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»
Директор інституту(декан факультету)
_____ Сергій БЛАЖЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)
«15» 02 2024р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Людмила КРИВОПЛЯС-ВОЛОДІН
(підпис) (ім'я та прізвище)
«14» 02 2024р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності_____131 Прикладна механіка_____
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми _____Прикладна механіка_____
на тему:_____Моделювання процесів дискретного дозування сипких матеріалів у шиберному дозаторі

Виконав: здобувач_2__ курсу, групи ЗПМ-2-1М

_____Міщук Ростислав Олександрович_____ _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _Костюк Володимир Степанович__ _____
(прізвище , ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти_____ _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

_____ _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

_____ _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент Валерій Мироничук _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

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

Здобувач_____
(підпис)

Київ - 2024р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого
Кафедрамехатроніки та пакувальної техніки
Освітній ступінь магістр
Спеціальність 131 Прикладна механіка
(код і назва)
Освітньо-професійна програма Прикладна механіка
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри МПТ
Людмила КРИВОПЛЯС-ВОЛОДІНА
«08» 11 2023 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Міщук Ростислав Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Моделювання процесів дискретного дозування сипких матеріалів у шиберному дозаторі
керівник роботи Костюк Володимир Степанович к.т.н. доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від «08»11 2023 року №918-кс
2. Строк подання здобувачем роботи 05.02.2024
3. Вихідні дані до роботи
Шиберний дозатор для сипких харчових продуктів. Система керування шиберним дозатором. Матиматична модель роботи шиберного дозатора.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Реферат. Вступ. Розділ 1 Аналіз конструктивних рішень дозувальних систем шиберного типу для сипких харчових продуктів. Розділ 2. Обгрунтування вибору системи керування дозатору шиберного типу. Розділ 3. Опис моделювання процесів дискретного дозування сипких матеріалів в програмі FLUIDSIM. Розділ 4. Охорона праці. Висновок. Список використаної літератури.
5. Перелік графічного матеріалу
Презентація на 14 аркушах

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі авдання 08.11.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Реферат	10.11.2023	
2	Вступ	17.11.2023	
3	Розділ 1. Аналіз конструктивних рішень дозувальних систем шиберного типу для сипких харчових продуктів.	25.12.2023	
4	Розділ 2. Обгрунтування вибору системи керування дозатору шиберного типу.	10.01.2024	
5	Розділ 3. Опис моделювання процесів дискретного дозування сипких матеріалів в програмі FLUIDSIM.	23.01.2024	
6	Розділ 4. Охорона праці.	29.01.2024	
7	Висновок	02.02.2024	
8	Список використаної літератури	02.02.2024	

Здобувач освіти _____ Ростислав МІЩУК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____ Володимир КОСТЮК
(підпис) (ім'я та прізвище)

«08» 11 2023 р.

Реферат

Моделювання процесів дискретного дозування сипких матеріалів у шиберному дозаторі

На переробних і харчових виробництвах процес дозування сировини, допоміжних матеріалів і готової продукції забезпечує правильне ведення технологічних процесів, дотримання рецептури та точну розфасовку. Для дозування різних матеріалів і продуктів, які можуть бути різними за структурою та властивостями, використовують різні методи та пристрої. При конструюванні дозуючих пристроїв враховують фізико-механічні властивості продуктів, що дозують.

При конструюванні дозуючих пристроїв сипких матеріалів, необхідно враховувати фізико-механічні властивості продуктів, що дозують. Для сипких продуктів важливі розміри часток, об'ємна маса, рухливість, вологість, злежуваність, створення грудок, можливість утворення склепінь і розпилення. У харчових виробництвах сипучі продукти зустрічаються у вигляді порошків, круп, пластівців, а також крупношматкових продуктів. Об’ємна маса сипучих матеріалів залежить від їхнього гранулометричного складу, вологості та інших властивостей. Рухливість сипучих продуктів визначається кутом їхнього природнього укосу і залежить від зернистості, форми часток та вологості. При схильності продуктів до утворення склепінь і втраті плинності в дозаторах використовують спеціальні пристрої, що усувають ці явища. Один із найбільш поширених варіантів дозувально-фасувальних систем для сипких харчових продуктів є шиберні дозатори.

