Кривопляс-Володіна					1
Т.контр.					Механізм карусельного столу НУХТ ПМ-IV-1	
Н. контр.						
Затвердив						

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Назва	Кількість	Примітка
		20.	КП. ПО. 76.01.020	Сферичний накінецьник	1	
		21.	КП. ПО. 76.01.021	Задній сферичний шарнір	1	
A1						
				<u>Стандартні вироби</u>		
		22.	КП. ПО. 76.01.022	Болти ГОСТ 7798-70		
		23.	КП. ПО. 76.01.023	M8 × 40,58	8	
		24.	КП. ПО. 76.01.024	M8 × 28,58	4	
		25.	КП. ПО. 76.01.025	M12 × 45,58	1	
		26.	КП. ПО. 76.01.026	M10 × 35,58	1	
		27.	КП. ПО. 76.01.027	M8 × 24,58	10	
		28.	КП. ПО. 76.01.028	Кільце 12 ГОСТ 13942-68	1	
		29.	КП. ПО. 76.01.029	Гайки ГОСТ 5915-70		
		30.	КП. ПО. 76.01.030	M12.5	1	
		31.	КП. ПО. 76.01.031	M10.5	1	
		32.	КП. ПО. 76.01.032	M8.5	1	
		33.	КП. ПО. 76.01.033	Шайби ГОСТ 6402-70		
		34.	КП. ПО. 76.01.034	8.65Г.029	18	
		35.	КП. ПО. 76.01.035	10.65Г.029	1	
		36.	КП. ПО. 76.01.036	12.65Г.029	1	
		37.	КП. ПО. 76.01.037	Шайба 8.01.05	1	
		38.	КП. ПО. 76.01.038	ГОСТ11371-68		
		39.	КП. ПО. 76.01.039	Підшипник 36208	2	
		40.	КП. ПО. 76.01.040	ГОСТ 831-75		

					КП. ПО. 76.01.000 СК			
Зм	Аркуш	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив		Бутик			Механізм карусельного столу	Літера	Лист	Листів
Перевірив		Кривопля С- Володіна						1
Т.контр.						НУХТ ПМ-IV-1		
Н. контр.								

Формат	Знак	Позиція	Позначення	Назва	Кількість	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			КП. ПО. 76.02.000 СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
				<u>Пневмоциліндр</u>		
		1.	КП. ПО. 76.02.001	QR2A100A050V	1	Camozzi
		2.	КП. ПО. 76.02.002	QR10A	1	Camozzi
		3.	КП. ПО. 76.02.003	QXT2A010A200	2	Camozzi
		4.	КП. ПО. 76.02.004	QLH-23A	2	
		5.	КП. ПО. 76.02.005	Перехідна пластина	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
				Болти ГОСТ 7798-70		
		6.	КП. ПО. 76.02.006	M12 × 45,58	4	
		7.	КП. ПО. 76.02.007	M16 × 35,58	1	
				Фітінг		
		8.		M5*6	9	

					КП. ПО. 76.02.000 СК			
Зм	Аркуш	№ документа	Підпис	Дата	Дозувально- фасувальний пристрій	Літера	Лист	Листів
Розробив	Бутик							1
Перевірив	Кривопляс- Володіна							
Т.контр.								
Н. контр.								
Затвердив					НУХТ ПМ-IV-1			

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Назва	Кількість	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			КП. ПО. 76.03.000 СК	Складальне креслення Пояснювальна записка		
				<u>Деталі</u>		
A1	1.		КП. ПО. 76.03.001	механізм виділення стаканчиків		
	2.		КП. ПО. 76.03.002	дозатор для добавок		
	3.		КП. ПО. 76.03.003	дозатор для основного продукту		
	4.		КП. ПО. 76.03.004	механізм накладання кришок		
	5.		КП. ПО. 76.03.005	механізм зварювання		
	6.		КП. ПО. 76.03.006	механізм нанесення дати		
	7.		КП. ПО. 76.03.007	механізм зіштовхування стаканчиків на приймальний столік		
	8.		КП. ПО. 76.03.008	Піднімальний столик		
	9.		КП. ПО. 76.03.009	Карусельний стіл		

