

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого
Кафедра мехатроніки та пакувальної техніки

«До захисту в ЕК» «До захисту допущено»
Директор інституту(декан факультету) Завідувач кафедри
Сергій БЛАЖЕНКО Людмила КРИВОПЛЯС-ВОЛОДИНА
(підпис) (ім'я та прізвище) (підпис) (ім'я та прізвище)
«29» 05 2023р. «29» 05 2023р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 131 Прикладна механіка
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми Прикладна механіка

на тему: Розробка робота-маніпулятора для декорування кексів і мафінів сиропами, продуктивністю 1400 кг/год

Виконав: здобувач 4 курсу, групи 1

ЯСИЧЕВ Владислав Віталійович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

Керівник: КРИВОПЛЯС-ВОЛОДИНА Людмила Олександрівна
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

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

(ім'я та прізвище)

(ім'я та прізвище)

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

(ім'я та прізвище)

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

Здобувач Блях
(підпис)

Київ – 2023 р.

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

« 14 » _____ 04 _____ 2023 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Ясичев Владислав Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка робота-маніпулятора для декорування кексів і мафінів сиропами, продуктивністю 1400 кг/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; 2. Вид продукту – мафіни(250) та кекси (до 500 г).

3. Змінна продуктивність 700-1400 кг/год.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Реферат; Вступ; 1.Огляд існуючого обладнання для дозування-декорування рідких та малов'язких продуктів, 2. Опис пропозиції. Конструкція і принцип роботи, 3. Розрахунки робота-маніпулятора для декорування кексів і мафінів і окремих його механізмів, 4. Розробки технологічного процесу виготовлення деталі, 5. Монтаж; 6. Охорона праці; Висновки; Список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу

1 лист – Загальний вигляд 3D

2 лист – Загальний вигляд



3 лист – Конвєср подачі мафінів

4 лист – Привод робота-маніпулятора

5 лист – Дозувальний модуль

6 лист – Технології машинобудування

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 14.04.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	При
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 конструкції	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)

Владислав ЯСИЧЕВ
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи


(підпис)

Людмила КРИВОПЛЯС-ВОЛОДИНА
(ім'я та прізвище)

ЗМІСТ

Реферат.....	3
Вступ.....	5
1. Огляд існуючого обладнання для дозування-декорування рідких та малов'язких продуктів.....	6
2. Опис пропозиції. Конструкція і принцип роботи.....	16
2.1. Опис пропозиції.....	17
2.2. Конструкція вузлів системи.....	17
2.3. Принцип роботи конструкції.....	19
3. Розрахунки робота-маніпулятора для декорування кексів і мафінів і окремих його механізмів.....	25
3.1. Розрахунок ланцюгового конвеєра.....	25
3.2. Розрахунок пневматичного циліндрів робота-маніпулятора.....	27
3.3. Підбір підшипників.....	34
4. Розробки технологічного процесу виготовлення деталі.....	47
4.1 Розрахунок припусків.....	47
4.2 Технологічний маршрут виготовлення вісі.....	49
4.3 Розрахунок операцій.....	52
5. Монтаж.....	62
6. Охорона праці.....	64
7. Висновки.....	80
8. Список використаної літератури.....	82

						КРБ.90.ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб</i>		<i>Ясичев В.В.</i>			ЗМІСТ			
<i>Перевір.</i>		<i>Кривопляс-Володіна Л.О.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів.</i>	
					1	1	1	
					НУХТ ПМ-4-1			

РЕФЕРАТ

Метою виконання кваліфікаційної роботи є розробка робота-маніпулятора для декорування кексів і мафінів сиропами, продуктивністю 1400 кг/год .

Об'єктом розробки є мехатронні модулі робота-маніпулятора, зокрема для декорування рідинами, у складі системи із контрольованою подачею рідких харчових продуктів до об'єктів обробки.

Під час розробки кваліфікаційної роботи проаналізовані процеси формування та виділення дози продукту в системі поршневого дозатора із живильником ерліфтного типу, розрахована і сконструйована транспортна система підведення кексів і мафінів до модуля обробки.

Задачі:

- дослідити існуючі конструкції робота-маніпулятора для декорування, проаналізувати методи інтеграції типових технологічних рішень дозувально-фасувального мехатронного модуля для рідких харчових продуктів у технологічну систему;
- на принципах методу інтеграції, розробити 3Д робота-маніпулятора для декорування кексів і мафінів
- розробити експериментальний прототип робота-маніпулятора для декорування кексів і мафінів сиропами – зі встановленими програмними режимами формування і витіснення дози продукту, на базі прецизійних елементів;
- визначити вплив окремих параметрів на точність формування дози продукту.
- Розробити транспортну систему подачі виробів.

Проаналізовані характеристики існуючих мехатронних систем, які управляються циліндром односторонньої дії, а також обраний тип фасувальної насадки – яка дозволяє підвищити точність нанесення дози сиропу та сформувати об'єм дози за часом.

В ході роботи над кресленнями, досліджені методики інтеграції типових технологічних рішень мехатронного модуля дозування рідких харчових продуктів у роботизовану систему.

					КРБ.90.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб</i>	<i>Ясичев В.В.</i>				РЕФЕРАТ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів.</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Кривошляк-Володіна Л.О.</i>						1	2
<i>Реценз.</i>						НУХТ ПМ-4-1		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

Виконані теоретичні розрахунки базувалися на застосуванні фундаментальних законів гідродинаміки рідких середовищ і в'язких рідких середовищ, загальної теорії розв'язування звичайних диференціальних рівнянь, теорії тривимірного моделювання та теорії САД моделювання технічних систем.

Отримані результати базуються на статичних та динамічних характеристиках системи керування дозуючим пристроєм з аналізом вибору конструктивних параметрів обладнання, що спрямоване на підвищення метрологічних характеристик автоматизованої ерліфтної системи дозування – декорування кексів і мафінів.

Розроблено принципові схеми універсальних пристроїв та алгоритми керування дозуванням-декоруванням та транспортуванням, що забезпечують реалізацію обробки виробів.

Ключові слова: робот-маніпулятор, мехатронний модуль дозування-декорування, дозувально-фасувальний модуль, дозувальне обладнання.

					КРБ.90.ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВСТУП

Одним з важливих завдань розроблення інноваційних функціональних модулів дозування-декорування є інтеграція робота-маніпулятора в дозувальний пристрій. В ході даної кваліфікаційної роботи, розроблено систему дозування для рідких та в'язких харчових продуктів, із можливістю формування підведення двох різних за в'язкістю продуктів.

Механізація та автоматизація процесів дозування-декорування збільшує продуктивність виробництва, підносить до мінімуму втрати продукції, забезпечує збереження споживчих якостей та дозволяє механізувати і автоматизувати складні і одноманітні операції на кінцевій ланці виробничого процесу на підприємствах харчової промисловості.

Головними задачами сучасних розробок в цій галузі - це здійснення розробки та настановлення у виробництво високоефективних конструкцій, машин та обладнання, які зможуть забезпечити механізацію та автоматизацію технічних ланок, комбіноване використання функціоналу, зниження рівня витрат, збереження й транспортування продукції, а також вдосконалення якості та розширення асортименту виготовлення.

Однією з основних функцій, що виконує дозування є високоточне нанесення продукту на об'єкт декорування, - кекс або мафін. А тому, процеси дозування є найважливішими етапами виробничого процесу під час підготовки продукції до втілювання.

Сьогодні виготовляють десятки тисяч виробів із різноманітними фізико-механічними і хімічними властивостями. Для вирішення задач із ефективною їх реалізації розроблені різні інноваційні технолології дозування. Реалізація технологій і методів дозування можлива, якщо в наявності відповідний рівень технічних засобів. Серед таких засобів можуть бути пристрої, модулі, автоматичні та напівавтоматичні машини, агрегати (моноблоки), автоматизовані потокові лінії, а також автономні функціонально відділені комплексно автоматизовані ділянки пакування. Кожен тип технічного засобу присутній на ринку у відповідному співвідношенні, що залежить від рівня технічного та економічного розвитку країни.

					<i>КРБ.90.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ВСТУП</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів.</i>
<i>Розроб</i>		<i>Ясичев В.В.</i>					<i>1</i>	<i>1</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Кривопляс-Володіна Л.О.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								
						<i>НУХТ ПМ-4-1</i>		

1. Огляд існуючого дозувального обладнання

Аналіз типових конструкцій сучасного фасувально-пакувального обладнання, які використовуються в харчовій галузі дозволив відокремити основні конструктивні рішення для дозаторів.

Поршневий дозатор для в'язких рідин NPP-500 Hualian використовується для порційного розливу в споживчі упаковки: масел, соусів, кремів, гелів, емульсій та інших рідких і в'язких продуктів. Конструкцію показано на рисунку 1.1



Рисунок 1.1. – Поршневий дозатор для в'язких рідин NPP-500 Hualian

Технічну характеристику апарата наведено в таблиці 1.1

					КРБ.90.ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб	Ясичев В.В.						
Перевір.	Кривопляс-Володіна Л.О.				Літ.	Арк.	Аркушів.
Реценз.						1	11
Н. Контр.					НУХТ ПМ-4-1		
Затверд.							
Огляд існуючого дозувального обладнання							

Особливості:

- Дозатор фасувальний NPP-500 працює як в автоматичному режимі, так і від педалі;
- Корпус і всі деталі виконані з неіржавної сталі;
- Для роботи обладнання потрібно повітряний компресор (в комплект поставки не входить);
- Може використовуватись в складі міні лінії розливу: дозатор + етикетувальники.

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика поршневого дозатора для в'язких рідин NPP-500 Hualian

Об'єм накопичувального бункера, л	40
Діаметр вихідного отвору сопла, мм	7
Тиск повітря (МПа)	0.4 - 0.6
Продуктивність раз/хв (максимальна)	20
Похибка дози (допустима)	до 1%
Напруження, В	220
Потужність, Вт	50
Максимальний об'єм дозування	100
Мінімальний об'єм дозування	10
Напруга	220 В
Вага	25 кг
Ширина	450 мм
Довжина	650 мм
Висота	750 мм

Рідинний поршневий дозатор ДЖ-100...2000 призначений для дозування, об'ємним способом, рідин та плинних речовин в будь-яку готову тару або упаковку ("дой-пак", пляшка, банку). Працює у напівавтоматичному режимі та вимагає від оператора установки тари, подачі команди на старт дозування, та забору заповненої тари.

					КРБ.90.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.2. – Поршневий дозатор для рідин ДЖ-100...2000

Технічну характеристику апарата наведено в таблиці 1.2

Таблиця 1.2 – Технічна характеристика рідинного поршневого дозатора ДЖ-100...2000

Електроживлення, В / Гц	Відсутнє
Встановлена потужність, кВт/год	Відсутнє
Вага (не більше), кг	6/200
Довжина / Ширина / Висота (не більше), мм	600 / 800 / 1400
Вага (не більше), кг	80
Продуктивність (макс.) *, доз/год	1000
Діапазон дозування, мл	1-100, 50-250, 100-500, 100-1000, 200-2000

Дозатор застосовується для дозування рідин (вода, сік, парфумерна продукція, медичні препарати) або пастоподібних текучих речовин (кетчуп, майонез, рідке мило). Устаткування, використовуючи об'ємний спосіб дозування, має обмеження розміру отримуваної дози, що пов'язано з розмірами мірного циліндра.

Особливістю даної моделі обладнання є повністю пневматичний привід: для роботи дозатора не потрібно електроживлення, достатньо наявності стисненого повітря.

Дозатор Рідин NPLL - 1000 (настільний) для дозування рідкої продукції (допускаються також мінімальна в'язкість) в діапазоні від 200 до 1000 мл.

					КРБ.90.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.3. – Дозатор Рідин NPLL – 1000

Технічну характеристику апарата наведено в таблиці 1.3

Таблиця 1.3 – Технічна характеристика дозатор рідин NPLL - 1000

Вага	25 кг.
Діапазон зважування	200 - 1000 мл.
Матеріал корпусу	нержавіюча сталь
Напруга (В / Гц)	220
Параметри	500x700x1100 мм.
Потужність, кВт	0,03 кВт.
Призначення	Для рідкої продукції
Продуктивність	до 15 разів / хв.
Тиск повітря	0.5 мПа

Особливості:

- Дозатор має функцію самоочищення, і при необхідності може бути очищений (при зміні видів продукції) - контактують з продуктом елементи обладнання легко знімаються шляхом послаблення хомутів і миються окремо. Додатково необхідна наявність компресора (в комплектацію не входить)
- Рідинний електропневматичний дозатор ДЖВ-1 призначений для дозування рідин у готову тару. В своїй роботі устаткування застосовує ваговий спосіб дозування, заснований на принципі вимірювання ваги заповненого продуктом вільного простору упаковки, та дозуванні його з використанням стандартних мір ваги: грамів і кілограмів.

					КРБ.90.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.4 – Рідинний електропневматичний дозатор ДЖВ-1

Технічну характеристику конструкції наведено в таблиці 1.4

Таблиця 1.4 – Технічна характеристика рідинного електропневматичного дозатора ДЖВ-1

Напруга живильної мережі, В	400
Частота струму мережі живлення, Гц	50
Споживання електроенергії, кВт / год	0,5
Тиск повітря в магістралі (середнє), бар	6
Довжина (не більше), мм	950
Ширина (не більше), мм	504
Висота (не більше), мм	2010
Вага (не більше), кг	45
Метод дозирования	ваговий
Обсяг забірної ємності для продукту (рідини), мЗ (л)	довільний
Діапазон дозування (вага дози), г	100-20000

Особливості:

- Дозатор використовує в своїй роботі ваговий спосіб дозування, заснований на принципі виміри ваги заповненого продуктом вільного простору (обсягу) упаковки, і дозуванні (відмірюванні) його з використанням стандартних мір ваги – грамів і кілограмів.
- Заповнення продуктом вільного простору накладає обмеження у дозуванні – обладнання здатне дозувати тільки текучі речовини (воду, соки, медичні препарати), та не може бути застосоване для фасування речовин, які мають низьку плинність (мед), а також для речовин, що мають абразивні включення у своєму складі.
- Дозатор функціонує у напівавтоматичному режимі. Функції оператора зводяться до вмикання/вимикання, встановлення параметрів роботи, встановлення та заміни тари (упаковки), і подачі команди кнопкою або педаллю для початку роботи дозатора.

Пневматична дозувальна машина А02 для рідкої та пастоподібної продукції. Використовується на невеликих та середніх виробничих підприємствах для порційного розливу в готову тару різних соусів (кетчуп, майонез), олії, води, вин, молока, меду, побутової хімії, шампуню, гелю, крему, косметики тощо.



Рисунок 1.5. – Пневматична дозувальна машина А02

Технічну характеристику конструкції наведено в таблиці 1.5

					КРБ.90.ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Технічна характеристика пневматичної дозувальної машини А02

Матеріал корпусу: нержавіюча сталь
Діапазон дозування, мл: 5-50
Точність дозування, мл: ± 1
Продуктивність, порцій/хв: 15-30
Об'єм бункера, л: 10
Тиск повітря, МПа: 0,4-0,6
Максимальна температура продукції, °С: 40
Габаритні розміри (ДхШхВ), мм: 280x280x710
Діаметр вихідного отвору сопла, мм: $\text{Ø}3$ або $\text{Ø}5$
Вага дозатора, кг: 9,7

У дозувальному пристрої А02 кількість наповнення продукції в ємність регулюється завдяки вбудованому гвинту в корпус дозатора. Дозування відбувається за натискання електричної педалі управління.

Рідинний дозатор ДЖМ-1 застосовується для заповнення тари для рідких продуктів за заздалегідь встановленим обсягом. ДЖМ-1 працює в напіваавтоматичному режимі, від оператора потрібно підставити порожню тару під вихідний патрубок дозатора і подати команду початку дозування за допомогою педалі ноної. Дозатор призначений для дозування рідких продуктів, які не піняться під час розливу. Діапазон дозування: 1000...30000 мл. Як додаткову опцію, можна укомплектувати роликівим транспортером для зручності переміщення наповненої тари.



Рис. 1.6. – Рідинний дозатор ДЖМ-1

					КРБ.90.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічну характеристику конструкції наведено в таблиці 1.6

Таблиця 1.6 – Технічна характеристика рідинного дозатора ДЖМ-1

Електроживлення, В/Гц: 380/50
Споживання електроенергії, кВт/год: 0,5
Пневможивлення**, атм./л.хв.: 6/50
Довжина / Ширина / Висота (не більше), мм: 600/800/1600
Вага (не більше), кг: 95
Продуктивність (макс.)*, л./год.: 2500
Діапазон дозування, мл: 200 – необмежено

Особливості:

- Даний вид дозатора застосовується для дозування рідин, серед яких: омивачі для скла, препарати, що миються, шампуні, масла, парфумерна продукція, медичні препарати
- Особливістю даної моделі обладнання є використання масового способу дозування, що дозволяє фасувати речовини довільними дозами з максимальною продуктивністю та мінімальними похибками. При цьому, дозатор здатний зберігати задану точність дозування навіть при зміні температури або тиску рідини, що дозується, або в умовах утворення піни.

Підлоговий поршневий дозатор Hualian LPF -1000 використовується для порційного розливу в ємності масел, води, соків, емульсій та інших рідких продуктів.

Особливості:

- Дозатор фасувальний LPF -1000 працює як в автоматичному режимі, так і від педалі.
- Корпус і всі деталі виконані з нержавіючої сталі.
- Дозатор LPF -1000 закачує продукт з ємності і подає за допомогою шланга в будь-яку тару.
- Для роботи обладнання потрібно повітряний компресор (в комплект поставки не входить).
- Виробник настільного поршневого дозатора для рідких продуктів компанія Hualian надає 12 міс. гарантії на модель LPF -1000

					КРБ.90.ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Поршневий пневматичний дозатор об'єм 100-1000 мл із нагріванням і завагою використовується для дозування продуктів рідкої та пастоподібної консистенції з увімкненнями до 15 мм. Бункер об'ємом 30 л обладнаний сорочкою підігрівання та завагою.

Апарат підходить для роботи з важкотекчими та в'язкими продуктами. Функція підігрівання допомагає підтримувати потрібну температуру під час фасування, а заважавка робить консистенцію рівномірнішою. Пристрій обладнаний двома клапанами, що відсікають.

Дозатор є пневматичним. Механізми працюють завдяки потокам стисненого повітря, потрібна кількість продукту витісняється повітрям. Пневматичний дозатор безпечніший і довговічніший, ніж електричний, тому він чудово підійде виробництвом побутової хімії та лабораторіям. Модель проста в експлуатації, легко розбирається й чиститься.



Рисунок 1.8. – Поршневий пневматичний дозатор 100-1000 мл

Технічну характеристику конструкції наведено в таблиці 1.8

					КРБ.90.ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Таблиця 1.8 – Технічна характеристика підлогового поршневого пневматичного дозатора

Корпус — неіржавка сталь AISI304;
Налаштування дози — маховик, що обертається, шкала з числами;
Швидкість подавання продукту - регулятор на корпусі циліндра;
Напруга: АС 220 В /50 Гц;
Потужність: 20 Вт;
Продуктивність: до 30 шт./хв;
Тиск повітря: 0.4 - 0.6 МПа;
Витрата повітря: 30 л/хв;
Розмір дози: 100-1000 мл;
Похибка: $\leq 1\%$;
Нагрів: 100° С;
Габарити (Д×Ш×В): 108X50X40 см;
Вага: 60 кг.

Висновок до розділу

На підставі аналізу існуючих конструкцій дозувально-фасувальних модулів в системі пакувальних ліній, відокремлені такі задачі роботи на проектом.

- дослідити існуючі конструкції робота-маніпулятора для декорування, проаналізувати методи інтеграції типових технологічних рішень дозувально-фасувального мехатронного модуля для рідких харчових продуктів у технологічну систему;
- на принципах методу інтеграції, розробити 3Д робота-маніпулятора для декорування кексів і мафінів
- розробити експериментальний прототип робота-маніпулятора для декорування кексів і мафінів сиропами - з програмно встановленими режимами формування та витіснення дози продукту, на базі прецизійних елементів;
- визначити вплив окремих параметрів на точність формування дози продукту.
- Розробити транспортну систему подачі виробів.

					КРБ.90.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Опис пропозиції. Конструкція і принцип роботи

2.1. Опис пропозиції

В даному курсовому проекті розроблено робот-маніпулятор для декорування сиропами в попередньо виготовлені мафіни.

Продуктивність запропонованого дозатора складає 700 кг/год. Продукт дозується гарячим чи холодним у мафіни, які транспортуються ланцюговим конвеєром.

2.2. Конструкція вузлів конструкції

Конструкція складається з таких основних вузлів:

1. – конвеєр подачі продукту;
2. – платформа для конвеєра;
3. – робот-маніпулятор;
4. – дозатори (Рис 2.1.);
5. – стійка для робота-маніпулятора.

Механізм постачання продукту являє собою ланцюговий конвеєр. Його задачею є транспортування продукту, підтримуючи його при цьому несучою основою, у місце, де дозується продукт, а також подальшого транспортування до закінчення циклу роботи. Бокові напрямні підтримують продукт з двох сторін. Продукт переміщується за допомогою захватів, які змонтовані на ланцюгу конвеєра. Приводом конвеєра є приводний вал, який обертається за допомогою ланцюгової, пасової передачі і вала, що з'єднаний з планетарним мотор-редуктором.