Особливості дозування сипких харчових продуктів у шиберних дозаторах:

- Шиберні дозатори є простими і надійними пристроями. Вони мають відносно низьку вартість і легко обслуговуються.

- Шиберні дозатори можуть бути використані для дозування широкого спектру сипких харчових продуктів. Вони мають високу точність дозування, особливо для продуктів з великою питомою вагою.
- Шиберні дозатори можуть бути використані для дозування продуктів з високою вологістю. Однак, при цьому необхідно враховувати, що можливе прилипання продукту до шиберу.

До недоліків шиберних дозаторіможна віднести :

- Шиберні дозатори можуть бути незручними для дозування продуктів з невеликою питомою вагою. У цьому випадку може виникнути необхідність в додаткових пристроях, наприклад, в пристроях для попереднього просіювання продукту.
- Шиберні дозатори можуть бути незручними для дозування продуктів з високою липкістю. У цьому випадку можливе прилипання продукту до шиберу і його утворення грудок.

Метою дослідження є: удосконалення обладнання для дозування сипких харчових продуктів.

Цей напрямок досліджень є актуальним, оскільки дозування сипких харчових продуктів є важливим етапом у технологічних процесах харчової промисловості.

За допомогою дозування забезпечується: правильне ведення технологічних процесів; дотримання рецептури; точна розфасовка готових продуктів.

Однак, існуюче обладнання для дозування сипких харчових продуктів має ряд недоліків, які обмежують його можливості. До них відносяться:

- низька точність дозування, особливо для продуктів з невеликою питомою вагою або високою липкістю;
- небезпека забруднення продукту;
- складність обслуговування та ремонту.

Удосконалення обладнання для дозування сипких харчових продуктів дозволить вирішити ці проблеми і підвищити ефективність його використання. Шляхи удосконалення обладнання для дозування сипких харчових продуктів наступні: підвищення точності дозування; зниження небезпеки забруднення продукту; спрощення обслуговування та ремонту.

Підвищення точності дозування може бути досягнуто за рахунок використання нових методів і пристроїв дозування, наприклад, дозування за об'ємом, за часом, за допомогою спеціальних сенсорів.

Зниження небезпеки забруднення продукту може бути досягнуто за рахунок використання конструкційних матеріалів, які не вступають в реакцію з продуктом, а також за рахунок використання пристроїв для попереднього очищення продукту.

Спрощення обслуговування та ремонту може бути досягнуто за рахунок використання конструкцій, що легко розбираються, а також за рахунок застосування стандартизованих деталей і вузлів.

Об’єктом досліджень є процеси дозування сипких харчових продуктів.

Предметом дослідження є конструкція шиберного дозувального пристрою.

Методи дослідження сформовані на математичному і фізичному моделюванні і обробленні результатів здійснених досліджень.

Фізичний експеримент проведено в лабораторії кафедри МПТ на лабораторних установках кафедри.

Ключові слова: шиберний дозатор, модернізація, системи керування, сипкі харчові продукти, математична модель.

Abstract

Simulation of discrete dosing processes for bulk materials in a slide metering device

In processing and food production, the process of dosing raw materials, auxiliary materials and finished products ensures the correct conduct of technological processes, adherence to the recipe and accurate packaging. Different methods and devices are used to dose different materials and products, which may have different structures and properties. When designing dosing devices, the physical and mechanical properties of the products to be dosed are taken into account.