					КП. ПО. 76.03.000 СК					
Зм	Аркуш	№ документа	Підпис	Дата	Модель дозувально- фасувальної машини					
Розробив		Бутик						Літера	Лист	Листів
Перевірів		Кривопляс -Володіна								1
Т.контр.								НУХТ ПМ-IV-1		
Н. контр.										
Затвердив										

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Назва	Кількість	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			КП. ПО. 76.04.000 СК	Складальне креслення Пояснювальна записка		
				<u>Збірні одиниці</u>		
A1	1.			Електромонтажний блок		
	2.			Шафа		
	3.			Блок розподільників		
	4.			Ресивер-живильник продукту		
	5.			Ресивер-живильник наповнювача		
	6.			Блок ПВ МС104-F10+FBO		
	7.			Блок ПВ МС104-FB5		
				<u>Деталі</u>		
	8.			Гвонт М5×14		
	9.			Гвинт М16×25		
	10.			Гвинт М4×15		
	11.			Ввід кабельний PG13.5		
	12.			Фітинг		
	13.			Глушник		
	14.			Фітинг		
	15.			Фітинг		
	16.			Фітинг		
				КП. ПО. 76.03.000 СК		
Зм	Аркуш	№ документа	Підпис	Дата		
Розробив		Бутик			Літера	Лист
Перевірів		Кривопляс -Володіна				1
Т.контр.					Шафа керування НУХТ ПМ-IV-1	
Н. контр.						
Затвердив						

Ministry of Education and Science of Ukraine

ODESA NATIONAL UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

International Competition of
Student Scientific Works

BLACK SEA SCIENCE 2023

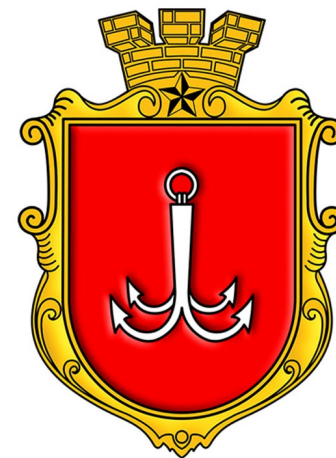
PROCEEDINGS



ODESA, ONUT 2023



CERTIFICATE OF THE WINNER



This is to certify that
Yasychev Vladyslav,
Butyk Taras

was awarded the 3rd place

IN THE FIELD OF «FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGIES»
in the International Competition of Student Scientific Works
«BLACK SEA SCIENCE 2023»

ORGANIZED BY
ODESA NATIONAL UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
ODESA, UKRAINE

Head of the organizing committee
President of Odesa National
University of Technology

Bogdan IEGOROV

Rector of Odesa National
University of Technology

Larysa IVANCHENKOVA



Deputy head of the organizing committee
Vice-Rector of Odesa National
University of Technology

Maryna MARDAR



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Державна наукова установа «Інститут модернізації змісту освіти»

ДИПЛОМ

**І СТУПЕНЯ
НАГОРОДЖУЄТЬСЯ**

БУТИК ТАРАС ВАСИЛЬОВИЧ,

*студент Національного університету харчових
технологій*

ПЕРЕМОЖЕЦЬ

**XVII Всеукраїнського конкурсу студентських
наукових робіт з актуальних проблем
пакувальної індустрії**

Директор



Євген БАЖЕНКОВ

м. Київ – 2022

INTEGRATION OF TECHNOLOGY IN THE MECHATRON MODULE OF LIQUID DOSING

Authors: Yasychev Vladyslav, Butyk Taras

Advisor: Liudmyla Kryvoplias-Volodina
National University of Food Technology (Ukraine)

Abstract. *The influence of individual parameters on the accuracy of product dose formation was determined during physical and mathematical modeling. We have found ways to ensure the necessary distribution of compressed air pressure, subject to compliance with the specified performance of the dispenser. Research results make it possible to improve the operation of dosing systems for liquid products with high dosing accuracy. The control system is formed on the basis of electro-pneumatic complexes. The control model with dosing operating modes is substantiated. It was established that the consumption of compressed air will depend on the value of the input main pressure P (0.05... 0.4 MPa).*

The consumption of the product was in the range of 1 ml to 50 ml with a feeder volume of 2.25 l. A mathematical model of the dosing process of liquid products (non-carbonated drinking water, milk, juice) has been developed. Boundary conditions took into account the influence on the formation of the product dose from the programmed current values in mA (with an accuracy of 0.001 mA) in relation to the standard scale I_{min} , $I_{max}=4..20$ mA.