					КРБ.90.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Опис пропозиції. Конструкція і принцип роботи</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів.</i>
<i>Розроб</i>	<i>Ясичев В.В.</i>						1	8
<i>Перевір.</i>	<i>Кривопляс-Володіна Л.О.</i>							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								
						<i>НУХТ ПМ-4-1</i>		

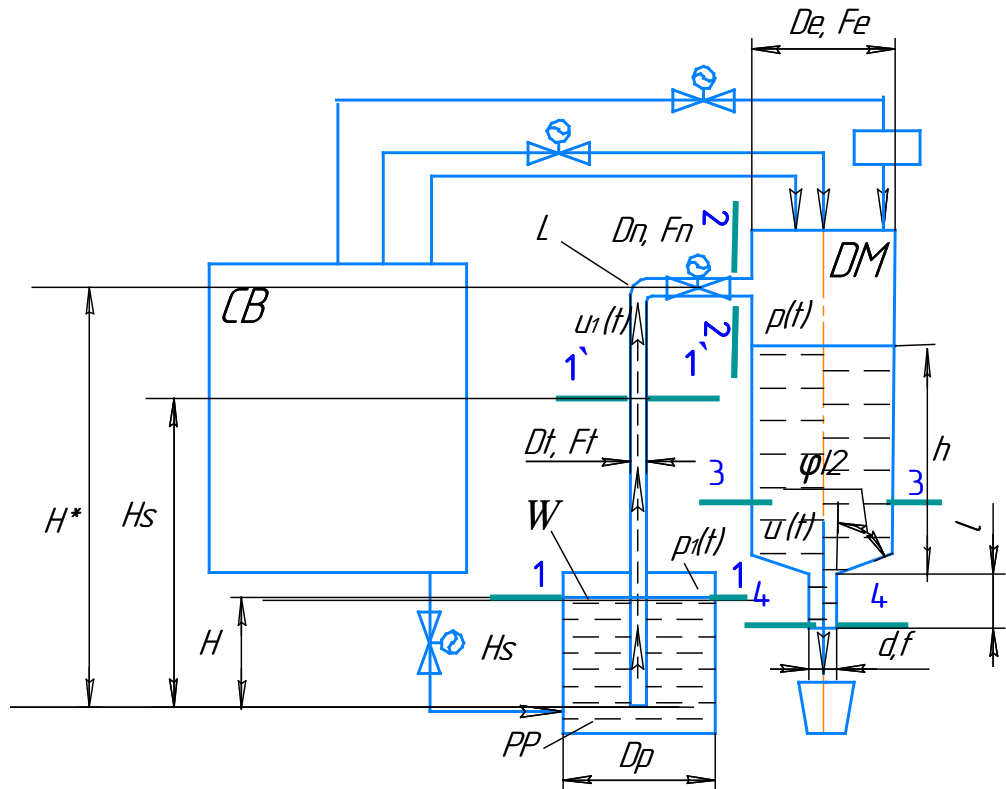


Рис. 2.1. Технологічна схема дозувально-фасувального модуля ерліфтного типу: 1 - завантажувальний бункер, 2 - зона подачі продукту шнеком, 3 - вертикальний транспортний канал; 4 - продукт.

Підбір дози здійснюється згідно зі схемою Рис 2.2. Наявність продукту контролюється тиском.

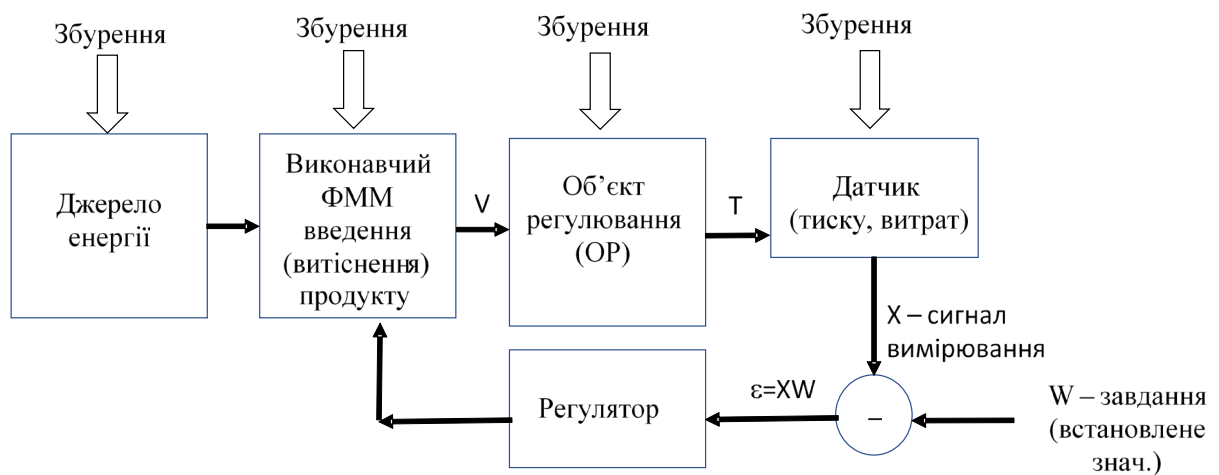


Рис. 2.2. Схема системи керування модулем

Досліджувана речовина, яка знаходиться в приймачі, під тиском подається у дозатори. Дозатори розміщені на маніпуляторі, який складається з пневмоциліндрів. Завдяки ідеальній конструкції маніпулятора, можемо регулювати обертання дозаторів, а також довжину розташування ємності. Маніпулятор управляється пневматичним острівцем, який регулює подачу тиску. На пневматичний острів від контролера йде контакт, в який завантажується програма послідовних дій.

Після дозування мафінів, ланцюговий конвеєр забезпечує контрольоване і обережне транспортування вже готового продукту на приймальний стіл або додатково встановлений приймальний конвеєр.

Пневмоциліндр 1.0 спрацьовує за наступних умов:

1) спрацьовує ємнісний датчик І1, який імпульсно запускається на старті циклу;

Пневмоциліндри 2.0 і 3.0 спрацьовують за наступних умов:

1) спрацьовує датчик положення штоку І2, після поштовху ПЦ 1.0, після цього ПЦ 2.0 і 3.0 запускаються паралельно

Пневмоциліндри 4.0 спрацьовує за наступних умов:

1) спрацьовуючи датчик І3 подає сигнал на ПЦ 4.0 який виконує робочий хід;

2) виконавши робочий хід по таймеру ПЦ 4.0, у свою чергу подає сигнал на таймер Т2 який відраховує час на дозування продукту та після закінчення відліку повертає штоки ПЦ 2.0 та 3.0 в початкове положення.

Пневмоциліндр 5.0 спрацьовує за наступних умов:

1) ПЦ 5.0 спрацьовує по таймеру Т2, після виконання робочого ходу - вмикається датчик положення штоку І4

Пневмоциліндр 6.0 спрацьовує за наступних умов:

1) Після запуску датчика І4, який у свою чергу подає сигнал на спрацьовування ПЦ 6.0, який вмикає таймер Т3, що відраховує час на дозування продукту. Після закінчення відліку. Шток ПЦ 5.0 повертається в початкове положення.

Цикл завершено.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КРБ.90.ПЗ

Вибір типу пневмоциліндра

Пневмоциліндри 4.0 та 6.0 вибираємо односторонньої дії, 1.0, 2.0, 3.0 та 5.0 вибираємо двохсторонньої дії. Для завершення нормального спрацювання циклу робота-маніпулятора.

Циклограма роботи пневмоциліндрів



Рис. 2.4. Циклограма роботи пневмоциліндрів

Тактограма роботи пневмоциліндрів у ПЗ FluidSIM

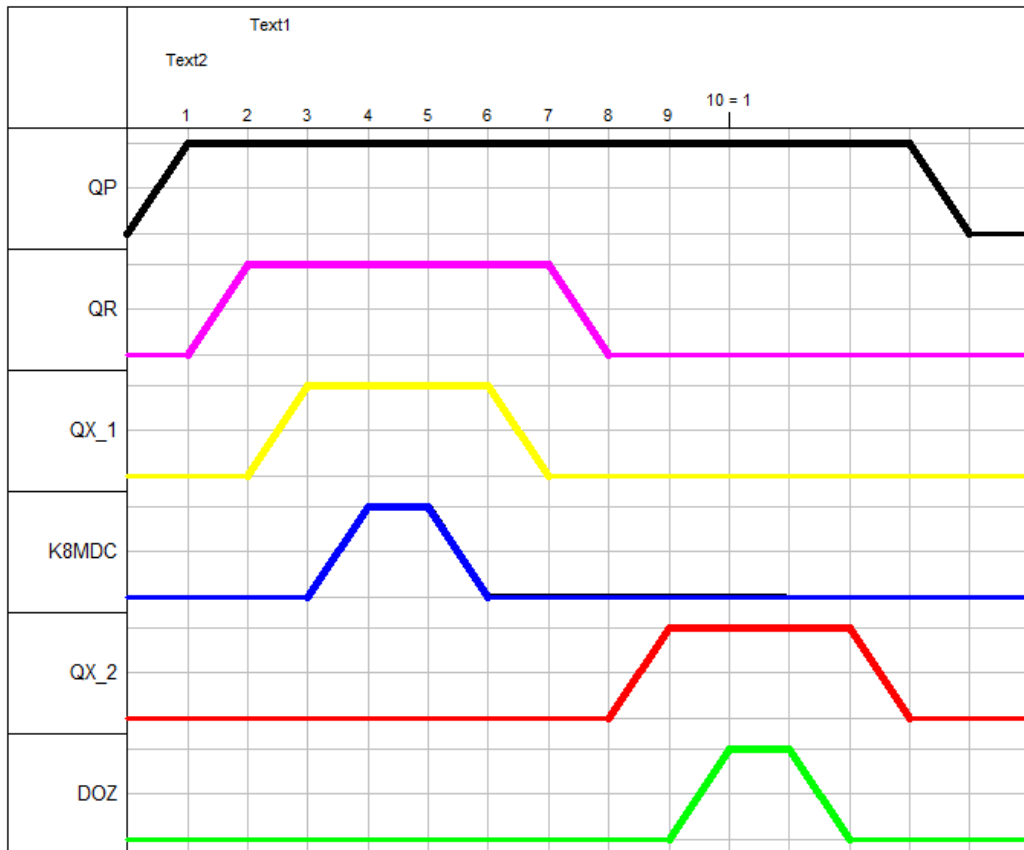


Рис. 2.5. Тактограма роботи пневмоциліндрів

Вигляд під'єднання контактів у контролері у ПЗ FluidSIM

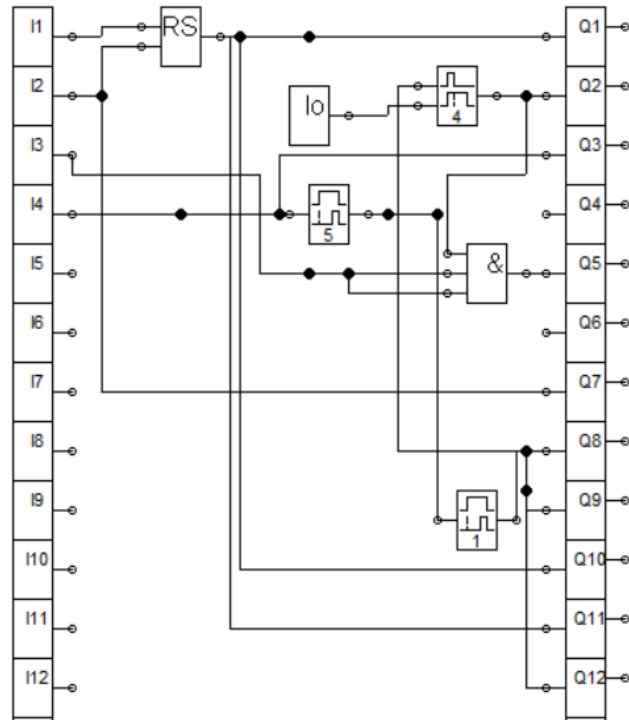


Рис. 2.8. Схема під'єднання контактів у контролері

					КРБ.90.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розробка програми управління у ПЗ SIMATIC STEP 7 Micro/WIN

Block: MAIN
 Author:
 Created: 11/28/2022 07:12:09 pm
 Last Modified: 03/31/2023 04:21:45 pm

Symbol	Var Type	Data Type	Comment
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		

PROGRAM COMMENTS

Network 1 Network Title

Network Comment

LD I0,0
 S Q0,0,1
 S Q1,0,1

Network 2

LD I0,2
 TON T38,6

Network 3

LD T38
 S Q0,6,1
 R Q0,0,1

Network 4

LD I0,4
 S Q0,3,1

Network 5

LD Q0,3
 TON T37,50

Network 6

LD T37
 R Q0,3,1
 S Q0,2,1
 R Q0,6,1
 S Q0,5,1
 R Q1,0,1
 S Q1,1,1

Network 7

LD Q1,1
 TON T41,20

Network 8

LD T41
 S Q0,1,1

Network 9

LD I0,6
 S Q0,4,1
 TON T40,50

Network 10

LD T40
 R Q0,4,1
 R Q0,1,1
 R Q1,1,1
 R Q0,0,1
 R Q0,2,1
 R Q0,5,1

Block: SBR_0
 Author:
 Created: 11/28/2022 07:12:09 pm
 Last Modified: 03/31/2023 04:21:45 pm

Symbol	Var Type	Data Type	Comment
	IN		
	IN_OUT		
	OUT		
	TEMP		

SUBROUTINE COMMENTS

Network 1 Network Title

Network Comment

Block: INT_0
 Author:
 Created: 11/28/2022 07:12:09 pm
 Last Modified: 03/31/2023 04:21:45 pm

Symbol	Var Type	Data Type	Comment
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		

INTERRUPT ROUTINE COMMENTS

Network 1 Network Title

Network Comment

Рис. 2.9. Вигляд програми управління

Input		Output	
Назва	Адреса	Назва	Адреса
Датчик 1	I0,1	Y1	Q 0.0
Датчик 2	I0,2	Y2	Q 0.1
Датчик 3	I0,3	Y3	Q 0.2
Датчик 4	I0,4	Y4	Q 0.3
		Y5	Q 0.4
		Y6	Q 0.5
		Y7	Q 0.6
		Y8	Q 0.7
		Y9	Q 1.0
		Y10	Q 1.1

Рис. 2.10. Вигляд таблиці адресів програмування

3. Розрахунок конструкції і окремих її механізмів

3.1 Розрахунок ланцюгового конвеєра

Розрахунок ведемо виходячи з таких даних:

Ланцюг ПР – 15,875 – 3180 (ГОСТ 13568 – 75)

Продуктивність складає: $Q = 45$ (доз / хв).

Отже, час одного циклу дозування

$$t = \frac{60}{Q} = \frac{60}{45} = 1,3333 \text{ (с)} \quad (3.1)$$

Швидкість стрічки

$$v_k = \frac{S}{t} = \frac{0,5}{1,3333} = 0,375 \text{ (м/с)} \quad (3.2)$$

Довжина робочої частини конвеєра $L = 3$ (м).

Діаметр приводної зірочки

$$D = \frac{t}{\sin\left(\frac{\pi}{z}\right)} = \frac{15,875}{\sin\left(\frac{180}{24}\right)} = 120,64 \text{ (мм)} \quad (3.3)$$

Де $z = 24$ – кількість зубців.

Тоді, кількість обертів на приводному зубчастому колесі

$$n_z = \frac{60 \times v_c}{\pi \times D} = \frac{60 \times 0,375}{3,14 \times 0,12064} = 59,4 \text{ (об/ хв.)} \quad (3.4)$$

					КРБ.90.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб		Ясичев В.В.			<i>Розрахунок конструкції і окремих її механізмів</i>	Літ.	Арк.	Аркушів.
Перевір.		Кривопляс-Володіна Л.О.					1	10
Реценз.						НУХТ ПМ-4-1		
Н. Контр.								
Затверд.								

Тяговий розрахунок ланцюгового конвеєра.

Найбільше погонне навантаження від вантажу:

$$q_B = \frac{G_6 \times n_6}{L} = \frac{2,5 \times 6}{3} = 5 \text{ (Н/м)}, \quad (3.5)$$

де $G_6 = 0,5 \text{ (кгс)} = 5 \text{ (Н)}$ – вага 1 мафіна.

$n_6 = 6$ – кількість мафінів, які одночасно знаходяться на конвеєрі

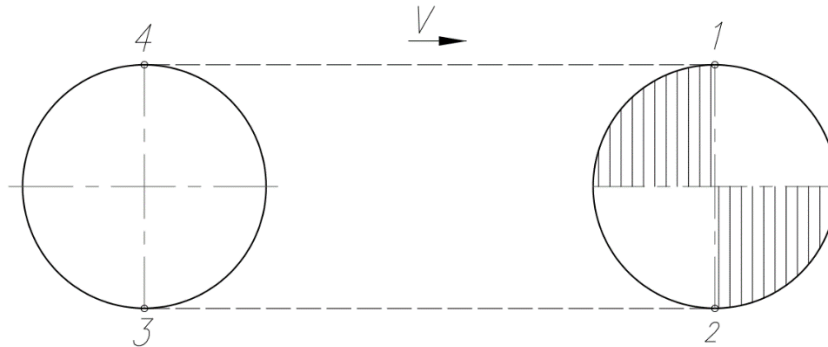


Рис. 3.1. Схема ланцюгового конвеєра

Погонне навантаження м² ланцюга $q = 1,9 \text{ (кгс)} = 19 \text{ (Н)}$

Загальна довжина ланцюга $L = 6,5 \text{ (м)}$, отже

$$q_0 = q \cdot 6,5 = 123,5 \text{ (Н / м)} \quad (3.6)$$

Приймаємо мінімальний натяг стрічки $S_{min} = 500 \text{ (Н)}$

$$S_2 = S_{min} = 500 \text{ (Н)} \quad (3.7)$$

$$S_3 = S_2 + 2 \times q_0 \times L \times \omega_0 = 500 + 2 \times 123,5 \times 3,09 \times 0,3 = 728,97 \text{ (Н)};$$

$$\omega_0 = 0,3 \text{ – коефіцієнт опору переміщення} \quad (3.8)$$

$$S_4 = S_3 \times K_3 = 728,97 \times 1,06 = 772,71 \text{ (Н)} \quad (3.9)$$

$K_3 = 1,06$ – коефіцієнт огинання ланцюгами зірочки

$$S_1 = S_4 + (q_B \cdot \omega_B + q_0 \cdot \omega_0)L = 772,71 + (5 \cdot 0,616 + 2 \cdot 123,5 \cdot 0,3)3,09 = 1011,19 \text{ (Н)}$$

$$\omega_B = 0,616 \text{ – коефіцієнт переміщення продукту по поверхні.} \quad (3.10)$$

Визначимо колове зусилля:

$$W_k = S_{НБ} - S_{ЗБ} = S_1 - S_4 = 511,596 \text{ (Н)} \quad (3.11)$$

					КРБ.90.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тягове зусилля:

$$W_m = W_k + (K_3 - 1) \cdot (S_{нб} + S_{зб}) = 511,596 + 0,06 \cdot (1011,19 + 500) = 601,867 \text{ (Н)} \quad (3.12)$$

Потужність на приводному валу:

$$N_0 = K_3 \cdot \frac{W_m \cdot v}{1000} = 1,2 \cdot \frac{601,867 \cdot 0,375}{1000} = 0,226 \text{ (кВт)} \quad (3.13)$$

$K_3 = 1,2$ – коефіцієнт запасу.