When designing dosing devices for bulk materials, it is necessary to take into account the physical and mechanical properties of the products to be dosed. For bulk products, particle size, bulk density, mobility, moisture content, caking, clumping, the possibility of forming vaults and spraying are important. In food production, bulk products are found in the form of powders, cereals, flakes, and coarse products. The bulk density of bulk materials depends on their particle size distribution, moisture content and other properties. The mobility of bulk products is determined by the angle of their natural slope and depends on grain size, particle shape and moisture content. If products are prone to clumping and loss of fluidity, special devices are used in dispensers to eliminate these phenomena. One of the most common options for dosing and packaging systems for bulk food products is gate dosing.

Features of dosing bulk food products in gate batchers:

- Slide dosing machines are simple and reliable devices. They have a relatively low cost and are easy to maintain.

- Slide dosing machines can be used for dosing a wide range of bulk food products. They have high dosing accuracy, especially for products with a high specific gravity.

- Slide metering devices can be used for dosing products with high humidity. However, it should be borne in mind that the product may stick to the gate.

The disadvantages of gate metering devices include:

- Slide weighers can be inconvenient for dosing products with a low specific gravity. In this case, additional devices may be required, such as pre-sieving devices.

- Slide weighers may not be suitable for dispensing products with high stickiness. In this case, the product may stick to the gate and form lumps.

The aim of the study is to improve equipment for dosing bulk food products.

This area of research is relevant because the dosing of bulk food products is an important stage in the technological processes of the food industry. Dosing ensures the correct conduct of technological processes; compliance with the recipe; and accurate packaging of finished products. However, the existing equipment for dosing bulk food products has a number of disadvantages that limit its capabilities. These include:

- low dosing accuracy, especially for products with a low specific gravity or high stickiness;

- risk of product contamination;

- complexity of maintenance and repair.

Improving equipment for dosing bulk food products will help solve these problems and increase the efficiency of its use. Ways to improve equipment for dosing bulk food products are as follows: improving dosing accuracy; reducing the risk of product contamination; simplifying maintenance and repair.

Improving dosing accuracy can be achieved through the use of new dosing methods and devices, such as dosing by volume, by time, and with the help of special sensors. Reducing the risk of product contamination can be achieved through the use of construction materials that do not react with the product, as well as through the use of devices for preliminary product cleaning. Simplification of maintenance and repair can be achieved through the use of easily disassembled structures and the use of standardised parts and assemblies.

The object of research is the processes of dosing bulk food products.

The subject of research is the design of a gate dosing device. The research methods are based on mathematical and physical modelling and processing of the research results. The physical experiment was carried out in the laboratory of the Department of MPT on the laboratory facilities of the department.

Keywords: gate batcher, modernisation, control systems, bulk food products, mathematical model.

ЗМІСТ

Вступ 12

Розділ 1. Аналіз конструктивних рішень дозувальних систем шиберного типу для сипких харчових продуктів 14

1.1. Загальний огляд і класифікація 14

1.2. Принципові схеми основних типів дозаторів сипких харчових продуктів 17

1.3. Компонування шиберних елементів із приводом 20

Висновки до розділу 1 23

Розділ 2. Обгрунтування вибору системи керування дозатору шиберного типу 24

2.1. Опис роботи системи дозування сипких продуктів дозами масою 0,2–5 грам 24

2.1.2. Методи дослідження 26

2.1.3. Опис моделі дискретного дозування сипких матеріалів у шиберному дозаторі 30

2.2. Опис досліджуваної системи дозування 32

Висновок до розділу 2 34

Розділ 3. Опис моделювання процесів дискретного дозування сипких матеріалів в програмі FLUIDSIM 35

3.1. Опис моделі в програмі FLUIDSIM 35

3.2. Опис загальної схеми електропневматичної для керування дозатором на базі DSNU-S-16-6-P-A-F1A-MQ-015 44

3.3. Опис загальної схеми електропневматичної для керування дозатором на базі DSNU-S-25-12-P-A-F1A-MQ-015 51

Висновок до розділу 3. 56

Розділ 4. Охорона праці 58

4.1. Вимоги безпеки перед початком роботи на харчововому виробництві 58

4.2. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях при роботі з гідравлічним або пневматичним тиском 62

Висновок 67

Список використаної літератури 69

Вступ

На переробних і харчових виробництвах процес дозування сировини, допоміжних матеріалів і готової продукції є важливим етапом, який забезпечує правильне ведення технологічних процесів, дотримання рецептури та точну розфасовку.