An analytical description of individual stages of the dosing process with further analysis of individual stages and accepted assumptions was formed. Tests of the experimental sample of the dispenser showed the accuracy of the repetitions of the dose extrusion (limits $\pm 0.035\%$ and 0.8%) from the set value of the dose mass up to 50 ml during the change and the initial liquid level in the reservoir of the dispenser feeder.

Keywords: *dosing, air lift system, excess pressure, feedback, dosing accuracy.*

I. INTRODUCTION

A number of small and medium-sized enterprises are now engaged in the production and packaging of liquid products in containers. In this regard, the problem of creating inexpensive and compact import-substitutable dosing and packaging equipment, taking into account the specific working conditions for small productions, becomes extremely urgent [10-27].

The systems of dosing and packaging modules for liquid products in containers, in the conditions of small productions, have specific requirements: high operational reliability, a wide range and high accuracy of dosing in combination with the possibility of rapid reconfiguration of the equipment for different types of liquids and dosing ranges; the possibility of smooth adjustment of the dose in a wide range; the possibility of prompt flushing or replacement of the product line; the possibility of installing the dispenser in the conveyor line; construction of multi-channel dosing systems; absence of intraoperative drop formation; compactness, simplicity and safety of maintenance; fire and explosion safety, etc.

Ministry of Education and Science of Ukraine

National University of Food Technologies

87

**International scientific conference
of young scientist and students**

**"Youth scientific achievements
to the 21st century nutrition
problem solution"**

April 15–16, 2021

Part 2

Kyiv, NUFT, 2021

19. Розроблення методики дослідження фізико-механічних характеристик чавуну ВЧ50-2

Тарас Бутик, Анатолій Башта

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Наведено методику дослідження опору втоми зразків із високоміцного чавуну. Застосування оригінальної схеми навантаження дозволило отримати експлуатаційний характер руйнування зразків при випробуваннях.

Матеріали і методи. У роботі було використано загальнонаукові та спеціальні методи. Зокрема, метод аналізу і синтезу, метод узагальнення, порівняння, а також електронні ресурси.

Результати. Як відомо, вали є однією з найбільш відповідальних і напружених деталей машин механізмів, що лімітує їх ресурс і надійність. У зв'язку з цим дослідження їх міцності становить значну зацікавленість з точки зору інженерної практики. З метою зниження числа руйнувань в експлуатації і підвищення довговічності валів часто застосовують різні технологічні прийоми зміцнення. Галтельні переходи шийок валів є найбільш слабкими їх зонами. В процесі експлуатації вал двигуна внутрішнього згоряння перебуває під навантаженням крутними і згинальними моментами в площині коліна. Крутний момент - силовий фактор, що відображає функціональне призначення двигуна і який суттєво впливає на довговічність конструкції. Відтворення всього комплексу експлуатаційних умов і характерних робочих режимів - дуже складне завдання. Тому при експериментальній оцінці ефективності технологічних і конструктивних заходів, спрямованих на підвищення довговічності деталей, обмежуються порівняльними випробуваннями за спрощеними схемами, необхідні вимоги яких - відтворення місця і характеру експлуатаційних руйнувань і дотримання ідентичності схем і режимів навантаження для всіх досліджуваних варіантів. Мета цієї роботи полягала в розробці методики дослідження опору втоми зразків із високоміцного чавуну ВЧ50-2, який використовується для виготовлення таких конструкційних елементів. Розробка методики визначення характеристик міцності на втому базувалася на результатах відомих досліджень. Основну увагу приділено вибору й обґрунтування схеми навантаження зразків.