Визначимо кутову швидкість:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 59,4}{30} = 6,22 \text{ (с}^{-1}\text{)} \quad (3.14)$$

Знайдемо крутний момент на приводному валу:

$$T_{кр} = \frac{N}{\omega} = \frac{275}{6,22} = 44,2 \text{ (Н} \cdot \text{м)} \quad (3.15)$$

3.2 Розрахунок пневматичного циліндрів робота-маніпулятора

$$\text{Продуктивність складає: } Q = \frac{3600}{2800} = 1.286 \quad (3.16)$$

Тиск в пневматичній магістралі: $P = 10 \times 10^5 \text{ Па}$;

3.2.1 Розрахунок пневмоциліндра QP2A100A050V

Хід штоку: $S_{мл} = 50 \text{ мм}$;

Робочий хід: $t_{1 \text{ р.х.}} = 0.9 \text{ с}$;

Холостий хід: $t_{2 \text{ х.х.}} = 0.4 \text{ с}$;

Зусилля на штоці при прямому робочому ході: $m = 346.5 \text{ кг}$;

Осьове зусилля під час здійснення робочого ходу вихідної пневматичної ланки (штоку): $F = m \cdot g = 3399,165 \text{ Н/м} \quad (3.17)$

Витратні характеристики робочого циліндру під час здійснення робочого й холостого ходу для розрахунку витрат точки живлення привода:

$$Q_{\text{вис}} = 0,471 \cdot \frac{S_{мл}}{10} \cdot \frac{60}{t_{1 \text{ р.х.}}} = 176,625 \text{ нЛ/хв} \quad (3.18)$$

$$Q_{\text{вт}} = 0,442 \cdot \frac{S_{мл}}{10} \cdot \frac{60}{t_{2 \text{ х.х.}}} = 331,5 \text{ нЛ/хв} \quad (3.19)$$

					КРБ.90.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

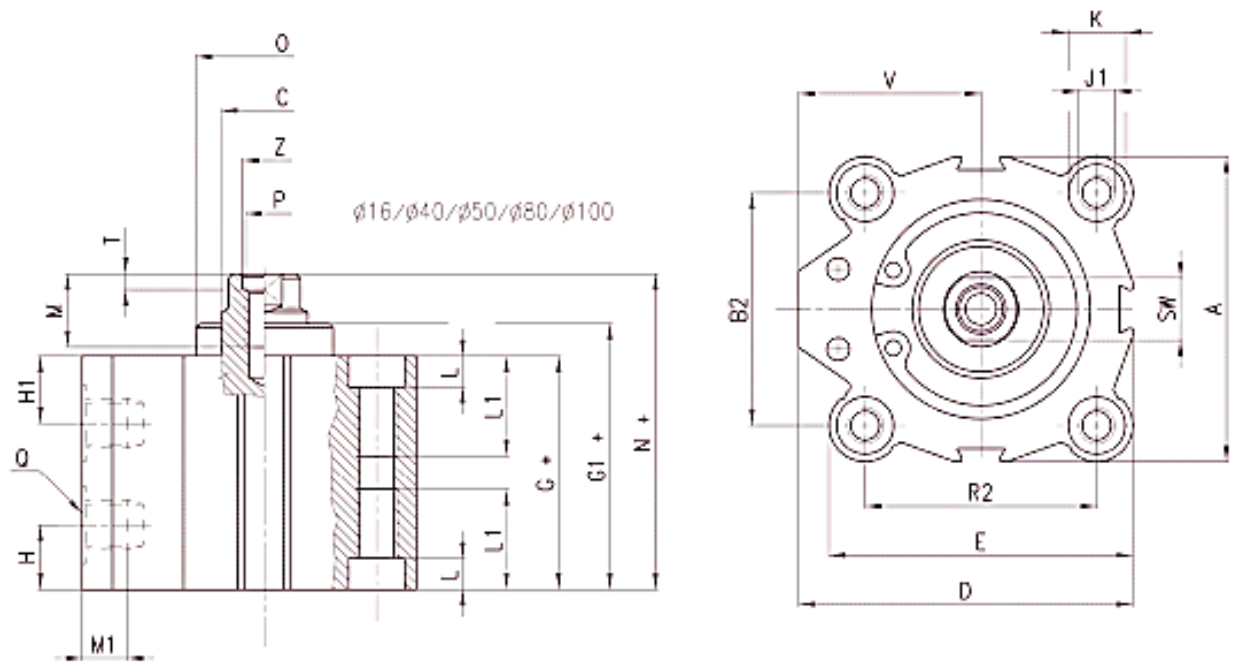


Рис 3.2. Загальний вид циліндра QP2A100A050V

3.2.2 Розрахунок пневмоциліндра QXT2A010A100

Хід штоку: $S_{мл} = 200$ мм;

Робочий хід: $t_{1 п.х.} = 0.9$ с;

Холостий хід: $t_{2 х.х.} = 0.4$ с;

Зусилля на штоці при прямому робочому ході: $m = 0.150$ кг;

Осьове зусилля під час здійснення робочого ходу вихідної пневматичної ланки (штоку): $F = m \cdot g = 1,471$ Н/м (3.20)

Витратні характеристики робочого циліндру під час здійснення робочого й холостого ходу для розрахунку витрат точки живлення привода:

$$Q_{вис} = 0,009 \cdot \frac{S_{мл}}{10} \cdot \frac{60}{t_{1 п.х.}} = 13,5 \text{ нЛ/хв} \quad (3.21)$$

$$Q_{вт} = 0,006 \cdot \frac{S_{мл}}{10} \cdot \frac{60}{t_{2 х.х.}} = 18 \text{ нЛ/хв} \quad (3.22)$$

					КРБ.90.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо об'єм дозування продукції:

$$W = t_{\delta} \times \Pi = 0,5 \times 0,096 = 0,048 \text{ (л)} \quad (3.26)$$

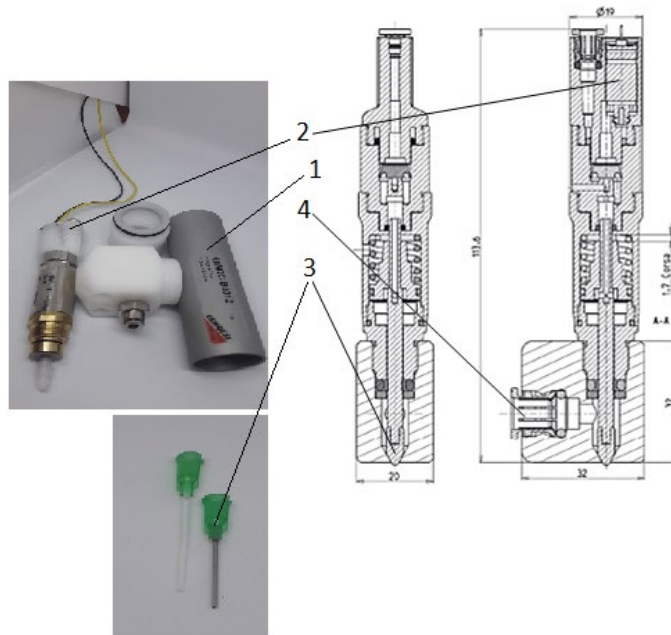


Рис. 3.4. Загальний вид і креслення дозатора: 1 – пневмосопловий функціональний модуль із змінними сопловими насадками; 2 – пристрій керування; 3 – сопло; 4 – труба підведення робочого середовища із ресивера або ежектора.

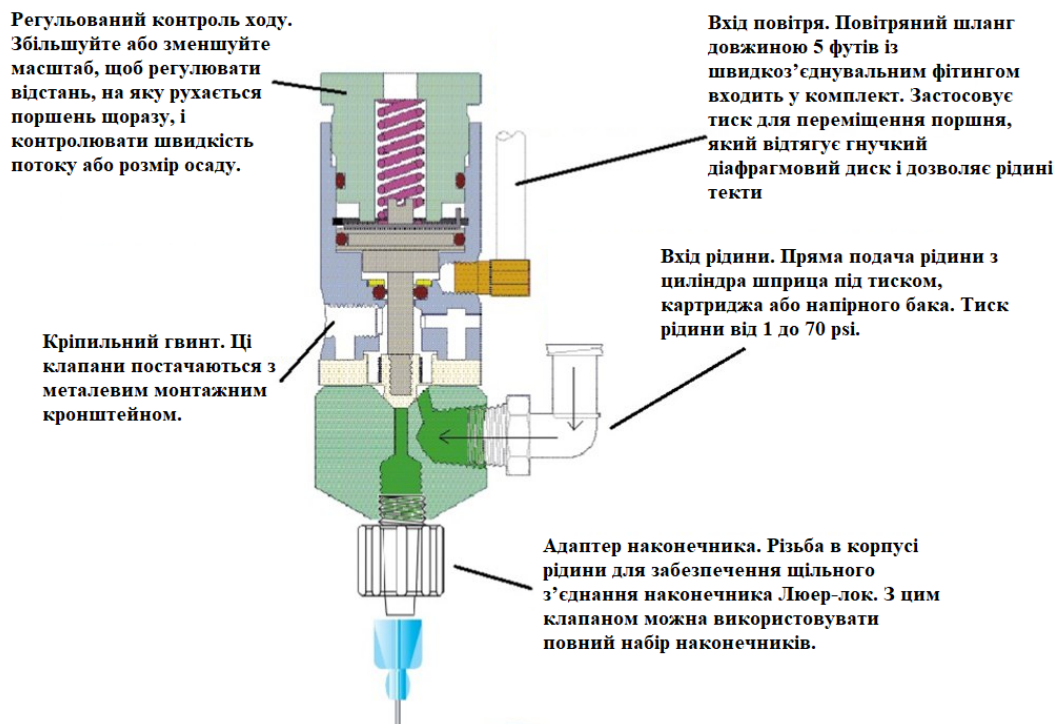


Рис. 3.5. Принципова будова поршневого дозатора

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.90.ПЗ					

Вплив точності виготовлення поршневого дозатора на точність дозування в'язких продуктів

Значну частину в загальній кількості харчових продукції займають в'язкі харчові продукти. Пакування в'язких харчових продуктів здійснюється у різну споживчу тару з використанням як вітчизняних так і закордонних зразків обладнання. Існуюча на сьогодні значна кількість конструктивних виконань пакувальних машин цього типу зумовлена не лише відмінністю структурно-механічних характеристик в'язких продуктів, умовами дозування та фасування, конструкцією споживчої тари, а й недосконалістю, і в деяких випадках, відсутністю науково обґрунтованого методологічного підходу до проектування функціональних модулів таких машин. Параметри пакувальних машин цього типу не складають систематизованих рядів які б були поєднані між собою системами технологічних та логічних зв'язків. До того ж продуктивність обладнання не завжди пропорційна енерго- та металомісткості. А тому існує потреба у розробці такого пакувального обладнання, на основі системи функціональних модулів, які б не лише забезпечували вимоги підприємств з функціональності, продуктивності та якості пакованої продукції, а й давали можливість мінімізувати виробничі і експлуатаційні витрати. Недостатнє висвітлення питань пов'язаних з науковим обґрунтуванням визначення раціональних параметрів функціональних модулів, в значній мірі стримує їх виробництво на потрібному технічному рівні і призводить до появи технічно недосконалого обладнання та зайвих витрат на його конструювання, виготовлення та експлуатацію. Саме тому потреба у пошуку та обґрунтуванні раціональних параметрів функціональних модулів обладнання для пакування в'язких харчових продуктів у споживчу тару з метою вибору оптимальної технологічної схеми, компоновки та конструктивного виконання і визначає актуальність даної роботи.

Точність дозування - одна з найважливіших характеристик будь-якого дозатора, це його властивість забезпечувати при заданих законах руху вхідних

					КРБ.90.ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ланок розташування і рух вихідних ланок із похибками, що не перевищують їх допустимі значення.

До точності дозування встановлюються різні вимоги, які залежать від виду продукту і величини його дози. Так само на неї можуть впливати безліч чинників, таких, як ступінь заповнення бункера, нерівномірність подачі продукту в дозуючий механізм, характер взаємодії продукту з механізмами самого дозатора, зміна властивостей продукту в процесі дозування під впливом зовнішніх чинників тощо. Через неточність виготовлення і складання, зазори в кінематичних парах, через деформації ланок і зміну швидкості вхідної ланки положення, швидкість і прискорення вихідних ланок відрізняються від ідеальних.

Різниця обумовлена в основному технологічними неточностями розмірів, форми взаємного розташування елементів кінематичних пар і ланок, тобто первинними похибками, експлуатаційними похибками (відхилення величини навантажень, температури і показників зношування від номінальних), динамічними похибками, обумовленими інерційними явищами в самій кінематичній ланці, автоколиваннями, вібрацією, а також структурними похибками (під час вибору наближеної схеми механізму).

Точність – це один із основних показників якості і критеріїв під час вибору, виготовлення і експлуатації механізмів. А тому під час проектування обладнання потрібно мати розрахункове обґрунтування його точності, тобто чітко визначити величини похибок технологічних та інших параметрів.

Похибкою дозування називають різницю між дійсним і розрахунковим (ідеальним) значенням виділеної дози продукту. Похибку дозування визначають шляхом вимірювання доз продукту при сталому процесі роботи дозатора. Оцінка точності роботи дозатора проводиться в процентному співвідношенні від її заданого номінального значення дози.

Основною задачею, вирішеною в ході даного розрахунку- є дослідження точності дозування поршневого дозатора. Використовуючи отримані результати кінематичних параметрів, нами підібрані елементи пневматичного

					<i>КРБ.90.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

привода, інтегровані в систему дозувально-фасувального модуля.

Похибка дозування визначається за формулою:

$$\Delta = \Delta_{\text{сист}} + \Delta_{\text{вип}}, \quad (3.27)$$

де $\Delta_{\text{сист}}$ - систематична похибка дозування;

$\Delta_{\text{вип}}$ - випадкова похибка дозування

Систематична похибка вимірювання - похибка, що залишається постійною або що закономірно змінюється при повторних вимірюваннях і залежить від технічного виконання системи.

Випадкова похибка - похибка змінна (за величиною і за знаком) від вимірювання до вимірювання і залежить від суб'єктивних і об'єктивних факторів взаємодії продукції із технічною системою і виконанням своїх функцій оператором. Всі наведені причини зменшення показників точності можна передбачати і тим самим звести їх вплив до мінімуму або повністю виключити з результату зважування. Проте, навіть повністю виключивши систематичну похибку, не можна добитися точного збігу результатів багатократного дозування порцій продукту, оскільки будь-яке вимірювання супроводять випадкові погрішності.

Дослідження точності дозування залежно від первинних похибок виконавчих механізмів та типу приводу. Сучасні методи розрахунку похибок, їх вплив на кінематику і динаміку механічних систем, методи їх зменшення і компенсації, а також основні задачі точностного аналізу і синтезу механізмів базуються на теорії точності механізмів, теорії ймовірності і математичної статистики.

В багатьох випадках, наприклад, при виконанні порівняльних розрахунків, потрібно визначати похибку переміщення механізму, під якою розуміють різницю переміщення ведених ланок дійсного і ідеального механізмів при однакових переміщеннях їх ведучих ланок.

					<i>КРБ.90.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Якщо похибки переміщення відтворюються при одному і тому ж положенні ведучої ланки, але при різних напрямках його руху, та вираз

$$\Delta\psi_{\text{пр}} = \Delta\psi_{\text{к}} - \Delta\psi_{\text{п}}, \quad (3.28)$$

де $\Delta\psi_{\text{пр}}$ - похибка переміщення механізму;

$\Delta\psi_{\text{п}}$ - похибка на початку переміщення;

$\Delta\psi_{\text{к}}$ - похибка на кінці переміщення.

визначає вільний (мертвий) хід механізму, який виникає внаслідок зазорів у кінематичних парах або пружної деформації ланок. Результируюча точність будь якої складної механічної системи визначається точністю її простих складових. Методи аналізу і синтезу точності механізмів можуть бути аналітичними, графоаналітичними і експериментальними.

Для визначення величин систематичних похибок використаємо аналітичний метод аналізу точності механізмів, який полягає у наступному. Позначимо координату веденої ланки ідеального механізму ψ_0 , а координату ведучої ланки – φ і значення матричних параметрів ланок – q_j , де $j = 1, 2, \dots$ - порядковий номер ланки. Координати ψ_0 і ψ можуть бути лінійними і кутовими.

В ідеальному механізмі з голономними зв'язками координата ψ_0 має функціональну залежність від багатьох змінних (але не швидкостей)

$$\psi_0 = \psi_0(\varphi, q_1, q_2, \dots, q_n),$$

де параметри q_1, q_2, \dots, q_n повністю визначають розміри, форму і взаємне розташування ланок механізму. Через наявність первинних похибок Δq_j параметри дійсного механізму відрізняються від ідеальних значень, а тому положення дійсного механізму визначається координатою

$$\psi = \psi_0 + \Delta\psi_{\text{вм}} = \psi(\varphi + \Delta\varphi, q_1 + \Delta q_1, \dots, q_n + \Delta q_n), \quad (3.29)$$

де $\Delta\psi_{\text{вм}}$ - похибка положення веденої ланки дійсного механізму;

$\Delta\varphi$ - похибка положення його ведучої ланки.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КРБ.90.ПЗ

Похибка Δq_j здебільшого не більша допусків на розміри ланок, тобто мала порівняно із значеннями параметрів q_j . Врахувавши малість $\Delta\varphi$ і Δq_j , розкладемо функцію в ряд Тейлора і, обмежуючись тільки нульовими і лінійними його членами, одержимо:

$$\psi = \psi_0 + \Delta\psi_{\text{вм}} = \psi_0(\varphi, q_1, \dots, q_n) + \left(\frac{\partial\psi}{\partial\varphi}\right)_0 \Delta\varphi + \sum_{j=1}^n \left(\frac{\partial\psi}{\partial q_j}\right)_0 \Delta q_j, \quad (3.30)$$

звідки знайдемо наближений вираз для визначення похибки положення дійсного механізму:

$$\Delta\psi_{\text{вм}} = \left(\frac{\partial\psi}{\partial\varphi}\right)_0 \Delta\varphi + \sum_{j=1}^n \left(\frac{\partial\psi}{\partial q_j}\right)_0 \Delta q_j, \quad (3.31)$$

Похибка положення дійсного механізму із ідеальною схемою

$$\Delta\psi = \sum_{j=1}^n \left(\frac{\partial\psi}{\partial q_j}\right)_0 \Delta q_j, \quad (3.32)$$

похибка положення, викликана тільки однією первинною похибкою Δq_k параметра q_k

$$\Delta\psi_k = \sum_{j=1}^n \left(\frac{\partial\psi}{\partial q_k}\right)_0 \Delta q_k, \quad (3.33)$$

Виходячи із наведених міркувань, робимо висновок, що часткова похідна

$$\left(\frac{\partial\psi}{\partial q_k}\right)_0 = \frac{\Delta\psi_k}{\Delta q_k}, \quad (3.34)$$

і є передаточним відношенням похибки $\Delta\psi_k$ від веденої ланки до ланки q_k , що містить похибку Δq_k . Розглянемо конструктивну схему поршневого дозатора для в'язких та пластичних продуктів (рис.1) та визначимо величину систематичної похибки під час дозування. Прийнемо припущення про незалежність дії первинних похибок, тобто загальна систематична похибка буде дорівнювати сумі систематичних похибок від різних незалежних параметрів. Для даної схеми $q_i = f(a, b, \alpha, \beta)$:

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КРБ.90.ПЗ

Знаходимо передаточну функцію $\frac{\partial X_C}{\partial a}$

для I четверті - $\frac{\partial X_C}{\partial a} = \sin \alpha$

для II четверті - $\frac{\partial X_C}{\partial a} = -\sin \alpha$

Отже $(\Delta X_C)_a = \pm \sin \alpha \times \Delta a$

- Похибка від неточності довжини шатуна b:

$$(\Delta X_C)_b = \frac{\partial X_C}{\partial b} \times \Delta b, \quad (3.39)$$

де Δb - похибка довжини шатуна (враховує допуск на лінійні розміри та граничні відхилення у посадках кінематичних пар)

$$\frac{\partial X_C}{\partial b} = \cos \beta$$

Отже $(\Delta X_C)_b = \cos \beta \times \Delta b$

- Похибка від положення кута α коромисла:

$$(\Delta X_C)_\alpha = \frac{\partial X_C}{\partial \alpha} \times \Delta \alpha \quad (3.40)$$

для I четверті - $\frac{\partial X_C}{\partial \alpha} = a \times \cos \alpha$, для II четверті - $\frac{\partial X_C}{\partial \alpha} = -a \times \cos \alpha$

Отже $(\Delta X_C)_\alpha = \pm \cos \alpha \times \Delta \alpha$

- Похибка від положення кута β шатуна:

$$(\Delta X_C)_\beta = \frac{\partial X_C}{\partial \beta} \times \Delta \beta \quad (3.41)$$

$$\frac{\partial X_C}{\partial \beta} = -b \times \sin \beta$$

Отже $(\Delta X_C)_\beta = -b \times \sin \beta \times \Delta \beta$

Тоді загальна похибка положення веденого елемента механізму визначатиметься за формулою:

$$\begin{aligned} \Delta X_C &= (\Delta X_C)_a + (\Delta X_C)_b + (\Delta X_C)_\alpha + (\Delta X_C)_\beta = \\ &= \pm \sin \alpha \times \Delta a + \cos \beta \times \Delta b \pm a \times \cos \alpha \times \Delta \alpha - b \times \sin \beta \times \Delta \beta \end{aligned} \quad (3.42)$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КРБ.90.ПЗ

З останньої формули видно, що загальна похибка положення веденої ланки (відповідно і систематична похибка дозування дозатора) будуть мати найбільші значення у I чверті системи координат X-Y (рис. 1). Визначимо величину похибки, виходячи з наступних умов:

- деталі дозатора (шатун, коромисло) виконані за 7-10 квалітетом;
- у кінематичних парах застосовано посадки з зазором, 7-10 квалітет (посадки Н7/ф7, Н78/ф8, Н9/ф9, Н9/ф9 призначені для підшипників ковзання); посадка Н7/ф7 – мінімальне граничне відхилення 16 мкм, максимальне граничне відхилення 52 мкм; посадка Н8/ф8 – мінімальне граничне відхилення 16 мкм, максимальне граничне відхилення 70 мкм; посадка Н9/ф9 – мінімальне граничне відхилення 16 мкм, максимальне граничне відхилення 102 мкм; посадка Н10/ф10 – мінімальне граничне відхилення 70 мкм, максимальне граничне відхилення 140 мкм.;

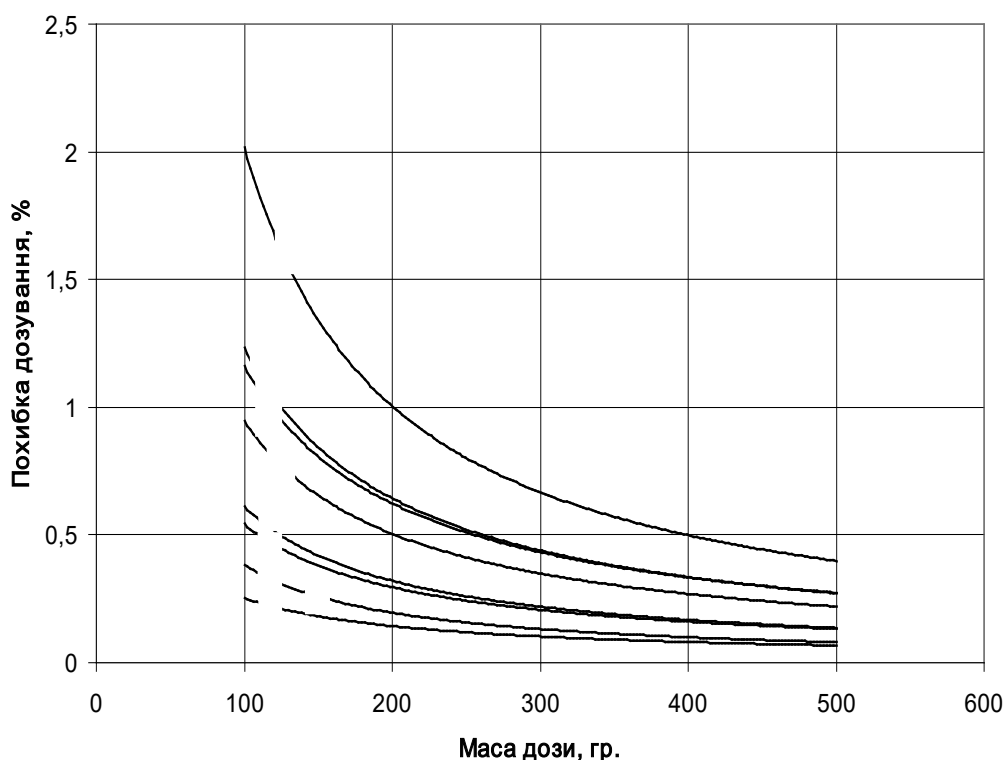


Рис. 3.7. Характер залежності систематичної похибки дозування від точності виготовлення елементів дозатора за різних мас дози продукту:

1 – 7 квалітет, граничні відхилення мінімальні; 2 - 8 квалітет, граничні відхилення мінімальні; 3 - 7 квалітет, граничні відхилення максимальні; 4 – 8

квалітет, граничні відхилення максимальні; 5 - 9 квалітет, граничні відхилення мінімальні; 6 - 9 квалітет, граничні відхилення максимальні; 7 - 10 квалітет, граничні відхилення мінімальні; 8 - 10 квалітет, граничні відхилення максимальні

- величина похибки дозування для сучасного пакувального обладнання складає $\pm 1\%$ (відповідно систематична похибка має знаходитись на рівні $\approx 0,1\%$) від величини дози продукту;

- у якості досліджуваного продукту розглядатимемо сметану (густина $\approx 1000 \text{ кг/м}^3$). Результати розрахунків представимо у вигляді графічної залежності.