Для дозування різних матеріалів і продуктів, які можуть бути різними за структурою та властивостями, використовують різні методи та пристрої. При конструюванні дозуючих пристроїв враховують фізико-механічні властивості продуктів, що дозують.

Одним з найбільш поширених типів дозуючих пристроїв для сипких харчових продуктів є шиберні дозатори. Шиберний дозатор являє собою пристрій, в якому за допомогою шиберу регулюється потік продукту.

Шиберні дозатори мають ряд переваг, зокрема:

- простота конструкції;
- надійність;
- відносно низька вартість.

Однак, шиберні дозатори мають і деякі недоліки, а саме:

- низька точність дозування, особливо для продуктів з невеликою питомою вагою або високою липкістю;
- небезпека забруднення продукту;
- складність обслуговування та ремонту.

Удосконалення обладнання для дозування сипких харчових продуктів, зокрема шиберних дозаторів, є актуальним напрямом досліджень. Воно дозволить підвищити ефективність технологічних процесів у харчовій промисловості, а також забезпечити якість і безпеку готової продукції.

Метою дослідження є удосконалення обладнання для дозування сипких харчових продуктів шляхом розробки нової конструкції

шиберного дозатора, яка має підвищену точність дозування, знижену небезпеку забруднення продукту та спрощене обслуговування та ремонт.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- провести аналіз існуючих методів і пристроїв дозування сипких харчових продуктів;
- розробити математичну модель процесу дозування сипких матеріалів у шиберному дозаторі;
- провести фізичний експеримент для перевірки адекватності математичної моделі;
- розробити конструкцію нового шиберного дозатора, яка відповідає вимогам підвищення точності дозування, зниження небезпеки забруднення продукту та спрощення обслуговування та ремонту;
- провести експериментальні дослідження для оцінки експлуатаційних характеристик нового шиберного дозатора.

У результаті проведеного дослідження будуть розроблені:

- математична модель процесу дозування сипких матеріалів у шиберному дозаторі;
- конструкція нового шиберного дозатора, яка відповідає вимогам підвищення точності дозування, зниження небезпеки забруднення продукту та спрощення обслуговування та ремонту.

Отримані результати будуть мати практичне значення для підвищення ефективності технологічних процесів у харчовій промисловості.

Розділ 1. Аналіз конструктивних рішень дозувальних систем шиберного типу для сипких харчових продуктів

1.1. Загальний огляд і класифікація

Шиберні дозатори є одними з найбільш поширених типів дозуючих пристроїв для сипких харчових продуктів. Вони мають ряд *переваг*, зокрема:

- простота конструкції;
- надійність;
- відносно низька вартість.

Шиберні дозатори можуть використовуватися для дозування широкого спектру сипких харчових продуктів, включаючи зерно, борошно, цукор, крупи, макаронні вироби, чай, каву, какао, цукор-рафінад, спеції. На багатьох переробних виробництвах об'ємні дозатори безперервної дії використовуються також у якості живильних механізмів для подачі продуктів або матеріалів у машини. Вони подають продукт рівномірним потоком. Об'єм продукту, що потрібно подавати в одиницю часу, визначається швидкістю подачі або поперечним перерізом потоку продукту. У першому випадку останнє постійно, у другому – не міняється швидкість подачі. При постійному переризі потоку в дозуючих пристроях установлюють спеціальні приводні механізми для регулювання швидкості подачі в необхідних межах. При другому варіанті дозування в пристроях необхідно мати механізми для зміни потоку подаваного продукту в процесі його переміщення.