Аналіз експлуатаційних руйнувань показав, що вони відбуваються переважно на середині їх довжини, в області галтельного переходу від шийки до щоки внаслідок високої концентрації напружень, що призводить до зародження тріщин втоми саме в цих місцях. Відомо, що чутливість до концентрації напружень в галтельних переходах значно вище при згині, ніж при крученні. Локалізація експлуатаційних руйнувань в зонах галтельних переходів від шийок до щік дозволяє обмежитися дослідженням зазначених валів тільки при вигині. З іншого боку, така локалізація руйнування зумовлює спрямованість конструкційних і технологічних заходів з метою підвищення їх довговічності шляхом зниження місцевої концентрації напружень або зміцнення небезпечної зони будь-яким іншим методом. Необхідна для практичних цілей достовірність оцінки ефективності прийнятих конструктивних і технологічних рішень не може бути отримана розрахунком і вимагає проведення порівняльних випробувань на втому в умовах навантаження, які по можливості були наближені до експлуатаційних.

Висновки. Запропонована методика дослідження опору втоми матеріалу та оригінальна схема навантаження дозволили отримати характеристики близькі до експлуатаційних руйнувань валів.

Ministry of Education and Science of Ukraine

National University of Food Technologies

88

**International scientific conference
of young scientist and students**

**"Youth scientific achievements
to the 21st century nutrition
problem solution"**

April – May, 2022

Part 2

Kyiv, NUFT, 2022

14. Розроблення процесу виготовлення кулачка з використанням комп'ютерних технологій та підбором оптимальних режимів з мінімальною вібрацією

Тарас Бутик, Юрій Бойко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Одним зі шляхів підвищення ефективності механообробки є застосування систем моніторингу динамічних параметрів. Вимір і аналіз динамічних параметрів у процесі обробки деталей було дотепер по технічним і економічним причинах непростим завданням, розв'язуваною для окремих випадків застосування. Проблема вібрацій при механічній обробці лезовим і абразивним інструментом належить до актуальних проблем у механообробні. Важливість досліджень із цієї проблеми зростає у міру розвитку та впровадження сучасних верстатів із ЧПК.

Матеріали і методи. Розглянуто особливості сучасних процесів фрезерування в машинобудуванні є збільшення частот обертання ріжучого інструменту з метою збільшення продуктивності при обробці деталей. Високі швидкості різання супроводжуються зміною фізико-механічних процесів у зоні різання та динамічних процесів у верстатній системі. Тому актуальними є завдання дослідження динамічних характеристик при роботі оброблюваних центрів з інструментом та виконувати оптимізацію режимів обробки за критерієм мінімальної вібрації.

Результати. Фреза може працювати продуктивно лише за умови правильної експлуатації на раціональних режимах різання, фреза може обробити велику кількість заготовок. Якщо ця умова не виконується, це призводить до підвищення вібрацій, затуплення інструмента, що викличе збільшення тертя і навіть поломку зубів фрези. Поява вібрації відображається додатковому збільшенні осьового навантаження на інструмент (X1) та на привід верстата (C1), що видно із рис. 1.

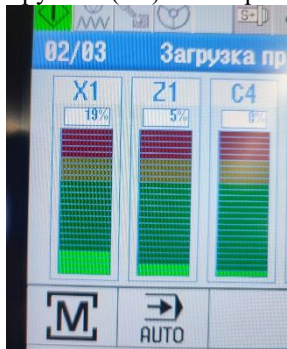


Рис. 1. Візуалізація навантаження на інструмент та привід верстата

Подальше дослідження були спрямовані до визначення як впливає кут нахилу гвинтової канавки ω фрези на якість отриманої поверхні. Було проведено серію дослідів (рис. 12) при сталих режимах різання $n_{\phi}=5400\text{об/хв.}$, подача на зуб $S_z=0,038\text{ мм/зуб}$; глибина фрезерування $t=3\text{ мм}$ та шириною фрезерування $B=4\text{ мм}$, але з фрезами №1, 2, 3 відповідно з різним кут нахилу гвинтової канавки ω 30°, 38°, 45°.