Витіснення продукту в споживчу тару відбувається через вихідний канал поршневого дозуючого пристрою (Рис.3.7). При цьому може спостерігатися і деяке просочування продукту через зазори, які утворюються між елементами запірних систем та корпусом дозатора. Подібне явище безпосередньо відіб'ється на точності наповнення тари, оскільки увесь продукт, що повертається через щілини в бункер, не потрапить в неї. Таким чином, похибка ваги дози продукту в тарі відобразатиметься тією його кількістю, яка повернеться назад в бункер – живильник.

					КРБ.90.ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

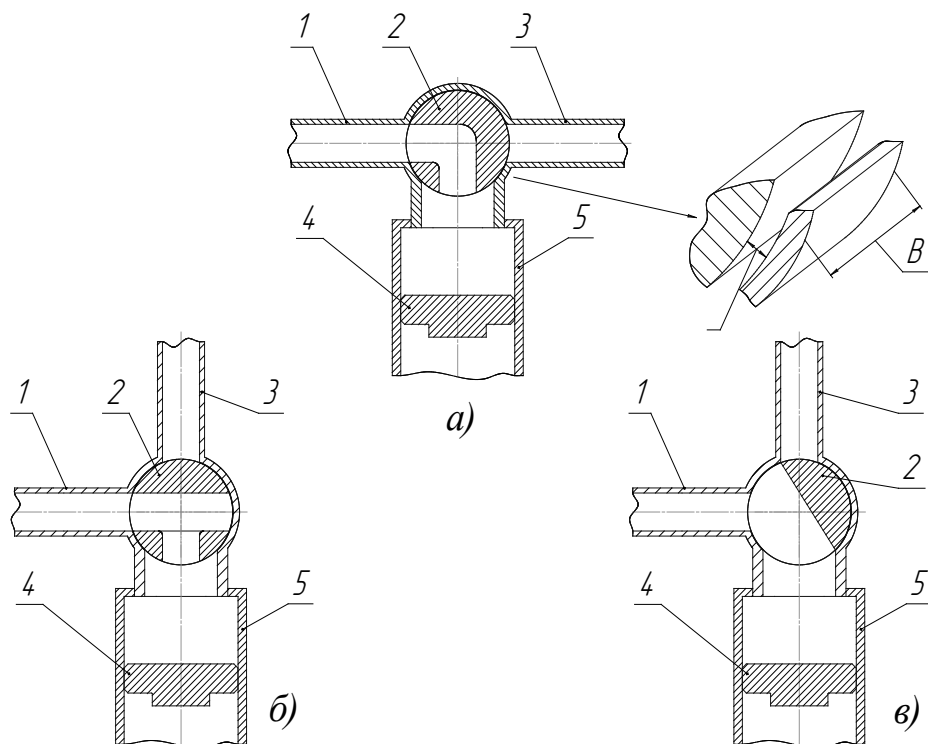


Рис. 3.8. Принципові схеми поршневих дозуючих пристроїв з крановою запірною арматурою: а) з горизонтальною подачею продукту; б, в) з вертикальною подачею продукту: 1 – вихідний канал; 4 – поршень; 2 – крановий запірний пристрій; 5 – мірна місткість; 3 – вхідний канал; h - висота зазору; B – ширина зазору.

Оскільки поперечний розмір щілини малий, а в'язкість продукту велика, течію в щілині можна вважати повзучою плоскою течією. Для спрощення розрахунків вважатимемо, що рух в щілині сталий і тоді можна нехтувати інерційністю продукту.

Розподіл швидкостей у шарі продукту визначається рівнянням:

$$V_x = \frac{1}{2 \times \mu} \times \frac{dp}{dx} \times y^2 + C_1 \times y + C_2, \quad (3.43)$$

де x і y - координати по довжині та ширині щілини відповідно.

Ввівши граничні умови:

- $V_x = 0, V_y = 0$ при $y = 0$;
- $V_x = 0, V_y = 0$ при $y = k$,

де k – висота щілини, визначаємо сталі C_1, C_2 підставляючи граничні

умови:

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Падіння тиску при переході з мірної місткості у випускний канал можна знайти за формулою Борда, яка описує зниження тиску під час раптового звуженні каналу:

$$\Delta P_{\text{МВИХ}} = \zeta_{\text{МВИХ}} \times \rho_{\text{пр}} \times \frac{V_{\text{ВИХ}}^2}{2}, \quad (3.50)$$

де $\zeta_{\text{М ВИХ}}$ – коефіцієнт місцевого опору

Тиск на виході з щілини визначається надлишковим тиском, що створюється стовпом продукту у бункері P_p та падінням тиску під час руху в'язкого середовища по трубопроводу від бункера до дозатора $\Delta P_{1 \text{ ВХ}}$:

$$P_{\text{ВЫХЩ}} = P_p - P_{1 \text{ ВХ}}$$

Падіння тиску у вхідному трубопроводі може бути визначене за допомогою формули Пуазейля:

$$\Delta P_{1 \text{ ВХ}} = 32 \times v_{\text{пр}} \times \rho_{\text{пр}} \times \frac{l_{\text{ВХ}} \times V_{\text{ВХ}}}{d_{\text{ВХ}}^2} \quad (3.51)$$

Визначивши величини тиску на вході та виході із щілини, маємо змогу визначити витрати продукту через щілину між крановою запірною арматурою та корпусом.. Знаючи тривалість процесу дозування та витрату продукції через щілину, можна визначити, яка кількість продукту не поступає у споживчу тару. Використавши рівняння, визначимо похибку дозуючого пристрою для різних типів в'язких продуктів.

Зрозуміло, що увесь продукт, видавлений в процесі виштовхування з порожнини мірного циліндра у впускний канал, а не в тару, складе похибку у величині порції. Таким чином, чим менше буде ця похибка, або, що теж саме, чим менше буде витрата через впускний канал, тим точнішою буде відміряна доза.

					КРБ.90.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

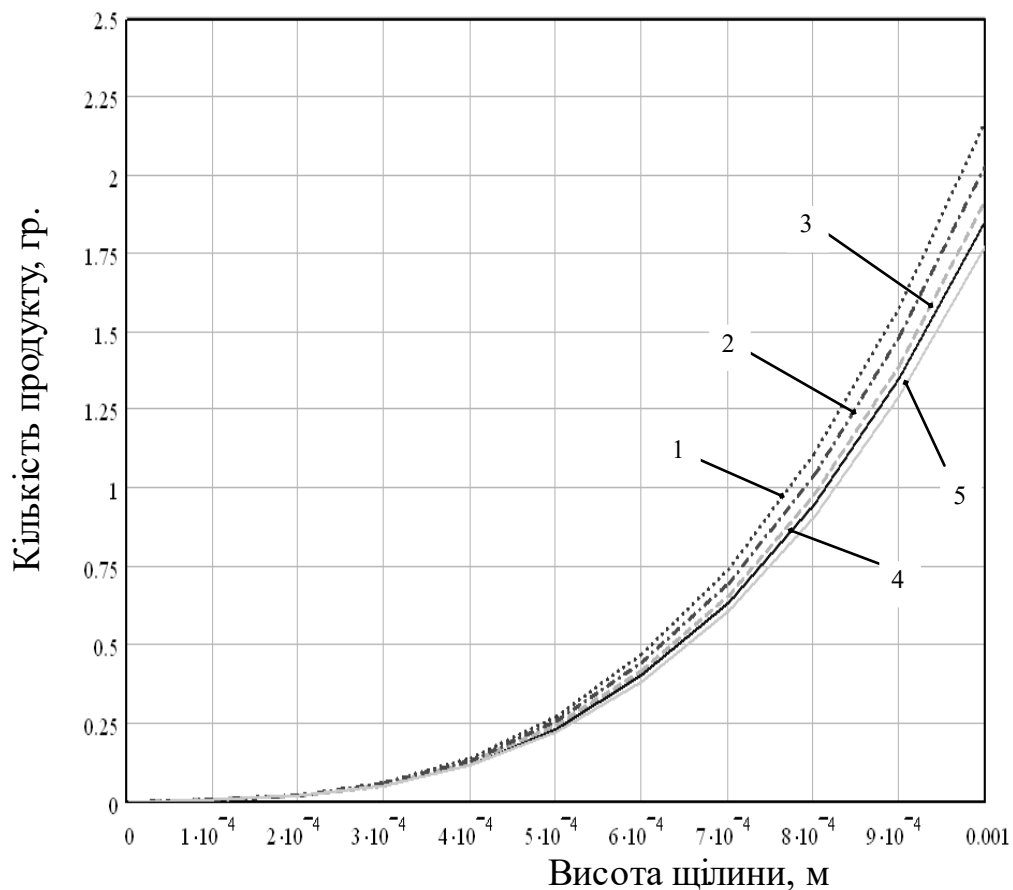


Рис.3.9. Характер залежності між систематичною похибкою дозування в'язкого продукту та величиною щілини: 1 – згущене молоко; 2 – сир плавлений “Хрещатик”; 3 – сир плавлений “Дружба”; 4 – сметана; 5 – майонез “Оливковий”.

Результати моделювання та експерименту показують, що насадка також може значно впливати на дозування. Таким чином, моделюється комбінований вплив діаметра сопла та ходу голки на утворення та відділення крапель.

Моделі сопел із різними діаметрами були створені Gambit перед симуляцією, а інші відповідні параметри встановлені таким чином: поверхневий натяг становить 0,06 Н/м, рушійний тиск становить 0,6 МПа, в'язкість становить 800 мПа·с. На малюнку *Рис. 3.10.* показано морфологію крапель, отриману при різних діаметрах сопла та умовах ходу голки. Можна чітко побачити, що більше клею буде витікати зі збільшенням діаметра сопла. Як відомо, діаметр сопла безпосередньо залежить від швидкості потоку та опору. Коли діаметр становить лише 0,1 мм, мала швидкість потоку та великий опір призводять до меншої кількості рідини, що витікає з сопла у вигляді

мікроточок, як показано на *Рис. 3.10*. Коли діаметр збільшується до 0,2 мм, більше рідини може викидатися у вигляді краплі. Однак постійне збільшення діаметра збільшить швидкість потоку та значно зменшить опір потоку, що змушує кількість рідини, що несе надмірну енергію, витікати та зависати на кінчику сопла у вигляді довгої лінії потоку.

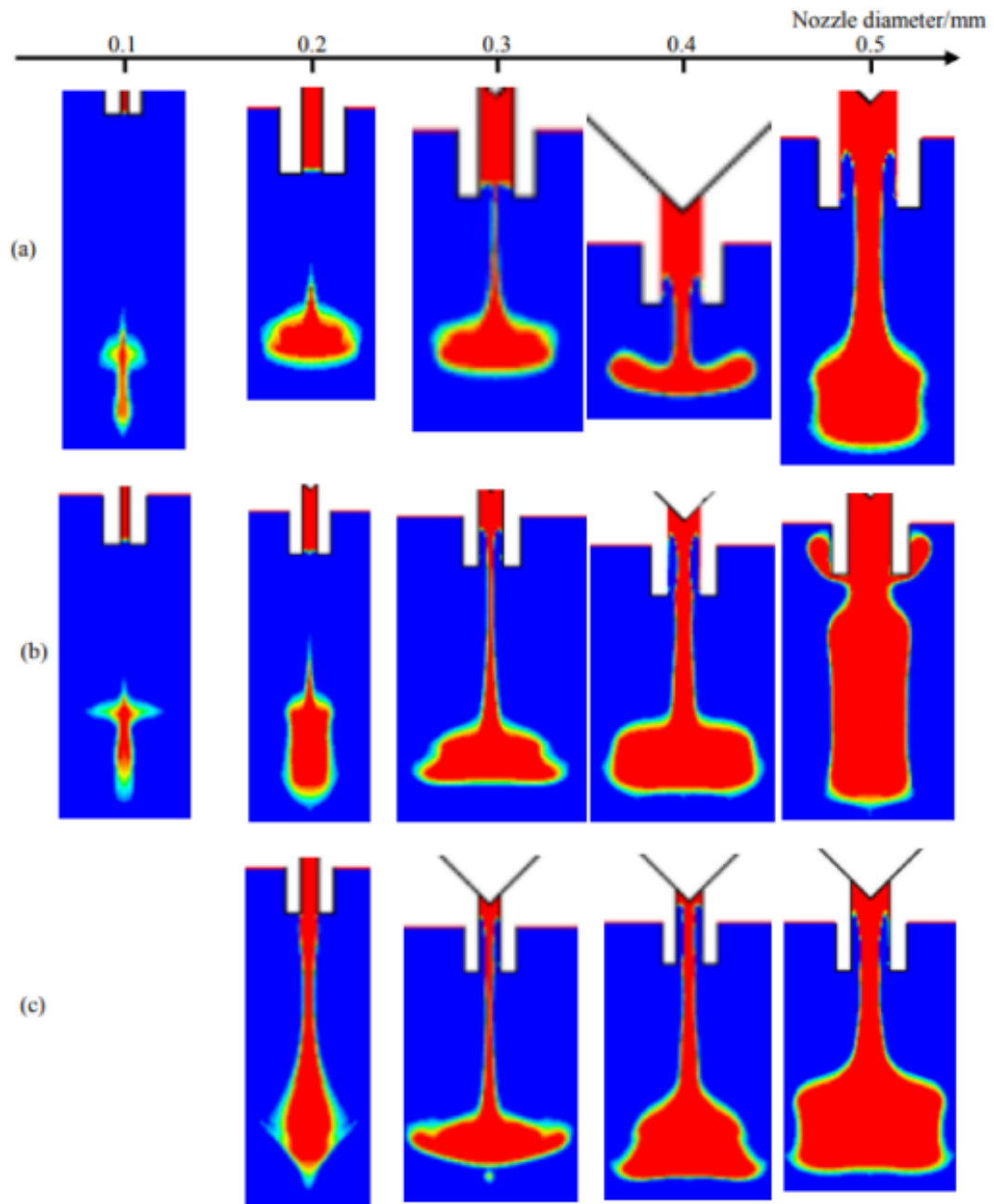


Рис. 3.10. Результати моделювання за змінами діаметра сопла, коли хід становить (а) 0,1 мм; б) 0,3 мм; в) 0,4 мм. Що ще гірше, вузьке положення обтічної лінії буде піднято у внутрішню частину сопла, що призведе до неконтрольованого об'єму та збою наступного циклу дозування.

					КРБ.90.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Також можна виявити, що більший хід голки погіршить проблеми, згадані вище. Таким чином, комбінований вплив діаметра сопла та ходу голки зображено на Рис.3.11. Як показано на Рис.3.11., соплу з більшим діаметром потрібен менший хід, щоб забезпечити нормальну крапельну струміль. Підвищення будь-якого параметра призведе до явища потоку або розпилення. Таким чином, ці два фактори слід контролювати в області трикутника під час процесу встановлення параметрів.

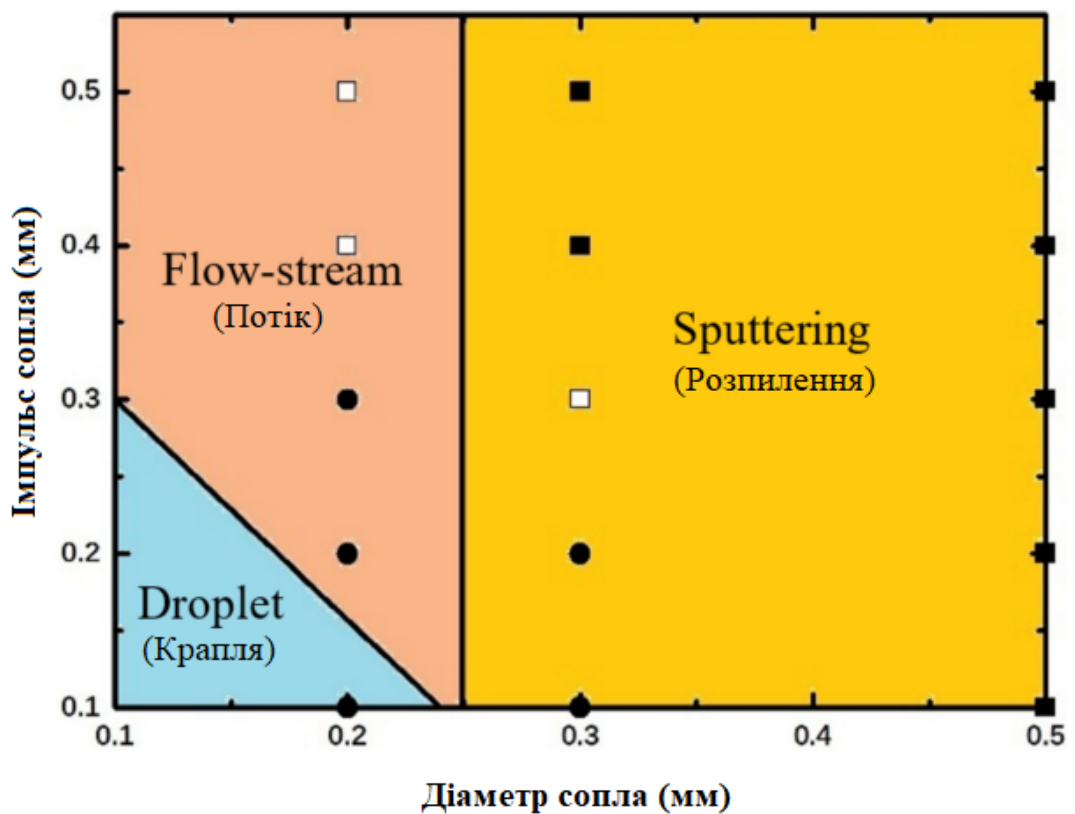


Рис.3.11. Комбінований вплив діаметра сопла та ходу голки на процес утворення крапель і відділення на основі чисельного моделювання. Символи представляють експериментальні результати: «●» позначає краплю, «□» позначає потік, «■» позначає розпилення. Експериментальні параметри встановлюються як: в'язкість: 800 мПа·с, довжина сопла: 2 мм, рушійний тиск: 0,6 МПа, цикл голки: 20 Гц.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

3.2.4 Розрахунок поворотного пневмоциліндра QR10A

Розрахунок прикладених сил:

Вага пневмоциліндра QXT2A010A100: $m_1 = 0,65$ (кг);

Сумарна вага пневмоциліндра QXT2A010A100 та мікро-дозуючого клапану керування K8MDC: $m_2 = 0,95$ (кг);

Сумарна вага пневмоциліндра QXT2A010A100, мікро-дозуючого клапану керування K8MDC, дози та сопла: $m_3 = 1,0$ (кг);