Залежно від класифікаційних ознак дозатори-живильники безперервної дії діляться на барабанні, тарілчасті, шнекові, стрічкові, лоткові, хитні, плунжерні, струшуючі і вібраційні, шиберні. Залежно від співвідношення ручних і машинних операцій при дозуванні розрізняють дозатори напівавтоматичної і автоматичної дії.

Шиберні дозатори можуть оснащуватися різними *системами керування.* Найпростіша система керування - це ручна система, при якій дозування здійснюється оператором вручну за допомогою рукоятки або кнопки.

Більш поширені автоматичні системи керування, які забезпечують дозування з заданою точністю і заданим інтервалом. Автоматичні системи керування можуть бути механічними, електричними (електронними), електропневматичними, пневматичними.

Механічні системи керування використовують для управління положенням шиберу за допомогою механічного приводу. Механічні системи керування прості в обслуговуванні та ремонті, але вони не забезпечують високої точності дозування. [1]

Електричні системи керування використовують для управління положенням шиберу за допомогою електричного приводу. Електричні системи керування забезпечують високу точність дозування, але вони більш складні в обслуговуванні та ремонті, ніж механічні системи керування.

Електронні системи керування використовують для управління положенням шиберу за допомогою електронного приводу. Електронні системи керування забезпечують найвищу точність дозування, але вони є найбільш складними в обслуговуванні та ремонті.

Пневматичні системи керування шиберами - це системи, в яких для управління положенням шиберу використовується стиснене повітря.

Основні елементи пневматичної системи керування шибером:

Пневматичний циліндр - це основний елемент пневматичної системи керування, який здійснює переміщення шиберу.

Пневматичний клапан - це пристрій, який забезпечує подачу повітря в пневматичний циліндр.

Електропневматичний контролер - це пристрій, який керує подачею повітря в пневматичний клапан.

Пневматичний клапан може бути ручним або автоматично регульованим. Ручний пневматичний клапан дозволяє оператору вручну управляти положенням шиберу. Автоматично регульований пневматичний клапан дозволяє автоматично управляти положенням шиберу відповідно до заданої програми.

Шиберні заслінки можуть бути плоскими, профільними або поворотними.

Плоскі шиберні заслінки мають просту конструкцію і низьку вартість. Однак, вони мають обмежений термін служби і можуть призводити до забруднення продукту.

Профільні шиберні заслінки мають більш складну конструкцію, ніж плоскі шиберні заслінки. Однак, вони мають більш тривалий термін служби і забезпечують менший розсіювання продукту.

Поворотні шиберні заслінки мають найскладнішу конструкцію, ніж плоскі та профільні шиберні заслінки. Однак, вони забезпечують найвищу точність дозування і мінімальний розсіювання продукту.

Типи приводів

Шиберні заслінки можуть приводитися в дію різними типами приводів. Найпростіший тип приводу - це ручний привод.

Більш поширені механічні приводи, які можуть бути ланцюговими, зубчастими або черв'ячними. Механічні приводи прості в обслуговуванні та ремонті, але вони не забезпечують високої точності дозування.

Електричні приводи забезпечують високу точність дозування, але вони більш складні в обслуговуванні та ремонті, ніж механічні приводи.

Компоновки

Шиберні дозатори можуть мати різні компонування. Найпростіша компонування - це вертикальна компонування, при якій бункер з продуктом розташований над шибером.

Більш поширена горизонтальна компонування, при якій бункер з продуктом розташований поруч з шибером. Горизонтальна компонування дозволяє використовувати для дозування продуктів з великою вологістю.

1.2. Принципові схеми основних типів дозаторів сипких харчових продуктів

Об’ємні дозатори безперервної дії для сипучих матеріалів дозують продукт за допомогою робочого органу, що здійснює обертальний, поступальний або зворотно-поступальний рух. До таких дозаторів відносяться барабанні, тарілчасті, шнекові, стрічкові і вібраційні.