В процесі виконання досліджень було встановлено, що кут нахилу гвинтової канавки кінцевої фрези має вплив на якість оброблюємої поверхні. В нашому досліді при обробітку кулачка, виготовленого із сталі 40Х фрезою №1, це обґрунтовується тим що покращується процес відведення стружки при обробітку, що в свою чергу дає можливість прискорювати процес обробітку контролюючи вібрацію.

Висновки. Розглянуте новітнє програмне забезпечення дає змогу покращити виробництво та виправити помилки та труднощі, які пов'язані з традиційними процесами програмування для верстатів з ЧПК. Зв'язок сучасних систем ЧПК та CAD/CAM/CAE полегшують навчання інженерів-операторів, не потребують значних інвестицій та зменшують тривалість, собівартість виробництва, підвищують якість кінцевої продукції.

6. Мінімізація питомих витрат матеріалів при виготовленні циліндричних упаковок

Тарас Бутик, Костянтин Васильківський, Юлія Ступак
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Промисловість випускає різноманітні упаковки великими партіями і зменшення витрат матеріалів на їх створення, пошуки оптимальних форм і геометрії упаковок, створення типорядів пакувальних матеріалів, товщини жерсті для виготовлення банок та ін. є вкрай важливою і доцільною задачею.

Матеріали і методи. Аналітичним методом визначено зміни еквівалентних напружень у матеріалі оболонки за різних співвідношень діаметра та висоти для ізооб'ємної упаковки.

Результати та обговорення. Для всіх конструкцій тари і упаковок можна на основі математичних обчислень знайти оптимальні співвідношення, які мінімізують питомі витрати матеріалів. При цьому співвідношення розмірів упаковок повинні враховувати характер навантажень на них, величини внутрішнього і зовнішнього тиску. Зазвичай упаковки формуються як тонкостінні оболонки, а товщини їх стінок визначаються з умови міцності. Для встановлення цих співвідношень зупинимось на аналізі циліндричних упаковок, які відповідають оптимізаційній умові і для яких діаметр дорівнює висоті.

Очевидно, що збільшення розмірів упаковки призводить до зменшення питомої поверхні, а товщина стінки упаковки за таких умов має зростати. У літературі викладені підходи, які дозволяють керуватися простими аналітичними залежностями для визначення меридіональних і колових напружень в оболонках.

Висновки. Встановлено, що зменшення або збільшення діаметра упаковки порівняно з базовим варіантом за стабільного значення товщини оболонки призводить до зменшення колових напружень, а меридіональні напруження зі збільшенням кратності розмірів i лінійно зростають.

Варто відмітити, що за значення $i = 1$, яке відповідає умові мінімізації поверхні упаковки, маємо рівність меридіональних та колових напружень, витрати матеріалу по масі також мінімізуються на додаток до мінімальної поверхні.

Вибір величини $i < 1$ призводить до зменшення товщини оболонки δ і переважає вплив колових напружень.

Із значенням $i > 1$ вибір товщини упаковки здійснюється з урахуванням меридіональних напружень.



JABIL



СЕРТИФІКАТ

ДЛЯ

Тараса Бутика

Підтвержує, що він/вона зайняв/зайняла 3 місце
у вирішенні кейса в "Іграх Заводів" від UGEN

31.10.2022-11.11.2022

FOUNDER,
UGEN

Anastasiia
Sychova

CEO UKRAINE,
UGEN

Марина
Джулай





СЕРТИФІКАТ

ДЛЯ

Бутика Тараса

ПІДТВЕРДЖУЄ, ЩО ВІН/ВОНА ЗАЙНЯВ/ЗАЙНЯЛА **2 МІСЦЕ**
У ВИРІШЕННІ КЕЙСІВ УЧАСТЬ В “ІГРИ ЗАВОДІВ” ВІД UGEN

17.04.2023-28.04.2023

FOUNDER,
UGEN

Anastasiia
Sychova

CEO UKRAINE,
UGEN

Марина
Джулай



ДИПЛОМ I-ГО СТУПЕНЯ

НАГОРОДЖУЄТЬСЯ

студент
Національного університету
харчових технологій

Бутик Парас

за перемогу у I турі
Всеукраїнського конкурсу студентських
наукових робіт з галузеві знань і
спеціальностей у 2022/2023 навчальному році
за спеціальністю
«Прикладна механіка (мехатроніка)»