Вага пневмоциліндра QXT2A010A100 та мікро-дозуючого клапану керування K8MDC від центру обертання:

$$F_1 = m_1 \times g = 0,65 \times 9,8 = 6,37 \text{ (Н)} \quad (3.52)$$

$$F_2 = m_2 \times g = 0,95 \times 9,8 = 9,31 \text{ (Н)} \quad (3.53)$$

Вага об'єкта:

$$F_3 = m_3 \times g = 1,0 \times 9,8 = 9,8 \text{ (Н)} \quad (3.54)$$

Загальна маса, що переміщується:

$$m_t = m_1 + m_2 + m_3 = 0,65 + 0,95 + 1,0 = 2,6 \text{ (кг)} \quad (3.55)$$

Осьове навантаження:

$$W_s = m_t \times g = 2,6 \times 9,8 = 25,5 \text{ (Н)} \quad (3.56)$$

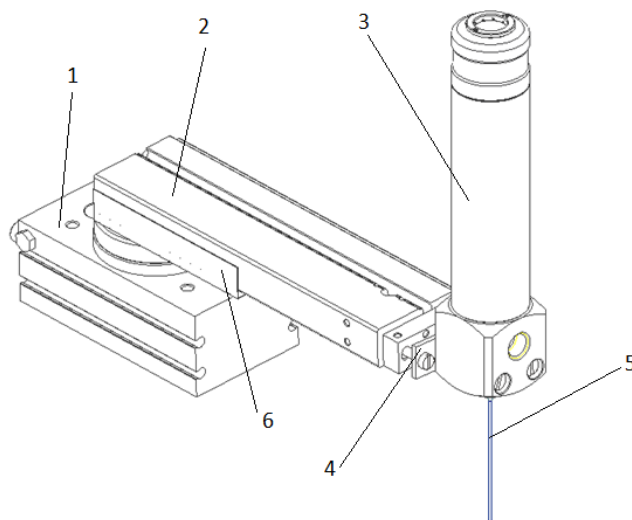


Рис. 3.12. Збірка дозувального пристрою з поворотним столом: 1 – поворотний пневмоциліндр QR10A; 2 - пневмоциліндр QXT2A010A100; 3 - мікро-дозуючий клапан керування K8MDC; 4 – фіксуюча пластина; 5 – сопло мікро-дозуючого клапану керування K8MDC; 6 - перехідна пластина.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КРБ.90.ПЗ

Розрахунок згинаючого моменту:

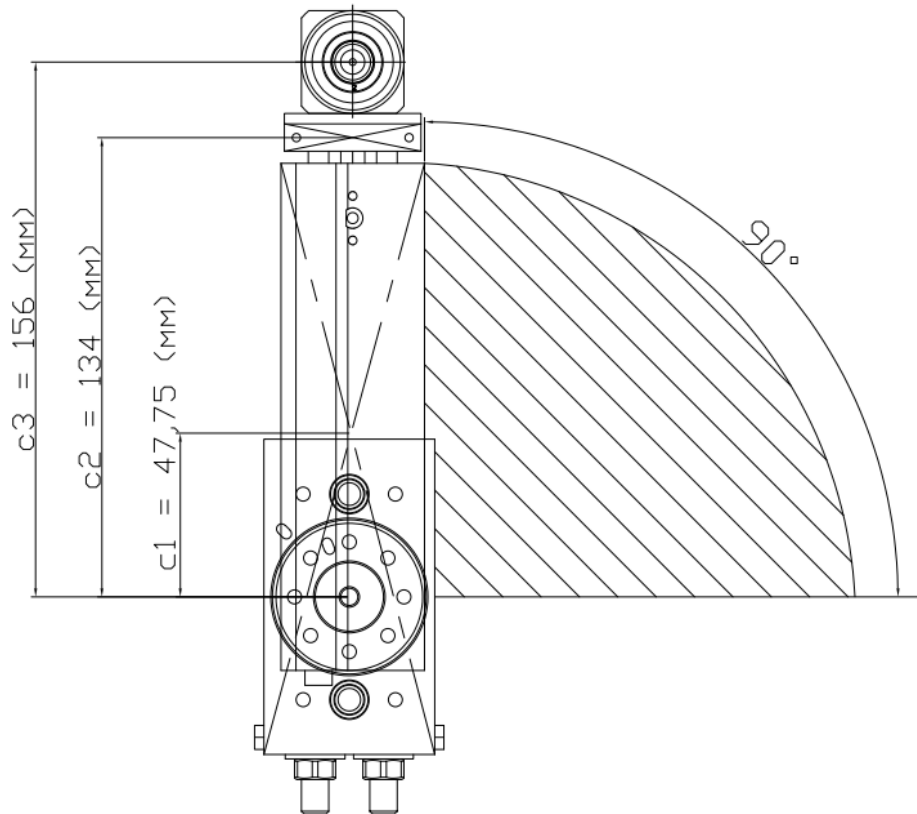


Рис. 3.13. Загальний вид схеми розрахунку дозувального пристрою з поворотним столом

Плече від центру мас пневмоциліндра QXT2A010A100 від центру обертання:

$$c_1 = 0,04775 \text{ (м)}$$

Плече від центру мас перехідної пластини від центру обертання:

$$c_2 = 0,134 \text{ (м)}$$

Плече від центру мас мікро-дозуючого клапану керування K8MDC від центру обертання: $c_3 = 0,156 \text{ (м)}$

Згинаючий момент створений пневмоциліндром QXT2A010A100 та перехідною пластиною:

$$M_{tors1} = -F_1 \cdot c_1 + F_2 \cdot c_2 = -6,37 \times 0,04775 + 9,31 \times 0,134 = 0,94 \text{ (Н} \cdot \text{м)} \quad (3.57)$$

Згинаючий момент створений мікро-дозуючим клапаном керування K8MDC:

$$M_{tors3} = F_3 \cdot c_3 = 9,8 \times 0,156 = 1,5 \text{ (Н} \cdot \text{м)} \quad (3.58)$$

Сумарний згинаючий момент:

$$M_{tors} = M_{tors1} + M_{tors3} = 0,94 + 1,5 = 2,44 \text{ (Н} \cdot \text{м)} \quad (3.59)$$

Розрахунок динамічного моменту:

Плече від центру мас до вісі обертання: $c_{цм} = 0,156 \text{ (м)}$;

Статична сила: $F_s = 0 \text{ (Н)}$;

Динамічна сила: $F_f = 2,3 \text{ (Н)}$;

Кутове прискорення: $\alpha = 3,88 \text{ (рад/с}^2\text{)}$;

Сумарний момент інерції: $I = 0,0151 \text{ (кг} \cdot \text{м}^2\text{)}$

Момент статичних сил:

$$T_s = F_s \times c_{цм} = 0 \times 0,156 = 0 \text{ (Н} \cdot \text{м)} \quad (3.60)$$

Момент динамічних сил:

$$T_f = F_f \times c_{цм} = 2,3 \times 0,156 = 0,35 \text{ (Н} \cdot \text{м)} \quad (3.61)$$

Результуючий момент інерції:

$$10 \times T_a = 10 \times I \times \alpha = 10 \times 0,0151 \times 3,88 = 0,58 \text{ (Н} \cdot \text{м)} \quad (3.62)$$

Динамічний момент:

$$M_{res} = T_s + T_f + 10 \times T_a = 0 + 0,35 + 0,58 = 0,93 \text{ (Н} \cdot \text{м)} \quad (3.63)$$

Вибір типорозміру поворотного циліндру QR за динамічним моментом:

Робочий тиск: $P = 4 \text{ бара}$; **Динамічний момент:** $M_{res} = 0,93 \text{ (Н} \cdot \text{м)}$.

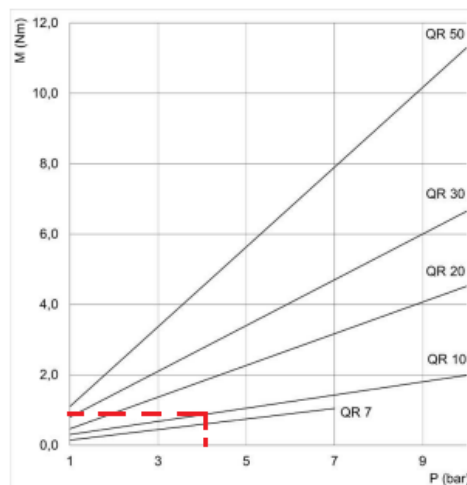


Рис. 3.14. Вибір типорозміру поворотного циліндру QR за динамічним моментом

3.3. Підбір підшипників

Розрахунок виконуємо за таких умов:

$$R_B = \sqrt{R_{bx}^2 + R_{by}^2} = \sqrt{2422,85^2 + 1662,5^2} = 2938,38(H) \quad (3.64)$$

Діаметр цапфи $d = 25$ мм.

Попередньо приймаємо кульковий радіальний підшипник 305, для якого базова статична вантажність $C_0 = 11600$, базова динамічна вантажність $C = 17600$.

Визначимо розрахункове еквівалентне навантаження.

$$R = X \times V \times R_r \times K_B \times K_T \quad (3.65)$$

$K_B = 1.5$ – коефіцієнт безпеки.

$K_T = 1$ – температурний коефіцієнт при температурі до 100 °С.

$V = 1$ – обертається внутрішнє кільце.

$X = 1$.

$$R_r = R_B = 2938,38(H)$$

$$\text{Отже, } R = 1 \times 1 \times 2938,38 \times 1.5 \times 1 = 4407,57(H) \quad (3.66)$$

Розрахунковий ресурс підшипника.

$$L = a_1 \times a_{23} \times (C/R)^p \quad (3.67)$$

$a_1 = 1$ – для 90% надійності.

$a_{23} = 0,8$ – для звичайних умов експлуатації.

$p = 3$ – для кулькових підшипників.

$$L = 1 \times 0,8 \times (17600/4407,57)^3 = 50,94 \quad (3.68)$$

Розрахунковий ресурс підшипника.

$$L_h = \frac{1745 \cdot 50,94}{6,22} = 14291 \text{ (год.)} \quad (3.69)$$

$$\omega = \pi \times n/30 = 3.14 \times 59.4/30 = 6,22 \text{ (рад/с.)} \quad (3.70)$$

При безперервній роботі автомата протягом року час роботи складає 14000 год. Для збільшення часу експлуатації підшипникового вузла ставимо на вал три підшипника 305.

					КРБ.90.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Розробка технологічного процесу виготовлення ключової деталі

4.1 Розрахунок припусків

Вибираємо заготовку з прокату Ø16 мм.

Припуск на підрізання торців становить: $2 \cdot 2 = 4$ мм.

Отже, заготовка являє собою Ø 16 мм і довжиною 42 мм.

Розрахунок загального припуску кованої заготовки ведемо за найточнішим розміром Ø14h6.

Припуск на чистове шліфування:

$$2Z_{4\min} = 2(Rz_3 + D_3 + \sqrt{Tnp_3^2 + E_{y4}^2}) \quad (4.1)$$

Rz_3, D_3, Tnp_3 - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення просторових відхилень при чорновому шліфуванні.

E_{y4} - похибка установки деталі під час чистового шліфування. $Rz_3 = 10$ мкм, $D_3 = 20$ мкм.

При установленні деталі в центрах $Tnp_3 = 0$ мкм, $E_{y4} = 0$.

$$\text{Тоді } 2Z_{4\min} = 2(10 + 20 + \sqrt{0^2 + 0^2}) = 60 \text{ мкм, } 2Z_{4\max} = 2Z_{4\min} + T_3 - T_4 \quad (4.2)$$

T_3 - допуск при чорновому шліфуванні, $T_3 = IT8 = 27$ мкм,

T_4 - допуск при чистовому шліфуванні, $T_4 = IT6 = 11$ мкм.

$$2Z_{4\max} = 60 + 27 - 11 = 76 \text{ мкм} \quad (4.3)$$

$$2Z_{4\text{ном}} = \frac{2Z_{4\max} + 2Z_{4\min}}{2} = \frac{76 + 60}{2} = 68 \text{ мкм} \quad (4.4)$$

					КРБ.90.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб		Ясичев В.В.			Розробка технологічного процесу виготовлення ключової деталі	Лім.	Арк.	Аркушів.
Перевір.		Бойко Ю.І.					1	1
Реценз.						НУХТ ПМ-4-1		
Н. Контр.								
Затверд.								

Припуск при чорновому шліфуванні:

$$2Z_{3\min} = 2(Rz_2 + D_2 + \sqrt{Tnp_2^2 + E_{y3}^2}) \quad (4.5)$$

Rz_2, D_2, Tnp_2 - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення просторових відхилень при чистовому точінні (табл.8).

E_{y3} - похибка установки деталі під час чорнового шліфування. $Rz_2 = 25$ мкм, $D_2 = 25$ мкм .

При установленні деталі в центрах $Tnp_3 = 0$ мкм, $E_{y4} = 0$.

$$\text{Тоді } 2Z_{3\min} = 2(25 + 25 + \sqrt{0^2 + 0^2}) = 100 \text{ мкм}, \quad 2Z_{3\max} = 2Z_{3\min} + T_2 - T_3 \quad (4.6)$$

T_2 - допуск при чистовому точінні, $T_2 = IT11 = 110$ мкм,

$$2Z_{3\max} = 100 + 110 - 27 = 183 \text{ мкм} \quad (4.7)$$

$$2Z_{3ном} = \frac{2Z_{3\max} + 2Z_{3\min}}{2} = \frac{183 + 100}{2} = 141,5 \text{ мкм} \quad (4.8)$$

Припуск на напівчисте точіння:

$$2Z_{2\min} = 2(Rz_1 + D_1 + \sqrt{Tnp_1^2 + E_{y2}^2}) \quad (4.9)$$

Rz_1, D_1, Tnp_1 - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення просторових відхилень при чорновому точінні.

E_{y2} - похибка установки деталі при напівчистому точінні. $Rz_2 = 50$ мкм, $D_2 = 50$ мкм . При установленні деталі в патроні з центром $Tnp_1 = 100$ мкм, $E_{y2} = 0$.

$$\text{Тоді } 2Z_{2\min} = 2(50 + 50 + \sqrt{100^2 + 0^2}) = 400 \text{ мкм}, \quad 2Z_{2\max} = 2Z_{2\min} + T_1 - T_2 \quad (4.10)$$

T_1 - допуск при чорновому точінні, $T_1 = IT12 = 180$ мкм,

$$2Z_{2\max} = 400 + 180 - 110 = 470 \text{ мкм} \quad (4.11)$$

$$2Z_{2ном} = \frac{2Z_{2\max} + 2Z_{2\min}}{2} = \frac{470 + 400}{2} = 435 \text{ мкм} \quad (4.12)$$

					<i>КРБ.90.ПЗ</i>	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Припуск на чорнове розточування:

$$2Z_{1\min} = 2(Rz_0 + D_0 + \sqrt{Tnp_0^2 + E_{y1}^2}) \quad (4.13)$$

Rz_0, D_0, Tnp_0 - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарна просторова похибка кованої заготовки (табл.3).

$Rz_0=100$ мкм; $D_0=150$ мкм; $Tnp_0=400$ мкм;

E_{y1} - похибка установлення при чорновому точінні.

Під час установлення деталі в патрон $E_{y1}=100$ мкм

$$2Z_{1\min} = 2(100 + 150 + \sqrt{400^2 + 100^2}) = 1324,6 \text{ мкм} \quad (4.14)$$

Загальний припуск

$$2Z_{\text{сум}} = \sum_1^i 2Zi_{\text{ном}} = 68 + 141,5 + 435 + 1324,6 = 1969,1 \text{ мкм} \quad (4.15)$$

Приймаємо $2Z_{\text{сум}}=2$ мм.

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_M = \frac{M_{\text{дет}}}{M_{\text{заг}}} = \frac{0,02 \text{ кг}}{0,066 \text{ кг}} = 0,3 \quad (4.16)$$

4.2. Технологічний маршрут виготовлення вісі

№	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, інструмент оброблюваний, контрольний
10	Заготівельна (УЗЗ)	Верстат відрізний
10.1	Відрізати заготовку з прокату Ø 16, довжиною L=42 мм.	Дискова відрізна фреза Ø 100 Р6М5. ШЦЗ.
20	Токарна (УЗЗ)	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, 3-ох кулачковий патрон.
20.1	Торцювати пов. 1 z=2 мм	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1

					КРБ.90.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

20.2	Точити $\varnothing 10g6$ начорно на $L=26$ мм. пов.(2)	Різець упорний правий Т15К6, $V \times H \times L=16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha=7^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\varphi=90^\circ$ ШЦ1
20.3	Точити $\varnothing 10g6$ напівчисто з припуском на шліфування. пов(2)	Різець упорний правий Т15К6, $V \times H \times L=16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha=7^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\varphi=90^\circ$ ШЦ1
20.4	Точити $\varnothing 6$ під різьбу М6 $L=10$ мм. пов(3)	Різець упорний правий Т15К6, $V \times H \times L=16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha=7^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\varphi=90^\circ$ ШЦ1
20.5	Зняти фаску $1 \times 45^\circ$ пов.(4)	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $V \times H \times L=16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha=8^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\varphi=45^\circ$ ШЦ1
20.6	Нарізати різьбу пов.(5) М6-7Н на $l=10$	Різець різьбовий Т16К20, $\beta=60^\circ$, $\alpha=3^\circ$, $V \times H \times L=16 \times 25 \times 140$ мм, ШЦ1, різьбовий калібр
30	Токарна (УЗЗ)	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, 3-ох кулачковий патрон.
30.1	Торцювати пов. 1 $z=2$ мм	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $V \times H \times L=16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha=8^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\varphi=45^\circ$ ШЦ1
30.2	Точити $\varnothing 14h6$ начорно на $L=12$ мм. пов.(2)	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $V \times H \times L=16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha=8^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\varphi=45^\circ$ ШЦ1
30.3	Точити $\varnothing 14h6$ напівчисто з припуском на шліфування. пов(1)	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $V \times H \times L=16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha=8^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\varphi=45^\circ$ ШЦ1
40	Фрезерна (УЗЗ)	Горизонтально-фрезерний верстат 6Н81Г.УДГ.

					<i>КРБ.90.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

40.1	Фрезерувати пов.1 витримавши розмір 10 мм	Дискова відрізна фреза Ø 100 P6M5. ШЦЗ.
40.2	Фрезерувати пов.2 витримавши розмір 10 мм	Дискова відрізна фреза Ø 100 P6M5. ШЦЗ.
50	Шліфувальна (УЗЗ)	Круглошліфувальний верстат 3У10С. 4-ох кулачковий патрон
50.1	Шліфувати Ø10g6 начорно. пов.(1)	Круг ПП 50x16x16 14А F40-50 С2 6 К 35 А 2 2424-83.
50.2	Шліфувати Ø10g6 начисто	Круг ПП 50x16x16 14А F40-50 С2 6 К 35 А 2 2424-83, скоба Ø10g6
50.3	Шліфувати Ø14h6 начорно. пов.(2)	Круг ПП 50x16x16 14А F40-50 С2 6 К 35 А 2 2424-83.
50.4	Шліфувати Ø14h6 начисто	Круг ПП 50x16x16 14А F40-50 С2 6 К 35 А 2 2424-83, скоба Ø14h6
60	Мийна	Мийна машина
60.1	Промити деталь	
70	Слюсарна	Верстак
70.1	Зняти задирки і притупити гострі кромки	
80	Контрольна	Стіл контролера

					<i>КРБ.90.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

4.3. Розрахунок операцій

4.3.1 Токарна операція

Перехід 20.1 Торцювати пов.1 Z=2 мм.

Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t = 2$ мм. Подача табл.. №17 $S=0,3...0,4$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S=0,4$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл.. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{504}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,4^{0,4}} = 288,9 \text{ м/хв} \quad (4.17)$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 288,9}{3,14 \cdot 16} = 5750,4 \text{ об/хв} \quad (4.18)$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B=1600$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 16 \cdot 1600}{1000} = 80,4 \text{ м/хв} \quad (4.19)$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 8 + 2 + 2 = 12 \text{ мм} \quad (4.20)$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ}=8$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 2$

l_3 - перебіг інструменту $l_3=0$

					КРБ.90.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Основний час на виконання переходу

$$t_{01} = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{12}{1600 \cdot 0,4} = 0,02 \text{ хв} \quad (4.21)$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{д1} = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,1 = 0,21 \text{ хв} \quad (4.22)$$

$t_1 = 0,11$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору (табл..26).

$t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1$ хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$T_3 = 0$ хв – заміна різця.

Перехід 20.2 Точити Ø 10g6 начорно на L=26 мм. пов.(2)

Приймаємо глибину різання $t = \frac{16-12}{2} = 2$ мм. (4.23)

Подача табл.№17 $S=0,3...0,4$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S=0,4$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл.. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{327}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} = 179,1 \text{ м/хв} \quad (4.24)$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 179,1}{3,14 \cdot 16} = 3564,8 \text{ об/хв} \quad (4.25)$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B=1600$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_s \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 16 \cdot 1600}{1000} = 80,4 \text{ м/хв} \quad (4.26)$$

					КРБ.90.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 26 + 2 + 2 = 30 \text{ мм} \quad (4.27)$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ}=26$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 2$

l_3 - перебіг інструменту $l_3=0$

Основний час на виконання переходу

$$t_{02} = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{30}{1600 \cdot 0,4} = 0,05 \text{ хв} \quad (4.28)$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{Д2} = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,1 = 0,21 \text{ хв} \quad (4.29)$$

$t_1 = 0,11$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору.

$t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1$ хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$T_3=0$ хв – заміна різця.

Перехід 20.3 Точити Ø10g6 напівчисто з припуском на шліфування. пов(2).

Нехтуючи припуском під шліфування загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t = \frac{d_3 - d}{2} = \frac{12 - 10}{2} = 1 \text{ мм.}$ (4.30)

Подача $S=0,09\dots0,12$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S=0,1$ мм/об.