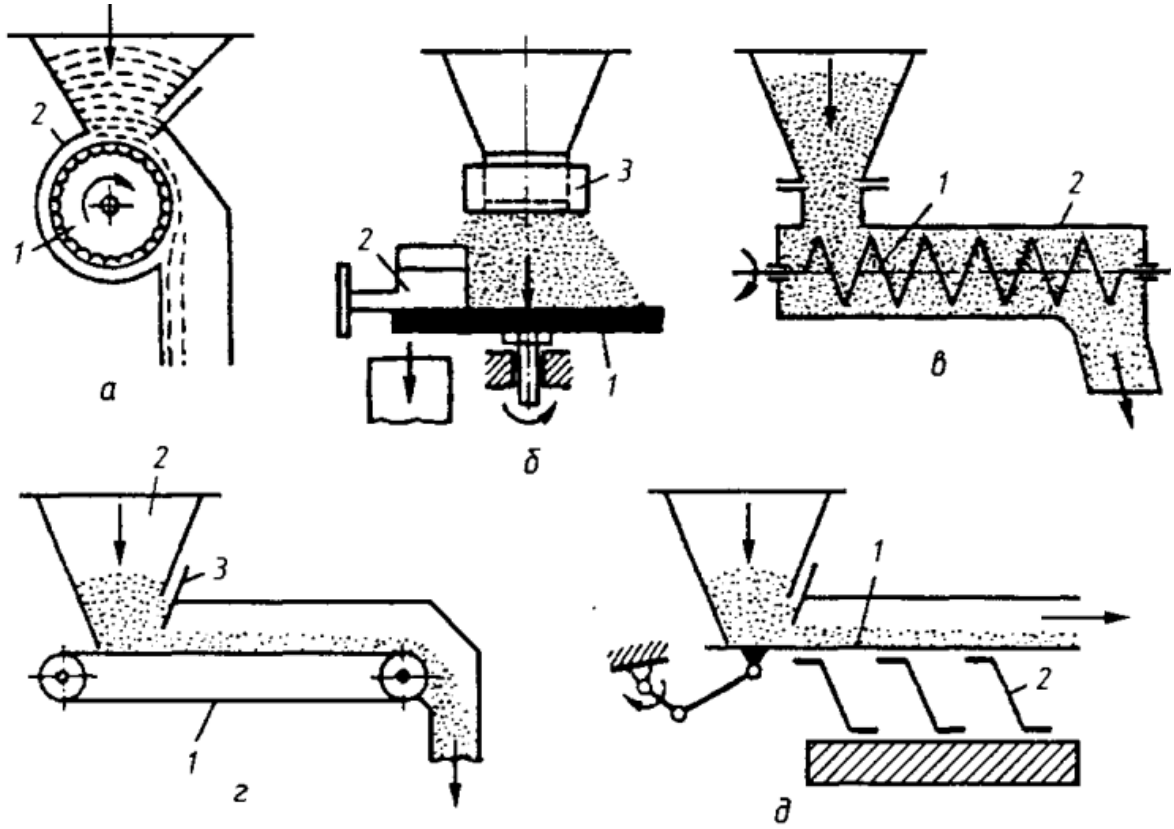


Рис. 1.1. Схеми дозувальних пристроїв для сипких харчових продуктів:
а - барабанний; б - тарілчастий; в - шнековий; г - стрічковий;
д - вібраційний

Об’ємні дозатори сипучих матеріалів поділяються на барабанні, тарілчасті, шнекові, стрічкові та вібраційні. Барабанні дозатори дозують продукт за допомогою обертового барабана з гніздами. Тарілчасті дозатори дозують продукт за допомогою обертової тарілки з шкребком.

Шнекові дозатори дозують продукт за допомогою шнека, який переміщує його до вихідного патрубка. Стрічкові дозатори дозують продукт за допомогою стрічкового конвеєра. Вібраційні дозатори дозують продукт за допомогою вібрації лотка.

Вагові дозатори дозують продукт за допомогою вагових механізмів. Вагові дозатори борошна використовують на хлібопекарських підприємствах.