Ректор
НУХТ



Олександр ШЕВЧЕНКО

Ministry of Education and Science of Ukraine

National University of Food Technologies

89

**International scientific conference
of young scientist and students**

**"Youth scientific achievements
to the 21st century nutrition
problem solution"**

April, 3-7 2023

Part 2

Kyiv, NUFT, 2023

1. Теоретико-практичні аспекти інтеграції дозувально-фасувальних модулів в системі робота-маніпулятора

Тарас Бутик, Влад Ясичев, Олександр Гавва, Людмила Кривопляс-Володіна
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розробка роботизованих комплексів для виконання дозувально-фасувальних технологічних операцій є актуальною задачею для харчової, фармацевтичної, косметичної та хімічної промисловості.

Матеріали і методи. Під час дослідження, матеріалами дослідження було обрано негазовані напої, дозувально-фасувальні модулі у складі робота-маніпулятора. Методами дослідження базувались на фундаментальних законах гідро-газодинаміки, загальній теорії розв'язування звичайних диференціальних рівнянь, теорії тривимірного моделювання та математико-статистичній теорії обробки даних.

Результати. Отримані результати були зосереджені на статичних та динамічних характеристиках системи керування дозувально-фасувальним модулем в системі робота-маніпулятора. За результатами теоретичного аналізу змодельовано та зібрано дослідний стенд (рис.1), призначений для пошуку напрямів покращення метрологічних характеристик мехатронної системи дозування.

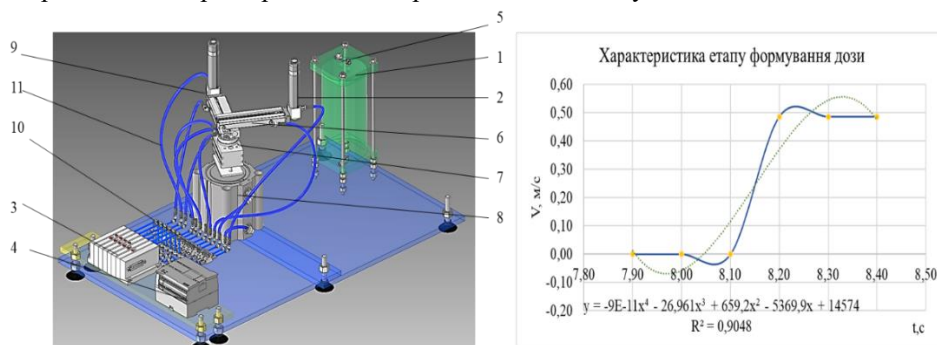


Рис. 1. Вид експериментального стенду для дослідження інтеграції дозувально-фасувальних модулів в системі робота-маніпулятора: 1 – витратний резервуар; 2 – дозувально-фасувальний модуль; 3 – пневматичний острів; 4 – система керування (PLC); 5 – контроль дозатора; 6 – модуль лінійного переміщення дозаторів; 7 – поворотний циліндр; 8 – модуль вертикального переміщення маніпулятора; 9 – фасувальний патрубок; 10 – вузол контролю джерела живлення; 11 – з'єднувальний трубопровід

Усталений режим роботи установки визначається залежністю швидкості і тиску повітря від часу формування дози, які впливають на транспортування продукту. Для забезпечення точності дозування було використано сходиноквий закон керування зміною формування дози та постійний тиск в системі дозувального резервуару, що забезпечило похибку точності дозування на рівні 0,3% від заданого значення. Дослідження підтвердили розрахунку, щодо стабільного режиму витіснення продукту під час подачі в систему стисненого повітря в діапазоні тиску від 0,99 до 1,81, який був заданий програмно.

Висновки. Отримані кінематичні та динамічних характеристики системи керування дозуючим пристроєм та сформовано рекомендації вибору конструктивних параметрів обладнання з покращеними метрологічними характеристиками мехатронної системи дозування