					<i>КРБ.90.ПЗ</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{327}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,1^{0,35}} = 322,8 \text{ м/хв} \quad (4.31)$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 322,8}{3,14 \cdot 12} = 8566,9 \text{ об/хв} \quad (4.32)$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B=1600$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 12 \cdot 1600}{1000} = 60,3 \text{ м/хв} \quad (4.33)$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 26 + 2 + 1 = 29 \text{ мм} \quad (4.34)$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ}=26$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 1$

l_3 - перебіг інструменту $l_3=0$

Основний час на виконання переходу

$$t_{03} = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{29}{1600 \cdot 0,1} = 0,2 \text{ хв} \quad (4.35)$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{ДЗ} = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,1 = 0,21 \text{ хв} \quad (4.36)$$

$t_1 = 0,11$ хв — допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору.

					КРБ.90.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

$t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1$ хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі. (4.37)

$T_3 = 0$ хв – заміна різця.

Перехід 20.4 Точити Ø 6 під різьбу М6 L=10 мм. пов(З)

Приймаємо глибину різання $t = \frac{10 - 6}{2} = 2$ мм. (4.38)

Подача табл.№17 $S = 0,3 \dots 0,4$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S = 0,4$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{327}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} = 179,1 \text{ м/хв} \quad (4.39)$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 179,1}{3,14 \cdot 16} = 3564,8 \text{ об/хв} \quad (4.40)$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B = 1600$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_s \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 16 \cdot 1600}{1000} = 80,4 \text{ м/хв} \quad (4.41)$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 10 + 2 + 2 = 14 \text{ мм} \quad (4.42)$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ} = 10$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 2$

l_3 - перебіг інструменту $l_3 = 0$

					КРБ.90.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основний час на виконання переходу

$$t_{04} = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{14}{1600 \cdot 0,4} = 0,021 \text{ хв} \quad (4.43)$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{д3} = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,1 = 0,21 \text{ хв} \quad (4.44)$$

$t_1 = 0,11$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору.

$t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1$ хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$T_3 = 0$ хв – заміна різця.

Основний час на виконання операції становить:

$$T_0 = \sum_1^i t_{0i} = 0,02 + 0,05 + 0,2 + 0,021 + 0,04 = 0,331 \text{ хв} \quad (4.45)$$

$$\text{Допоміжний час } T_{д} = 2 \cdot t_y + \sum_1^i t_{\Delta i} = 2 \cdot 0,35 + 0,21 + 0,21 + 0,21 + 0,21 + 0,18 = 1,72 \text{ хв.} \quad (4.46)$$

Для установлення деталей в патрон $t_y = 0,35$

Операційний час $T_{оп} = T_0 + T_{д} = 0,331 + 1,72 = 2,05$ хв (4.30);

Час на обслуговування робочого місця, перерви, відпочинок і природні потреби:

$$T_{об} + T_{п.п} = (2,5 + 4,0) \cdot T_{оп} / 100 = 6,5 \cdot 2,05 / 100 = 0,133 \text{ хв} \quad (4.47)$$

$$\text{Штучний час становить } T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{п.п} = 2,05 + 0,133 = 2,183 \text{ хв} \quad (4.48)$$

Калькуляційний час на виконання операції при виготовленні однієї деталі:

$$T_K = T_{шт} + T_{п.з} / n \quad (4.49)$$

$T_{п.з}$ – підготовчо-завершальний час на партію деталей.

					КРБ.90.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

$$T_{п.з}=10+10+4=24 \text{ хв} \quad (4.50)$$

n – кількість деталей у партії (серії).

Якщо виходити з річної програми 1000 деталей на рік, яка виконується помісячно 10 раз по 100 шт, то

$$T_K=2,183+24/100=2,4 \text{ хв} \quad (4.51)$$

Норма виробітку за 1 год становить:

$$N=60/T_K=60/2,4=25 \text{ деталей} \quad (4.52)$$

4.3.2 Фрезерна операція

Перехід 40.1 Фрезерувати пов.1 витримавши розмір 10 мм

Глибина – $t = 10$ мм, ширина $B=6$ мм.

Визначити геометричні дані інструменту (довідник):

Набір дискових фрез: $D_\phi=100$ мм, число зубців $Z=20$ шт.

Приймаємо $S_z = 0,1$ мм/зуб.

Вибраємо емпіричну формулу (критичної) швидкості різання сталі:

$$V_p = \frac{757 \cdot D_\phi^{0,2}}{T^{0,35} \cdot t^{0,3} \cdot S_z^{0,4} \cdot B^{0,1}} = \frac{757 \cdot 100^{0,2}}{60^{0,35} \cdot 10^{0,3} \cdot 0,1^{0,4} \cdot 6^{0,1}} = 477,5 \text{ м/хв} \quad (4.53)$$

де $T = 30$ хв. – стійкість фрези;

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000V_p}{\pi D_\phi} = \frac{1000 \cdot 477,5}{3,14 \cdot 100} = 1520,7 \text{ об/хв} \quad (4.54)$$

Узгодити n_p з паспортними характеристиками верстату 6Н81Г і приймаємо

$n_B=1500$ об/хв.

Тоді дійсна швидкість обертання:

$$V_d = \frac{\pi D_\phi n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 1500}{1000} = 471 \text{ м/хв} \quad (4.55)$$

Визначаємо хвилинну подачу:

$$S_{XB} = S_z \cdot n_B \cdot Z$$

$$S_{XB} = 0,1 \cdot 1500 \cdot 20 = 3000 \text{ мм/хв} \quad (4.56)$$

					<i>КРБ.90.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Приймаємо $S_{\text{хв}}=1020$ мм/хв

Розрахункова довжина обробки :

$$L_p=L_d+L_1+L_2;$$

$$L_p=10+3+33=46 \text{ мм} \quad (4.57)$$

де $L_1 = 2 \dots 3$ мм – підвід інструменту,

$L_2 = 33$ – врізання і перебіг залежить від типу фрези

Основний час на перехід 40.1

$$T_o = L_p / S_{\text{хв}}$$

$$T_o = \frac{46}{1020} = 0,045 \text{ хв} \quad (4.58)$$

Допоміжний час:

$$t_y=t_{y1}+t_{y2} \quad (4.59)$$

$t_{y1}=0,17$ хв (табл..37) час на установлення деталі.

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

$$t_y=0,17+0,1=0,27 \text{ хв} \quad (4.60)$$

Перехід 40.2 Фрезерувати пов.1 витримавши розмір 10 мм

Глибина – $t = 10$ мм, ширина $B=6$ мм.

Визначити геометричні дані інструменту (довідник):

Набір дискових фрез: $D_\phi=100$ мм, число зубців $Z=20$ шт.

Приймаємо $S_z = 0,1$ мм/зуб.

Вибраємо емпіричну формулу (критичної) швидкості різання сталі:

$$V_p = \frac{757 \cdot D_\phi^{0,2}}{T^{0,35} \cdot t^{0,3} \cdot S_z^{0,4} \cdot B^{0,1}} = \frac{757 \cdot 100^{0,2}}{60^{0,35} \cdot 10^{0,3} \cdot 0,1^{0,4} \cdot 6^{0,1}} = 477,5 \text{ м/хв} \quad (4.61)$$

де $T = 30$ хв. – стійкість фрези;

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000V_p}{\pi D_\phi} = \frac{1000 \cdot 477,5}{3,14 \cdot 100} = 1520,7 \text{ об/хв} \quad (4.62)$$

Узгодити n_p з паспортними характеристиками верстату 6Н81Г і приймаємо

$n_B=1500$ об/хв.

					КРБ.90.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Тоді дійсна швидкість обертання:

$$V_d = \frac{\pi D_\phi n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 1500}{1000} = 471 \text{ м/хв} \quad (4.63)$$

Визначаємо хвилинну подачу:

$$S_{XB} = S_z \cdot n_B \cdot z$$

$$S_{XB} = 0,1 \cdot 1500 \cdot 20 = 3000 \text{ мм/хв} \quad (4.64)$$

Приймаємо $S_{XB} = 1020 \text{ мм/хв}$

Розрахункова довжина обробки :

$$L_p = L_d + L_1 + L_2;$$

$$L_p = 10 + 3 + 33 = 46 \text{ мм} \quad (4.65)$$

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

$L_2 = 33$ – врізання і перебіг залежить від типу фрези

Основний час на перехід 40.2

$$T_o = L_p / S_{XB}$$

$$T_o = \frac{46}{1020} = 0,045 \text{ хв} \quad (4.66)$$

Допоміжний час:

$$t_y = t_{y1} + t_{y2},$$

$t_{y1} = 0,17 \text{ хв}$ (табл..37) час на установаження деталі.

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

$$t_y = 0,17 + 0,1 = 0,27 \text{ хв.} \quad (4.67)$$

Основний час на перехід

$$T_o = \sum_1^i t_{oi} = t_{o1} + t_{o2} = 0,045 + 0,045 = 0,09 \text{ хв} \quad (4.68)$$

Допоміжний час

$$T_d = t_y + \sum_1^i t_{\Delta i} = 0,43 + 0,27 + 0,27 = 0,97 \quad (4.69)$$

Допоміжний час, пов'язаний з переходом, для верстатів з довжиною стола 1800 мм, автоматичним переміщенням, установленою на розмір, $t_d = 0,43 \text{ хв}$.

					КРБ.90.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Оперативний час: $T_{оп} = T_o + T_d$

$$T_{оп} = 0,09 + 0,97 = 1,06 \text{ хв} \quad (4.70)$$

Штучний час: $T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пер}$ (4.71)

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

$$T_{шт} = 1,06 + 0,045 \cdot 1,06 + 0,06 \cdot 1,06 = 1,2 \text{ хв} \quad (4.72)$$

Калькуляційний час:

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n} \quad (4.73)$$

$T_{пз}$ – підготовчо-завершувальний час, що згідно з табл.36 визначається як сума часу налагодження верстата (при кріпленні в лещатах з двома болтами кріплення – 14,7хв) та на одержання наряду, інструментів, пристроїв - 7хв

$$T_{пз} = 14,7 + 7 = 21,7 \text{ хв} \quad (4.74)$$

Тоді

$$T_k = 1,2 + 1,2/100 = 1,21 \text{ хв} \quad (4.75)$$

Норма виробітку (кількість деталей за год.):

$$N = \frac{60}{T_k}$$

За формулою визначаємо

$$N = 60/1,21 = 49 \text{ деталей} \quad (4.76).$$

					<i>КРБ.90.ПЗ</i>	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Монтаж, експлуатація, обслуговування та ремонт машини.

Виробниче устаткування є найважливішою складовою основних активів підприємств харчової промисловості, воно визначає їх техніко-виробничий потенціал. Тому питання монтажу, технічного обслуговування, експлуатації та ремонту повинні залучати постійну увагу обслуговуючого персоналу.

Встановлення, налаштування, технічне обслуговування та ремонт пакувальної машини проводяться згідно з технічним описом та інструкцією експлуатації.

10.1. Монтаж

Монтажу передують підготовка фундаментної площадки, яка повинна бути горизонтальною. Площадка під установку обладнання повинна мати:

1. Підвід напруги від електромережі;
2. Підвід від цехового контуру заземлення;
3. Покриття підлоги, яке забезпечує добрий злив відходів;
4. Стік, який забезпечує природний відвід брудної води в системі.

Перед або негайно після завершення процесу завантаження рекомендується зафіксувати машину, щоб уникнути непередбачуваного зсуву або зміни її положення без волі оператора.

Для забезпечення належного обслуговування автомата рекомендується забезпечити достатній вільний простір навколо нього. Крім того, базова поверхня плити станини повинна бути рівною та горизонтальною для забезпечення стабільності та правильної роботи автомата.

Навіть у випадку незначних змін у розташуванні машини, рекомендується відключити її від усіх зовнішніх джерел енергії. Перед запуском та введенням в роботу, впевніться, що машина належним чином підключена до електричної мережі.

10.2 Експлуатація та обслуговування обладнання

Машинна повинна бути заземлена після включення електричного живлення.

					КРБ.90.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб</i>		<i>Ясичев В.В.</i>			МОНТАЖ	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів.</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Кривошляк-Володіна Л.О.</i>					1	2
<i>Реценз.</i>						НУХТ ПМ-4-1		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

Перед початком зміни:

1. Провести зовнішній огляд пристрою;
2. Підготувати робоче місце, прибрати всі зайві предмети;
3. Провести пробний пуск окремими циклами і пропрацювати на холостому ході 2 - 3 хв. При необхідності провести регулювання.
4. Налаштувати бокові напрямні на потрібну ширину.

Протягом зміни:

1. Спостерігати за роботою робота;
2. Усунути неполадки на протязі зміни;
3. Своєчасно подавати продукт для дозування, з метою зменшення пауз - простоїв.
4. Контролювати чистоту елементів машини.

Після робочої зміни:

1. Очистити робочі поверхні робота від крихт.
2. Поверхнево оглянути вузли робота.
3. Від'єднати від електромережі.

10.3 Ремонт обладнання

Від своєчасного і правильного технічного обслуговування залежить якість і довговічність роботи обладнання. Тому при експлуатації машини необхідно суворо виконувати вимоги і рекомендації.

Шозмінний технічний догляд проводити у відповідності з пунктами обслуговування обладнання.

Щонедільний механічний догляд:

1. Перевірити і попідтягувати усі кріпленні деталі;
2. Перевірити і відрегулювати натяг ланцюгів конвеєра;
3. Перевірити герметичність з'єднань повітропроводів пневмосистеми;
4. Провести змащення деталей.

Щомісячна профілактика :

1. Перевірити опори робота на стійкість.
2. Підтягнути різьбові з'єднання.
3. Прочистити машину від мастила, бруду.
4. Змити стару змазку і заново змастити елементи, в яких відбувається тертя.

					КРБ.90.ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

6. Охорона праці

У теперішній час діє Закон “ Про охорону праці”, який складається з преамбули та 8 розділів: “Загальні положення”, “Гарантії прав громадян на охорону праці”, “Організація охорони праці”, “Організація охорони праці на виробництві”, “Стимулювання охорони праці”, “ Державні міжгалузеві та галузеві нормативні акти про охорону праці”, “Державне управління охороною праці”, “ Державний нагляд і громадський контроль за охороною праці”, “Відповідальність працівників за порушення законодавства про охорону праці”. Закон України «Про охорону праці» — це самостійна гілка в законодавстві України про працю. Закон визначає основні положення конституційного права громадян на охорону життя і здоров'я в процесі трудової діяльності, регулює відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці, а також встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Інструктажі з охорони праці проводяться з усіма працівниками підприємства.

Організація навчання безпеки праці. Інструктажі підрозділяються на:

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

Вступний інструктаж проводиться з усіма працівниками, щойно прийнятими на роботу (постійну або тимчасову).

					КРБ.90.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб</i>	<i>Ясичев В.В.</i>				<i>Охорона праці</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів.</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Кривошляк-Володіна Л.О.</i>						1	2
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								
						<i>НУХТ ПМ-4-1</i>		

Вступний інструктаж проводить спеціаліст з охорони праці або людина, призначена наказом для проведення цієї роботи. Місце проведення вступного інструктажу - кабінет охорони праці або обладнане наочними матеріалами інше приміщення. Програму та тривалість інструктажу затверджує керівник підприємства.

Первинний інструктаж проводиться на робочому місці до початку роботи з новоприйнятим працівником або працівником, який буде виконувати нову для нього роботу;

Програма первинного інструктажу розробляється керівником цеху чи дільниці, узгоджується зі службою охорони праці і затверджується керівником підприємства, навчального закладу або їх відповідного структурного підроз- ділу.

Повторний інструктаж проводять на робочому місці із усіма працівниками: на роботах із підвищеною небезпекою - один раз на квартал; на інших роботах - один раз на півріччя. Проводиться індивідуально або з групою працівників, що виконують однотипні роботи, за програмою первинного інструктажу в повному обсязі.

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці:

- при введенні в дію нових або змінених нормативних актів про охорону праці;
- при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації устаткування, приладів та інструментів, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на охорону праці;
- при порушенні працівником нормативних актів, що може призвести до травми, отруєння або аварії; на вимогу працівника органу державного нагляду або вищої державної чи господарської організації при виявленні недостатнього знання працівником безпечних прийомів праці і нормативних актів про охорону праці;

					КРБ.90.ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- при перерві в роботі виконавця робіт більше ніж 30 календарних днів (для робіт з підвищеною небезпекою), а для решти робіт - понад 60 днів.

Цільовий інструктаж проводять із працівниками:

- при виконанні разових робіт, що не пов'язані безпосередньо зосновними роботами працівника;
- при ліквідації наслідків аварії і стихійного лиха;
- при виконанні робіт, що оформляються нарядом-допуском, письмовим дозволом та іншими документами;
- у разі екскурсій або організації масових заходів з учнями та вихованцями (походи, спортивні заходи тощо).

Цільовий інструктаж фіксується нарядом-допуском або іншою документацією, що дозволяє проведення робіт.

Стан умов праці у цеху наведено у таблиці 6.1. Таблиця 6.1 - Стан умов праці на підприємстві

№	Показники	2010	2011	2011 до 2010 у %
1	Чисельність працівників, усього, в тому числі жінок	6	6	100
2	Зайнято в умовах, що не відповідають вимогам санітарно-гігієнічних норм, чол. в тім числі жінок, чіл.	0	0	-
3	Чисельність працівників, зайнятих на важких фізичних роботах, всього, чол., в тому числі жінок, чіл.	0	0	-

Арк.

КРБ.90.ПЗ

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

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, втім 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., - втім числі пройшли навчання та перевірку знань, чол.	1 1 1	1 1 1	100 100 100
8	Кількість працівників, які повинні пройти навчання й перевірку знань по охороні праці в комісії: 1-го рівня, чол., в тому числі пройшли навчання та перевірку знань, чол.	1 1	1 1	100 100
КРБ.90.ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Арк.

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

Керування охороною праці в цеху здійснює її керівник. Для організації роботи з охорони праці створено службу охорони праці. Служба охорони праці організації підкоряється безпосередньо керівникові організації або з його доручення одному з його заступників.

Служба здійснює свою діяльність у взаємодії з іншими підрозділами організації, уповноваженими особами по охороні праці професійних союзів або інших уповноважених працівниками представницьких органів, службою охорони праці вищестоящої організації.

					КРБ.90.ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Працівники Служби у своїй діяльності керуються законами й іншими нормативними правовими актами про охорону праці, угодами (генеральним, регіональним, галузевим), колективним договором, угодою по охороні праці, іншими локальними нормативними правовими актами організації.

Фінансування охорони праці роботодавцем. Фінансування профілактичних заходів з охорони праці, загальнодержавної, галузевих та регіональних програм покращення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, інших державних програм, спрямованих на попередження нещасних випадків та професійних захворювань, вимагається, в порядку виконання з іншими джерелами фінансування, визначеними законодавством, у державному порядку. і місцевих бюджетах.

Для підприємств, незалежно від форм власності, або фізичних осіб, які використовують найману працю, витрати на охорону праці становлять не менше 0,5 відсотка від суми реалізованої продукції. На підприємствах, що утримуються за рахунок бюджету, витрати на охорону праці передбачаються в державному або місцевих бюджетах і становлять не менше 0,2 відсотка від фонду оплати праці. Суми витрат з охорони праці, що належать до валових витрат юридичної чи фізичної особи, яка відповідно до законодавства використовує найману працю, визначаються згідно з переліком заходів та засобів з охорони праці, що затверджується Кабінетом Міністрів України.

Витрати виробництва: матеріальні затрати на удосконалення технологій та організацію виробництва, винахідництво та раціоналізацію, підтримку основних виробничих фондів у робочому стані, утримання засобівколективного захисту.

На підприємстві кошти вказаного фонду використовуються тільки на виконання заходів, що забезпечують доведення умов і безпеки праці до нормативних вимог або підвищення існуючого рівня охорони праці на виробництві.

					КРБ.90.ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Кошти галузевих і державного фондів охорони праці витрачаються на здійснення галузевих і національних програм з питань охорони праці, науково-дослідних і проектно-конструкторських робіт, що виконуються в межах цих програм, на сприяння становленню і розвитку спеціалізованих підприємств та виробництв, творчих колективів, науково-технічних центрів, експертних груп, на заохочення трудових колективів і окремих осіб, які пліднопрацюють над розв'язанням проблем охорони праці.

До шкідливих та небезпечних факторів, які існують у відділенні, депрацює фасувально-пакувальний апарат, відносяться наступні:

- електрична безпека;
- безпека пожежі;
- безпека механічного пошкодження та отримання травми.

Мікроклімат виробничих приміщень, в основному, впливає на тепловий стан організму людини та її теплообмін з навколишнім середовищем.

Норми виробничого мікроклімату встановлені системою стандартів безпеки праці "Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони" і СНП 2.24.548-96 "Гігієнічні вимоги до мікроклімату виробничих приміщень". Вони єдині для всіх виробництв і всіх кліматичних зон з деякими незначними відступами.

Людина працездатна і відчуває себе добре, якщо температура навколишнього повітря знаходиться у межах 18...22°C, відносна вологість складає 40...60 %, а швидкість руху повітря - 0,1...0,3 м/с.

У виробничому приміщенні дільниці температура повітря в холодний період року підтримується штучно водяною системою опалення, регулюється централізовано, і коливається близько 18...21°C. У теплий період року температура складає приблизно 23°C та регулюється за допомогою централізованої вентиляційної установки з регуляцією

					КРБ.90.ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

швидкості переміщення і вологості повітря, яка змінюється в межах 50...55%, що відповідає норму ГСН3.3.6.042-99.

Виробниче приміщення цеху має II клас за температурно-зволожувальними характеристиками, а також III клас чистоти атмосфери (по ОСТП.ПО.050.001-73). Параметри повітря робочої зони відповідають вимогам СНП 2.04.05-84 і ГСН 3.3.6.042-99.

Машина експлуатується у закритому приміщенні при температурі від +5°C до +35°C при вологості 35...90% (без осідання вологи).

У робочій зоні оператора машини необхідно підтримувати наступні параметри мікроклімату:

- холодний період року: температура повітря +16...+19°C, відносна вологість повітря - 40.. .60%, швидкість руху повітря - не більше 0,2 м/с;

- теплий період року: температура повітря +20...+22°C, відносна вологість повітря - 40.. .60%, швидкість руху повітря - не більш 0,3 м/с;

- атмосферний тиск (1000±40) Па (750±30) мм рт. ст.

- загальне освітлення приміщення - не менше 750 лк.

Приміщення обладнане системами опалення відповідно до СНП 2.04.05-91.

Вентиляція виробничих приміщень є ефективним засобом підтримки чистоти повітря й профілактики захворювань. Вона також повинна забезпечувати теплову рівновагу організму з навколишнім середовищем. Для підтримки необхідних параметрів повітряного середовища у виробничих приміщеннях існують різні системи вентиляції, які диференціюють: по способу надходження повітря (природний та штучний), місцю дії (місцеве й загальне), призначенню (приточна, витяжна, приточно-витяжна).

Виробничі приміщення харчових підприємств обладнують системами турбулентної й ламінарної вентиляції.

					КРБ.90.ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

При турбулентному потоці очищене повітря містить до 1000 часток в 1 л, при подачі повітря ламінарним потоком по всьому обсязі приміщення зміст часток у повітрі в 100 разів менше.

Показниками вентиляції є обсяг і кратність повітрообміну. Обсяг вентиляційного повітря розраховують по вмісту вуглекислоти, як непрямого показника чистоти повітря в приміщенні.

У цьому випадку ціль вентиляції забезпечити вміст вуглекислоти, не перевищуючу норму (0,1 %).

Кратність показує, скільки разів повітря в приміщенні обмінюється протягом години.

Одним з видів механічної вентиляції є кондиціонування - створення у виробничих приміщеннях повітряного середовища із заданими параметрами. Для освітлення дільниць слід застосовувати лампи розжарювання у вибухозахисній арматурі. Розподільні електрошафи, вимикачі, штепсельні розетки і запобіжники слід розташовувати поза дільницею.

Дільниця площею 56 м² освітлюється 12-ма світильниками з лампамиЛДЦ40 з двома лампами в кожному.

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

Гігієнічну оцінку вібрації, що діє на людину у виробничих умовах,згідно здійснюють за одним з наступних методів:

- частотним (спектральним) аналізом нормованого параметра;
- інтегральною оцінкою за частотою нормованого параметра;
- дозою вібрації.

Для зниження вібрацій застосовується динамічне віброгасіння. Динамічне віброгасіння досягається встановленням агрегату на масивному фундаменті. Маса фундаменту підбирається таким чином, щоб амплітуда коливань підосви фундаменту не перевищувала 0,1...0,2 мм.

					КРБ.90.ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Для досягнення цих цілей установка встановлена на фундаменті, товщина якого складає 350 мм та на гумових опорах.

Виробничим шумом називається шум на робочих місцях, на ділянках або на територіях підприємств, котрий виникає під час виробничого процесу. Граничні величини шуму на робочих місцях регламентуються. В ньому закладено принцип встановлення певних параметрів шуму, виходячи з класифікації приміщень за їх використанням для трудової діяльності різних видів. Основними джерелами шуму на ділянці є фасувальна машина та вентиляційне устаткування. Параметри звукового тиску наведено у таблиці 2.

Таблиця 2
Рівні звукового тиску

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

Основним методом боротьби з шумом від обладнання, що працює в виробничому приміщенні, є шумопогливні захисні кожухи. Ці кожухи, в свою чергу, оздоблені шумопоглинаючими матеріалами (пінопласт, склотканина). Але і об'єм приміщення відіграє немаловажне значення в боротьбі з шумом. При роботі машини рівень звукового тиску рівномірно розподіляється по всьому об'єму і не викликає у працівників ніяких незручностей. Рівень виробничого шуму можна орієнтовно зумовити. Рівень людської мови має рівень звуку приблизно 70 дБА. Якщо у виробничому приміщенні можна спокійно розмовляти, то рівень шуму не перевищує 65...70 дБА. Отже можна зробити висновок, що рівень шуму сягає 70...80 дБА. Цей показник не перевищує допустимий рівень шуму для виробничих приміщень (80 дБА).

					КРБ.90.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На ділянці не встановлено посудин, які працюють під тиском.

По всій довжині виробничого приміщення знаходяться вікна, які починаються на висоті 1,5 м від підлоги. Висота вікон становить 2 м. Стіни пофарбовано масляною фарбою. Стеля побілена крейдяним розчином білого кольору. Підлога виконана з зі зносостійкого армобетону, неслизька, щільна, легко очищується.

Не зважаючи на передбачені конструкцією заходи, при експлуатації машини існує ризик травмування, що пов'язаний з роздавлюванням або пораненням при фасуванні.

Машину необхідно використовувати тільки у технічно бездоганному стані, а також у відповідності з призначенням. Терміново усувати неполадки, що можуть відбитися на безпеці оператора.

Використання установки для непередбачених конструкцією видів робіт недопустиме. Зараз безпека праці забезпечується за рахунок:

1) Вмикання машини двома руками (метод зайнятості двох рук). Включення механізму відбувається двома руками. Відпускання кнопок (ручок), або хоч однієї з них веде до негайної зупинки. Подальше закінчення циклу можливе після повного відпускання обох кнопок. Машину неможливо включити, якщо кнопки натиснуті неодноразово — з інтервалом більш 0,5 с.

2) Наявності світлової завіси перед зоною фасування із застосуванням інфрачервоних променів, які, будучи невидимими, не сліплять очей оператора.

Інфрачервоний захист забезпечує безпечну роботу на машині, зупиняючи процес фасування при потраплянні рук оператора в небезпечну зону.

Інфрачервоні промені світлодатчика утворюють світловий заслін небезпечної зони і попадають на фотодіоди світлоприймача. Якщо всі фотодіоди освітлені, то утворюється електричний ланцюг для нормальної роботи машини.

					КРБ.90.ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Якщо хоча б один інфрачервоний промінь перекритий, то ланцюг дозволу обертання валиків обривається.

При цьому включити машину на робочий хід неможливо, а якщо в цей час відбувається процес фасування, то установка зупиниться, а балка притискача підніметься у верхнє положення. Фасування можна продовжити тільки після відпускання кнопок і повторного їх натискання.

3) Вмикання машини тільки на один цикл.

Наявність ефективного швидкодійного гальма на привідному валу механізму. Електромагнітне гальмо, може бути колодковим або у вигляді комбінованої електромагнітної муфти – гальма. Колодкове гальмо використовувалось у вигляді спеціального механізму, що має привід від електромагніта. В останніх моделях установок гальмо змонтовано з електромагнітною муфтою у вигляді одного вузла і спрацьовує автоматично після закінчення фасування [2].

Всі установки використовують гальмо так званого "нормально закритого типу", тобто увесь час механізм знаходиться в загальмованому стані, тільки при включенні механізму на робочий хід він розгальмовується і знову повертається у своє положення після прокручення валика.

5. Наявність спеціального пристосування для полегшення знімання і установки валиків забезпечує безпечну, швидку і зручну заміну валиків.

6. Аварійний вимикач.

7. Огородження приводу попереджує можливість потрапляння одягу або частин тіла оператора у клинопасову передачу

Фасувально-пакувальна дільниця відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою поразки людей електричним струмом через дві умови: підвищену небезпеку струмопровідної бетонної підлоги і можливість дотику до струмопровідних частин за наявності на них напруги.

					КРБ.90.ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Клас зони приміщення по ПУЕ - П-II А (Клас П-IIа - зони приміщень, в котрих є тверді або волокнисті горючі речовини. Горючий пил і волокна не виділяються)

Згідно для забезпечення захисту від випадкового дотику до струмоведучих частин за наявності в них напруги застосовуються такі методи захисту:

- захисна оболонка (ізоляція);
- захисні огорожі (при використуванні високовольтної лінії);
- безпечне розташування струмопровідних частин;
- захисне відключення апаратури;
- засоби сигналізації, що вказують на стан устаткування, положення органів управління, про порушення робочих режимів, аварії.

Для захисту від ураження працюючого персоналу електричним струмом при дотику до струмоведучих частин використовують ізоляцію робочого місця, заземлення, занулення, засоби індивідуального захисту (діелектричні килимки, рукавички, спецвзуття).

При використанні електроприладів у виробничому приміщенні виконуються всі правила техніки безпеки. У випадку зникнення струму установку оснащено запобіжним пристроєм. Розмикаються всі контактори, внаслідок чого відключаються всі приводні механізми. У випадку перевантаження електродвигунів понад певний проміжок часу включається термозахист. Це веде до відключення всіх електродвигунів відповідної машини. На випадок перевантаження в ланцюгах керування всі керуючі ланцюги захищені окремими запобіжниками. У разі виходу з ладу одного з електроприладів машина зупиняється, і на сенсорній панелі з'являється відповідне повідомлення.

					КРБ.90.ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

На підприємствах харчової промисловості у процесі виробництва застосовуються легкозаймисті матеріали: папір, синтетичні плівки, фарби, а також рідини, які легко займаються.

При роботі на фасувально-пакувальній машині використовують лише синтетичні плівки, а при обслуговуванні машини - уайт-спірит та мастильні матеріали. Згідно з ОСТ 29.12.0.004-82. та СНіП 2.09.09-85 фасувальна машина відповідає вимогам протипожежної безпеки.

Система попередження пожеж включає два основних напрямки: запобігання формуванню горючого середовища і виникненню в цьому середовищі (чи внесенню в нього) джерела запалювання.

Встановлюється порядок сумісного зберігання речовин та матеріалів. Вимоги щодо їх сумісного зберігання сформульовані на підставі кількісного врахування показників пожежної небезпеки, токсичності, а також однорідності засобів пожежогасіння.

В залежності від того, до якого розряду відносяться речовини та матеріали, визначаються умови їх зберігання.

Виробниче приміщення згідно НАПББ03-002-07 відноситься до категорії «В» (пожежонебезпечні). У приміщенні використовуються: горючі речовини і матеріали. Первинними засобами пожежогасіння є прилади ручної дії, які застосовуються для гасіння пожежі на початку його виникнення. До цих засобів відносять: вогнегасники, ящики з піском і азбестові тканини. Найпоширенішим засобом пожежогасіння є вода. У виробничих приміщеннях, згідно з вимогами СНІП 2.04.02-84 та СНІП 2.04.01-85, знаходиться внутрішній протипожежний водопровід, який постачається від зовнішньої мережі. Необхідний тиск води створюється стаціонарними пожежними насосами, котрі забезпечують подавання компактних струменів на висоту не менше 10 м або рухомими пожежними мотопомпами, що забирають воду із гідрантів

					<i>КРБ.90.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Крани розміщені на стінах на висоті 1,35 м від підлоги і знаходяться в дерев'яних шафах з написом "Пожежний кран".

Витрати води на внутрішню пожежогасінню у виробничих будівлях, залежно від категорії, визначені по таблиці 3.

Об'єм приміщення:

$$V = LBH = 20 \cdot 3 \cdot 4 = 240 \text{ м}^3;$$

Тому мінімальна витрата води складає 5 л/с.

Висота контактної частини пожежного струменя визначається висотою виробничого приміщення (4,2 м). Нормовані витрати води на внутрішнє гасіння пожежі наведено у таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 - Витрати води на внутрішнє гасіння пожежі

Ступінь вогнестійкості будівлі	Категорія будівлі по пожежній небезпеці	Мінімальні витрати води, л/с, на один струмінь в будівлях об'ємом м ³		
		5...50	50...200	200...400
1 та 2	АБВ		5	5

Витрати води складають не менше 30 л/с.

У якості засобів гасіння пожеж широко використовуються вогнегасники. Для гасіння пожеж, які лише починаються, використовують хімічні вогнегасники ВПХ-10, ВВ-8 та ВП-2М.

Кількість вогнегасників розраховується в залежності від площі виробничого приміщення з розрахунку 1 вогнегасник на 100м². На друкарській ділянці кількість вогнегасників буде складати $n = S/100 = 20 \cdot 3 / 100 = 0,6$ шт. В наявності є 2 штуки.

Вогненебезпечні та відпрацьовані матеріали зберігаються в спеціальних металевих ящиках.

На стелі виробничого приміщення знаходяться димові сигналізатори системи ДИ-1, які реагують на підвищення диму в цеху.

Для первинного гасіння пожежі створена і успішно діє добровільна пожежна дружина кількістю 5 людей, які пройшли інструктажі та оснащені первинними засобами пожежогасіння.

					КРБ.90.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В коридорах на стінах розвішані плани евакуації робітничого персоналу на випадок пожежі.

На території ділянки та допоміжних приміщень розвішані плакати і інструкції з протипожежної безпеки, проводяться профілактичні лекції.

Усі працівники при прийнятті на роботу і щорічно за місцем роботи проходять інструктажі з питань пожежної безпеки. Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктажу і перевірки знань з питань пожежної безпеки, заборонено.

Для покращення умов охорони праці на ділянці можна висунути наступні пропозиції:

- для видалення осілого пилу з устаткування найбільш доцільно використовувати пересувні вакуумні пилозбирачі;

для зниження рівня шумів рекомендується виконувати наступні вимоги: двигуни встановлювати на ізолюючі підкладки й закривати звукоізолюючими кожухами; зовнішні кільця підшипників необхідно встановлювати в текстолітові або капронові втулки, запресовані в корпус; стежити за врівноваженістю валів і голівок; стежити за нормальною роботою зубчастих і пасових передач; при роботі вузлів тертя перевіряти їхнє радіальне биття, застосовувати демпфуючі шайби й пружинні віброгасники;

- з метою економії теплової енергії необхідно впроваджувати вентиляційні системи багаторазового використання повітря.

					КРБ.90.ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВИСНОВКИ

В процесі виконання кваліфікаційної роботи, здійснено аналіз конструкцій систем дозувально-фасувального типу, які можна використовувати в пакувальних машинах для хлібопекарських виробів, розроблено робот-маніпулятор для декорування кексів і мафінів сиропами, продуктивністю 1400 кг/год .

Під час розрахунків дозувальної системи, враховано форму робочого каналу продуктопроводу та форму робочого каналу для підведення продукту, що подається на поверхню хлібопекарських виробів. Розраховано підвідний ланцюговий конвейєр для випічки із можливістю позиціювання кексів і мафінів на етапі нанесення сиропу.

Під час збільшення часу процесу дозування, стиснене повітря в продуктивній лінії стабілізується, а точність дозування продукту значно покращується.

Стаціонарний режим визначається швидкістю і тиском повітря, які залишаються постійними під час роботи установки з урахуванням способу транспортування. Швидкість повітря і тиск на вході є основними умовами для початку етапу відбору (видавлювання) дози продукту.

Результати зміни тиску на вході та виході продуктопроводу показали, що за рахунок внутрішніх коливань тиску 20 Гц за 1 цикл подачі тиску.

Враховуючи мету проведених досліджень, яка також враховує фізичне моделювання процесу ерліфтного дозування рідких та малов'язких харчових продуктів. визначено вихідні умови для подальшої розробки та дослідження роботи функціонального мехатронного модуля ерліфтного дозування без клапанів відсікання дози та елементів трубопроводної арматури. Так, зокрема, похибка точності дозування при використанні ступінчастого закону керування

					<i>КРБ.90.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб</i>	<i>Ясичев В.В.</i>				<i>ВИСНОВКИ</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів.</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Кривопляс-Володіна Л.О.</i>						1	2
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ ПМ-4-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

зміною тиску в системі дозаторів становить 0,8% від заданої дози 50 мл; а при використанні ступінчастого закону регулювання зміни тиску в системі дозаторів становить 0,3%.

Отримані результати роботи над проектом, дозволяють шляхом фізичного моделювання отримати вихідні параметри для математичних досліджень, описати залежність основних кінематичних параметрів дозування продукту та спрогнозувати падіння та компенсацію тиску в системі дозатора. Відсутність повних експериментальних даних для інших типів унеможливила проведення більш детального аналізу ефективності розробленої конструкції функціонального мехатронного модуля ерліфтного рушія та методики його розрахунку. Особливо це буде актуально для змішування продуктів (суспензій, емульсій) з частинками різного діаметру (до 1 мм і більше), для яких кривизна робочого каналу в діаметральному перерізі продуктопроводу може стати умовою для впливу на точність дозування.

В результаті розрахунків, знайдено оригінальні конструкції, розраховано основні кінематичні параметри, розроблено креслення основних вузлів. Проведені розрахунки доводять доцільність впровадження розроблюваної машини на підприємствах харчової промисловості.

Даний робота-маніпулятора для декорування кексів і мафінів сиропами, продуктивністю 1400 кг/год, відрізняється від існуючих аналогів вищою продуктивністю, надійністю в роботі, простотою конструкції та обслуговуванням.

Результати роботи над проектом, показали що об'єм краплі збільшувався зі збільшенням тиску повітря, ходу голки та розміру сопла, поки не з'явився потік або краплі-супутники. З іншого боку, було виявлено, що дуже мале значення цих параметрів призводить до адгезії або мікроточок. Для рідини з високою в'язкістю слід вибрати велике сопло та об'єм голки, щоб отримати краплі заданого розміру.

					<i>КРБ.90.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Канно, Т.; Хасегава, Т.; Міядзакі, Т.; Ямамото, Н.; Харагучі, Д.; Кавасіма, К. (2018). Розробка тарілчастого пневматичного сервоклапана. *апл. Sci.*, 8, 2094. doi: <https://doi.org/10.3390/app8112094>
2. Соколенко А.І., Піддубний В.А., Особливості трансформації енергоматеріальних потоків у закритих циркуляційних контурах - .2017. - Наукові праці НУХТ. - Вип.-.23,- № 3. – С.101-106
3. Aboulhassan, M., Souabi, S., Yaacoubi A., Vaudu, M., (2006), Видалення поверхнево-активної речовини з промислових стічних вод шляхом коагуляційної флокуляції, *Міжнародний журнал екологічних наук і технологій*, Vol. 3, № 4, стор.327-332. doi: <https://doi.org/10.1007/BF03325941>
4. Raheman, Nifjur & Jindal, V. (2001). Оцінка швидкості твердого тіла у вертикальному пневмотранспорті сільськогосподарського зерна. *Прикладна інженерія в сільському господарстві*, 7, 233–245. doi: 10.13031/2013.6903
5. Lammerink, S.J.. (1993). Інтегрована система дозування мікрорідин Березень 1993 Джерело Конференція IEEE Xplore: Мікроелектромеханічні системи, 1993, MEMS '93, Доповіді Дослідження мікроструктур, датчиків, приводів, машин і систем. IEEE. Т. 12, № 4, 254–264.
doi: <https://doi.org/10.1109/MEMSYS.1993.296913>
6. Goubej та M. Schlegel, M. (2017) Надійне ПД-регулювання електричного приводу з відповідним навантаженням, у матеріалах 19-го Всесвітнього конгресу IFAC, Кейптаун, SA, стор. 11 781–11 786.
doi:<https://folk.ntnu.no/skoge/prost/proceedings/ifac2014/media/files/1006.pdf>
7. Кривопляс-Володіна Л., Гавва О., Деренівська А. (2018). Оптимізація синтезу пакувальних машин за критеріями ефективності. *Наукові праці НУХТ 2018. Процеси та обладнання харчових виробництв. Том 24, Випуск 5*, 115-124.
URL:https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/10757/3/NUFT_2018_24%285%29_Zmist.pdf
8. Яцун С Ф 2008 Динамічні режими руху клапана прецизійного дозатора рідких середовищ Із вузів Серія Машинобудування 2008 No8 С 37-48URL: <https://istina.msu.ru/journals/95077/?p=2>

					КРБ.90.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Літ.	Арк.	Аркушів.
Розроб	Ясичев В.В.						1	3
Перевір.	Кривопляс-Володіна Л.О.							
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.								НУХТ ПМ-4-1

9. Тао Чжан, Чао-хай Вей, (2019). Досягнення в аналізі характеристик, методах вимірювання та моделюванні динаміки потоку в ерліфтних реакторах. Наука про навколишнє середовище Хімічна інженерія та обробка - Інтенсифікація процесу, 113-118. doi: <https://doi.org/10.1016/J.CEP.2019.107633>

10. Чжан П., Робертс Р.М. & Bénard, A. (2012). Рекомендації щодо обчислення та емпірична модель осадження частинок у вигнутих трубах з використанням підходу Ейлера-Лагранжа. *Journal of Aerosol Science* 53 (Додаток С), 1–20.

URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021850212000997>

11. Безмінов В. С. Спосіб дозування рідин і пристрій для його реалізації // Патент СРСР № 1435945, Бюлетень № 41, 1988 р., с. 119.

12. Безмінов В. С., Тагаєвська А. А. Пневматичні системи автоматичного безперервного дозування рідких компонентів // Прилади і системи. Управління, контроль, діагностика, №. 3., С. 16–21, 1996.

12. Лі К., Куанг С. Б., Пан Р. Х. (2014). Чисельне дослідження горизонтального пневматичного транспортування: вплив властивостей матеріалу, *Powder Technology*, том. 251, 15–24. doi: 10.1016/j.powtec.2013.10.013

13. Мемон Т.Р., Халепото І.А., Мемон Т.Д. Дизайн вбудованої системи DAQ для вимірювання температури та вологості. Дослідницький журнал університету Мехран з техніки та технологій. 2013 рік; 32 (2): 253–60.

14. Panchal P, Patel A, Barve J. PI-контроль системи контролю рівня за допомогою PLC і SCADA на основі Lab VIEW. В IEEE International Conference on Industrial Instrumentation and Control (ICIC); 2015. стор. 1196–201.

15. Хан М., Клаф Д.Е. Керування двопродуктовою колоною реакційної дистиляції на основі нелінійної моделі. Корейський журнал хімічної інженерії. 2006 рік; 23(4):540–6.

16. Sreejeth M, Chouhan S. Автоматизована система змішування рідини та наповнення пляшок на основі PLC. IEEE International Conference on Power Electronics Intelligent Control and Energy Systems (ICPEICES); 2016 лип. с. 1–5. Перехресне посилання 8. Ansari S, Soomro AA, Kalwar IH, Solangi US, Noonari AS. Автоматична дистиляція та збір етанол-водного розчину на основі PLC. Індійський журнал науки та технологій. 2016 рік; 47(9).

17. ПЛК Siemens SIMATIC S7-200. Доступно з: <http://www.automation.siemens.com>

Проектування та впровадження автоматичної системи дистиляції рідини на основі ПЛК.

					<i>КРБ.90.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

24. Яо Ю.Ф.; Лу, С.З.; Лю, У.Х.; ВС, Л.Н. Дослідження технології автоматизованого дозування мікрорідин.

Й. Мех. інж. 2013, 49, 140–153. [CrossRef]

25. Кумагай К.; Фучівакі, О. Розробка дозатора для рідини з високою в'язкістю та вибірка та місце

мікрооб'єктів за допомогою капілярної сили. Ключ англ. Матер. 2012, 516, 48–53. [CrossRef]

26. Чжоу, К.; Ду, П.; Фен, З.; Кюї, В.; Ден Г. Л. Вплив параметрів біп'єзоелектричного мікроклапана на струмінь

продуктивність. Оптика 2018, 167, 129–135. [CrossRef]

27. Шан, Л.; Ченг, Ю.; Чжао, Ю. Дж. Нові краплинні мікрофлюїдики. Chem. 2017, 117, 7964–8040. [CrossRef]

28. Земанн, Р.; Брінкманн, М.; Пфол, Т.; Herminghaus, S. Мікрофлюїдика на основі крапель. Rep. Prog. фіз. 2012 рік,

					<i>КРБ.90.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

4. Дослідження ефективності підготовки енергоресурсу для пакувального обладнання

Дмитро Дригайло, Владислав Ясичев, Сергій Шевченко, Людмила Кривопляс-Володіна
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Виробництво мікроелектроніки, фармакологічних препаратів, продуктів харчування та ін. пред'являє підвищені вимоги до чистоти енергоресурсу, пов'язаного із пневмоприводом. Слід зазначити, що на сьогодні недостатньо розроблена розрахункова модель, здатна передбачати основні характеристики фільтрування та ресурс експлуатації фільтрувального елемента.

Матеріали і методи. Матеріалами дослідження є фільтрувальні елементи - синтетичне волокно ПА (РТ-1454). В ході досліджень враховані: фізична теорія фільтрації, теорія чисельного моделювання для комбінованого фільтрувального елемента, яка враховує уловлювання частинок каркасними та фільтруючими кристалами; методи математичної статистики та обробки зображень.

Результати. Поєднання та взаємовплив кристалів забезпечує розподіл захисного шару за товщиною матеріалу, що забезпечує підвищення ефективності фільтрації та збільшення ресурсу експлуатації блоку очищення повітря. Встановлені перепади тиску каркасних, фільтруючих зон та сумарний перепад комбінованого фільтруючого елемента залежно від товщини матеріалу. Отримані залежності побудовані для лабораторних зразків комбінованого фільтрувального елемента (аеродинамічний діаметр ПА - 221 мкм) завтовшки від 4 до 10 мм, (рис.1).

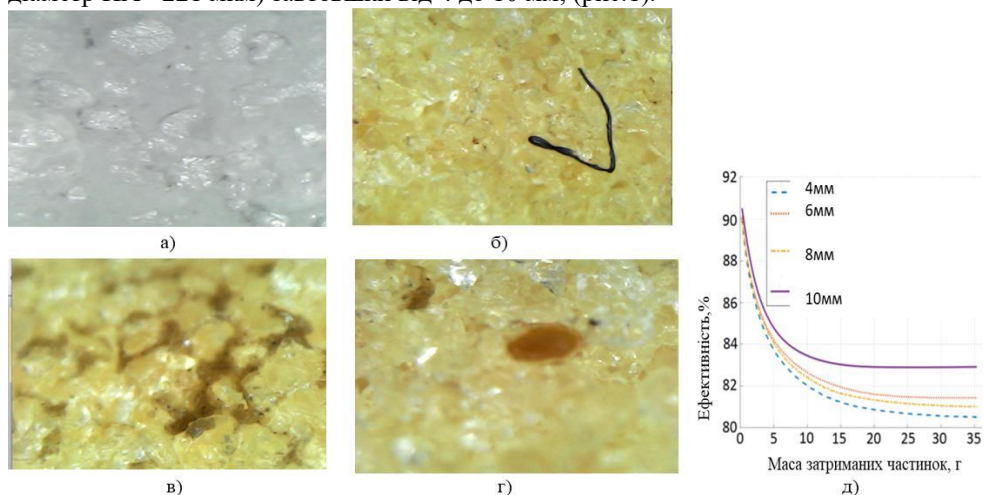


Рис. 1. Ефективність від маси забруднювача на комбінованому елементі для різних розподілів фільтруючих волокон: а)-г) зовнішній вид поверхні фільтрації із різними забрудненнями (збільшення 1000х); д) ефективність фільтрації

В ході досліджень встановлена ефективність фільтрування від маси забруднювача на фільтруючого елемента для різних розподілів фільтруючих волокон. Видно, що по найбільш проникаючих частинках фільтрувальний елемент з оптимальним розподілом ПА волокон виграє за ефективністю фільтрування.

Висновки. Проведені випробування підтвердили підвищення ефективності реалізованого процесу уловлювання високодисперсних частинок та визначення ресурсу експлуатації фільтрувального картриджу в системі блоку очищення повітря.

7. Перспективні напрямки створення новітніх автоматизованих транспортних систем

Владислав Ясичев, Юлія Ступак, Костянтин Васильківський
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розвиток такого відносно нового напрямку механіки, як мехатроніка, відкриває нові перспективні напрямки створення новітніх синхронізованих в рамках різних законів руху автоматизованих систем.

Матеріали і методи. Можливості застосування мехатронних технологій майже необмежені, однак їх конкретна реалізація потребує подальшого поглиблення розгляду особливостей динаміки машин, пошуку обмежень енергетичних витрат, можливостей підвищення ККД машин і систем вцілому, рекуперації кінетичної енергії рухомих мас тощо. З цієї точки зору особливі перспективи слід очікувати від застосування паралельних за кінематикою і динамікою робочих органів і машин. При виконанні досліджень застосовані загальні підходи та методи, що стосуються динаміки машин.

Результати та обговорення. Технології кінематичної синхронізації можуть стосуватися кількох робочих органів, що входять до складу окремої машини. Зокрема в автоматизованих потокових лініях знаходять використання накопичувальні пристрої як складові транспортних систем. Такі пристрої формуються на основі кількарядних ланцюгових контурів з пластинчастими ланцюгами і в своїй структурі мають каркас, ведучі і ведені зірочки, ведучий вал та вісь для встановлення ведених зірочок. Для таких пристроїв можливою є попарна синхронізація ланцюгів, за якої прискорені рухи одного співпадають з сповільненими рухами іншого за рахунок відносного зміщення ведучих зірочок на валу на половину кутового кроку зубців $\alpha = 360/z$, де z – число зубців.

Висновки. Кожен перехід на новий шарнір чергового зубця супроводжується миттєвою зміною прискорення, що означає присутність м'яких ударів, які вилучити з системи неможливо. Проте присутність зміщень зірочок на половину кутового кроку приводить систему до важливих переваг. Різномісність ударних імпульсів і їх однакові величини могли б взагалі нівелювати удари, якби лінії їх дії співпадали, однак вони зміщені на деяку величину. Ця обставина приводить до виникнення моментів сил інерції, дію яких також можливо нівелювати у випадках встановлення ще одної пари ведучих зірочок та їх ланцюгових контурів. За запропонованою схемою встановлення зірочок має місце і обмеження нерівномірності ходу ведучої ланки. За відсутності зсувів сумарна кінетична енергія мала б подвоєні екстремуми і значно гірший енергорозподіл. Використання жорстких кінематичних зв'язків дозволить отримати швидкості вихідних ланок систем в заданих режимах.

17. Регулювання швидкості виконавчих органів машин

Сергій Шевченко, Владислав Ясичев, Валерій Кушнір, Володимир Костюк
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Механічний рух в машині є визначальним фактором від якого залежать можливість досягнення результату із забезпеченням потрібної продуктивності, якості виконання процесу чи операції з жорсткими вимогами до самої системи приводів.

Матеріали і методи. Метою дослідження є аналіз видів та конструктивних рішень приводів машин що забезпечують потрібні діапазони регулювання частоти обертання виконавчого органу машини чи механізму з досягненням робочих крутних моментів, в тому числі пускових, з високими динамічними характеристиками, та високою точністю. Для дослідження використано системи існуючих приводів машин що зустрічаються в різних галузях народного господарства.

Результати. Історія розвитку техніки зумовила обертальний рух як основну форму передачі та використання механічної енергії в машинах і механізмах. Спільним для приводів машин є те, що вони складаються з джерела енергії, перетворювача енергії й системи механічних передач і муфт, що забезпечують передачу енергії (руху) до виконавчих ланок механізмів і машини, а також механізмів і апаратури керування. Джерелом енергії слугує електродвигун чи пристрій, що віддає наперед нагромаджену механічну енергію. Загалом, від двигуна до виконавчої ланки механічна енергія (потужність) перетворюється в різних передачах, кожна з яких характеризується своїм діапазоном передаточних чисел, перевагами та недоліками. Зазвичай в конструктивних і технологічних задумах передачі об'єднані у модулі, що називаються редукторами, мультиплікаторами та є досить типовими для різних галузей техніки, механічними варіаторами які забезпечують можливість регулювання швидкості у межах визначеного діапазону. З них відомі різноманітні механічні варіатори – фрикційні: лобові, конусні, шарові, багатодискові, торові, клинопасові, варіатори зачеплення – ланцюгові та інші.

Складність технологічних процесів вимагає високоякісних і високодинамічних приводів. Тут може використовуватися сервопривід, який має свою вартість і складне програмне забезпечення, кроковий двигун – це електромеханічний пристрій, який перетворює електричні імпульси в дискретні механічні переміщення. Разом з асинхронними двигунами, які набули широкого використання, також використовують і двигуни, спеціально оптимізовані для використання із сервоперетворювачем. Відомий спосіб реостатного регулювання який є неекономічним внаслідок перетворення значної енергії, що споживається двигуном, на теплоту в регульовальному реостаті, частотного регулювання тощо.

Висновки. Запропоновано альтернативний шлях безступінчастого регулювання швидкості виконавчого органу машини з використанням зубчастого механізму ступінь рухомості якого становить два.

Література

1. Видмиш А.А. Основи електропривода. Теорія та практика. Частина 1. / Навч. посібник / А.А. Видмиш, Л.В. Ярошенко. – Вінниця: ВНАУ, 2020. – 387 с.
2. Патент України на винахід №100099, МПК⁷ – F16H3/74 F16H48/06 бюл. № 21, 12.11.2012 Перетворювач передаточного відношення. Костюк Є.В., Костюк В.С., Соколенко А.І., Валулін Г.Р., Лотоцький О.М.

20. Визначення впливу високотемпературної обробки поверхні чавуну ВЧ50-2 на характеристики міцності.

Владислав Ясичев, Анатолій Башта

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Підвищення міцності і зносостійкості деталей і апаратів є актуальним завданням сучасного матеріалознавства. Одним із напрямів її вирішення є застосування зміцнюючих технологій, серед яких виділимо методи модифікування поверхні за допомогою висококонцентрованих джерел нагріву (лазерне, електронно-променеове, полум'яне).

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

Зміцнення поверхні є найбільш актуальним для спеціальних чавунів, призначених для роботи в умовах інтенсивного зношування. Як правило, високоміцні чавуни містять в собі легуючі добавки, що поліпшують комплекс механічних властивостей. Структура високоміцних чавунів складається з евтектичних карбідів і металевої матриці; в литому стані вони характеризуються низькими функціями, тому їх піддають об'ємній термічній обробці. Обробку їх різанням покращують відпалом для отримання феритної-карбідної структури; зносостійкість підвищують дестабілізуючим загартуванням, що формує мартенситну або мартенситно-аустенітну матрицю з дисперсними вторинними карбідами. Таким чином, досягається характерний тип мікроструктури, що може істотно впливати на зміцнюючий ефект від плазмової обробки. Мета даної роботи полягає в дослідженні міцності і зносостійкого чавуну при його поверхневою модифікуванні плазмовою обробкою. Зразки вирізали зі стержнів і шліфували для отримання необхідного розміру (10x10x25 мм). Потім їх піддавали плазмовому гарту як в початково-литому стані, так і в стані загартування при 950 °С з наступним низьким відпустком при 200 °С, та високим відпустком при 600 °С, 6 годин (ВВ). Мікроструктуру зразків досліджували за допомогою оптичного мікроскопа і електронного скануючого мікроскопа. Твердість вимірювали твердоміром Роквелла при навантаженні 50 грам.

Результати. До плазмової обробки твердість чавуну в литому стані становила 48 одиниць, після гарту і відпустку при 200 і 600 °С вона складала 59 і 38 HRC відповідно. Після гарту і низького відпустку структура матеріалу мартенситно-аустенітна з дисперсними включеннями вторинних карбідів, після гарту і високого відпустку - феритна з зернистими карбідами. В результаті плазмової обробки по НО №1 і 2 середня твердість чавуну в стані Л збільшилася на 2-3 одиниці-HRC відповідно. Плазмовий гарт чавуну в стані НО призводить до підвищення середньої твердості на 1,5 HRC (до 60,5 HRC); ще більший ефект відмічається при загартуванні з ВО №2 (64 HRC, що на 1,5 HRC вище твердості, отриманої об'ємною загартуванням без відпустки) твердість чавуну при загартуванні по режимам 3 і 4 зменшується до 57 і 55,5 HRC відповідно. Інший характер впливу плазмової обробки на твердість отриманий на образах чавуну в стані ВО. Плазмова гарт по режиму практично не змінює рівень твердості (38 HRC); В у міру переходу до режимів № 2 твердість послідовно зростає до 47, 53 і 54 HRC відповідно.

Висновки. Досліджено вплив параметрів режиму плазмового гартування на зміцнення поверхні зносостійкого високоміцного чавуну в різному структурному стані. Встановлено кореляційні зв'язки між початковою та кінцевою мікроструктурою поверхневого шару матеріалу, що досліджувався.

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кіль.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A1			КРБ 90.00.004	<u>Складальне креслення</u>		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	КРБ 90.01.004	Корпус пневмоциліндра	1	
		2	КРБ 90.02.004	Захист ПВХ-матеріал	1	
		3	КРБ 90.03.004	Труба профільована	1	
		4	КРБ 90.04.004	Задня кришка в зборі	1	
		5	КРБ 90.05.004	Гільза 1	1	
		6	КРБ 90.06.004	Захист 1	1	
		7	КРБ 90.07.004	Проміжна кришка в зборі (задня)	1	
		8	КРБ 90.08.004	Шток в зборі з поршнем	1	
		9	КРБ 90.09.004	Передня кришка в зборі	1	
		10	КРБ 90.10.004	Гільза 2	1	
		11	КРБ 90.11.004	Прміжна кришка в зборі	1	
		12	КРБ 90.12.004	Захист 2	1	
		13	КРБ 90.13.004	Шток	1	
		14	КРБ 90.14.004	Протипопоротна пластина	1	
		15	КРБ 90.15.004	Насадка	1	
		16	КРБ 90.16.004	Клапан Satozzi серії K8	1	
		17	КРБ 90.17.004	Фітинг Satozzi 6000 x 4	1	
		18	КРБ 90.18.004	Гумове ущільнення NBR	1	
		19	КРБ 90.19.004	Фітинг Satozzi 6000 x 8	1	

					КРБ 90.00.004		
Зм	Арк	№ докум	Підп.	Дата			
Розроб.	Ясичев В.В.				Літера.	Аркуш	Аркушів
Перев.	Кривоніж-Володін Л.О.					1	2
Н.контр.					Дозувальний модуль НУХТ ПМ-4-1		
Затв.							

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кіль.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A1			КРБ 90.00.002 СК	<u>Складальне креслення</u>		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	КРБ 90.01.002	Вал ведений	1	
		2	КРБ 90.02.002	Вал приводний	1	
		3	КРБ 90.03.002	Втулка	3	
		4	КРБ 90.04.002	Захват металевий	26	
		5	КРБ 90.05.002	Захват поліамідний	26	
		6	КРБ 90.06.002	Колесо зубчасте натяжне	2	
		7	КРБ 90.07.002	Колесо зубчасте приводне	2	
		8	КРБ 90.08.002	Колесо зубчасте приводне	1	
		9	КРБ 90.09.002	Корпус підшипника	3	
		10	КРБ 90.10.002	Напрямна	3	
		11	КРБ 90.11.002	Поперечина	6	
		12	КРБ 90.12.002	Рукоятка	4	
		13	КРБ 90.13.002	Шина ковзання	2	
		14	КРБ 90.14.002	Притискна гайка	3	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		15		Гвинт В.МЗ-6dх30.109.30ХГСА		
				ГОСТ 174 75-80	12	

Зм	Арк	№ докум	Підп.	Дата	Конвеєр подачі мафінів	Літера	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Ясичев В.В.						1	2
Перев.	Кривоніж-Володя І.О.							
Н.контр.								
Затв.								
						НУХТ ПМ-4-1		

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кіль.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A1			КРБ 90.00.003	<u>Складальне креслення</u>		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	КРБ 90.01.003	Пневмоциліндр QR2A100A050V	1	
		2	КРБ 90.02.003	Пневмоциліндр QR10A	1	
		3	КРБ 90.03.003	Противоротна пластина	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		4		Болт DIN EN 24017 M16 x 25	1	
		5		Гвинт CSN 02 1143 A M6 x 45	2	
		6		Гвинт DIN 6921 M6x1 x 20	2	
		7		Фітинг 7522 8-1/2	2	
		8		Фітинг 8522 4-1/4	2	

					КРБ 90.00.003			
Зм	Арк	№ докум	Підп.	Дата	Привод робота- маніпулятора	Літера	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Ясичев В.В.					1	2
Перев.		Кривоніж-Володяна ЛО						
Н.контр.								
Затв.						НУХТ ПМ-4-1		

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кіль.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A1			КРБ 90.00.001 СК	<u>Складальне креслення</u>		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	КРБ 90.01.001	Конвеєр подачі продукту	1	
		2	КРБ 90.02.001	Маніпулятор	1	
		3	КРБ 90.03.001	Дозувальний модуль	1	
		4	КРБ 90.04.001	ПЛК Siemens S7-200	1	
		5	КРБ 90.05.001	Пневмоострів FP2RMSA-2MBA2V	1	
		6	КРБ 90.06.001	Блок підготовки повітря	1	
		7	КРБ 90.07.001	Опора конвеєра	1	
		8	КРБ 90.08.001	Платформа маніпулятора	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		9		Фітинг Samozzi 7580-04	12	
		10		Фітинг Samozzi 7580-05	1	
		11		Фітинг Samozzi X6510 6-1/4	2	
		12		Гвинт ISO 4762 M6 x 10	8	
		13		Кабель G4X-0	1	
		14		Болт AS 1427 M3	2	
		15		Фітинг Samozzi 7550-05	3	

					КРБ 90.00.001 СК		
Зм	Арк	№ докум	Підп.	Дата			
Розроб.	Ясичев В.В.				Літера.	Аркуш	Аркушів
Перев.	Кривоніж-Володяна ЛО					1	2
Н.контр.					Складальне креслення НУХТ ПМ-4-1		
Затв.							

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кіль.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A1			<i>КРБ 90.00.000 СК</i>	<u>Складальне креслення</u>		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	<i>КРБ 90.01.000</i>	Конвеєр подачі продукту	1	
		2	<i>КРБ 90.02.000</i>	Продукт (мафін, кекс)	1	
		3	<i>КРБ 90.03.000</i>	Привод робота-маніпулятора	1	
		4	<i>КРБ 90.04.000</i>	Дозувальний модуль	1	
		5	<i>КРБ 90.05.000</i>	Стійка	1	
		6	<i>КРБ 90.06.000</i>	Шафа керування	1	
		7	<i>КРБ 90.07.000</i>	Опора конвеєра	1	
		8	<i>КРБ 90.08.000</i>	Привод конвеєра	1	

					<i>КРБ 90.00.001 СК</i>					
Зм	Арк.	№ докум	Підп.	Дата	<i>Складальне креслення</i>					
Розроб.	Ясичев В.В.							Літера.	Аркуш	Аркушів
Перев.	Кривоніж-Володін ІО								1	2
Н.контр.								<i>НУХТ ПМ-4-1</i>		
Затв.										



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



JABIL



СЕРТИФІКАТ

ДЛЯ **Владислава Ясичева**

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

Ясичева Владислава

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