Бункерний дозатор (рис. 1.2.а) – це періодичний ваговий дозатор, який працює від живильника. У ньому бункер 2 з дном 3, що відкривається, підвішений на призмах малого плеча вантажопідйомного важеля 4. Більше плече важеля 6 за допомогою тяг 8 і проміжного важеля 7 зв'язане з циферблатним приладом 9. На приладі встановлені датчики грубої 12 і точної 13 маси, датчик 11 нульового положення стрілки 10. На великому плечі розташована противага 5.

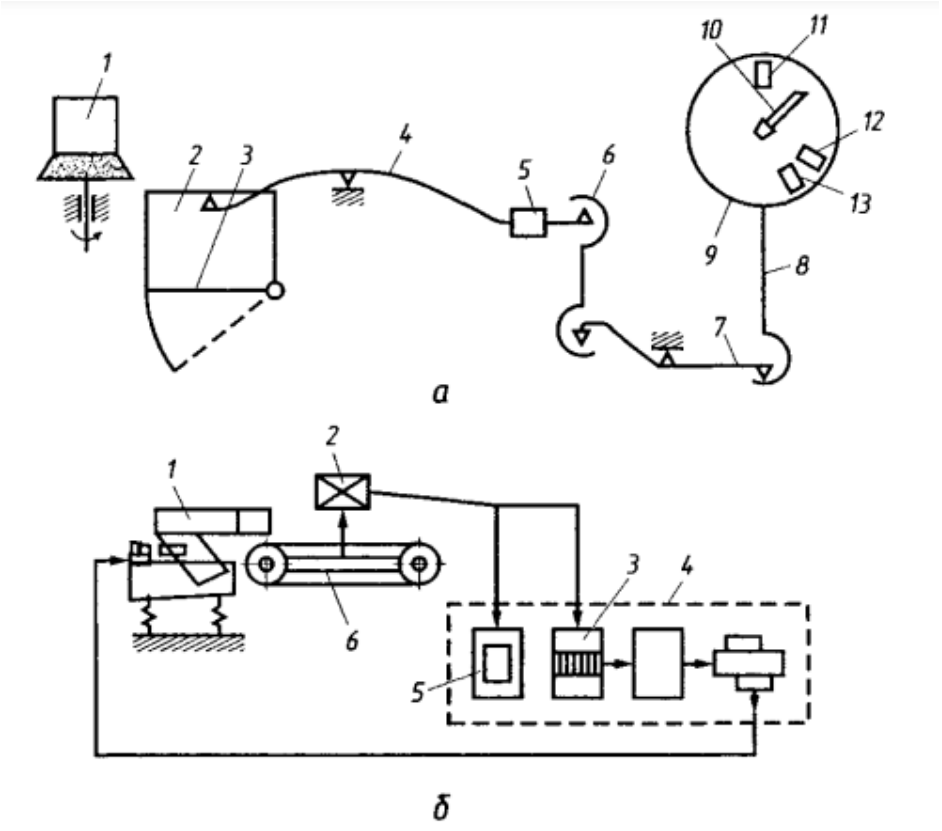


Рис. 1.2. Принципова схема дозаторів вагового типу

На (рис. 1.2.б) наведено стрічковий дозатор вагового типу – це високоточний пристрій для дозування сипучих компонентів у безперервних процесах виготовлення продукту. Він складається з живильника 1, короткого конвеєра 6, вагового пристрою 2, системи реєстрації і автоматичного керування 4, інтегруючого 5 і реєструючого 3 приладів. Живильник подає продукт на конвеєр, який рухається з постійною швидкістю. Ваговий пристрій безперервно визначає масу продукту на конвеєрі. Цей сигнал перетворюється в пропорційний електричний або пневматичний сигнал, який подається в систему реєстрації і автоматичного керування. Ця система забезпечує задану продуктивність живильника. Системи автоматичного безперервного вагового дозування гнучкі і можуть бути легко інтегровані з сучасними засобами комплексної механізації і автоматизації виробництва та мікропроцесорною технікою.

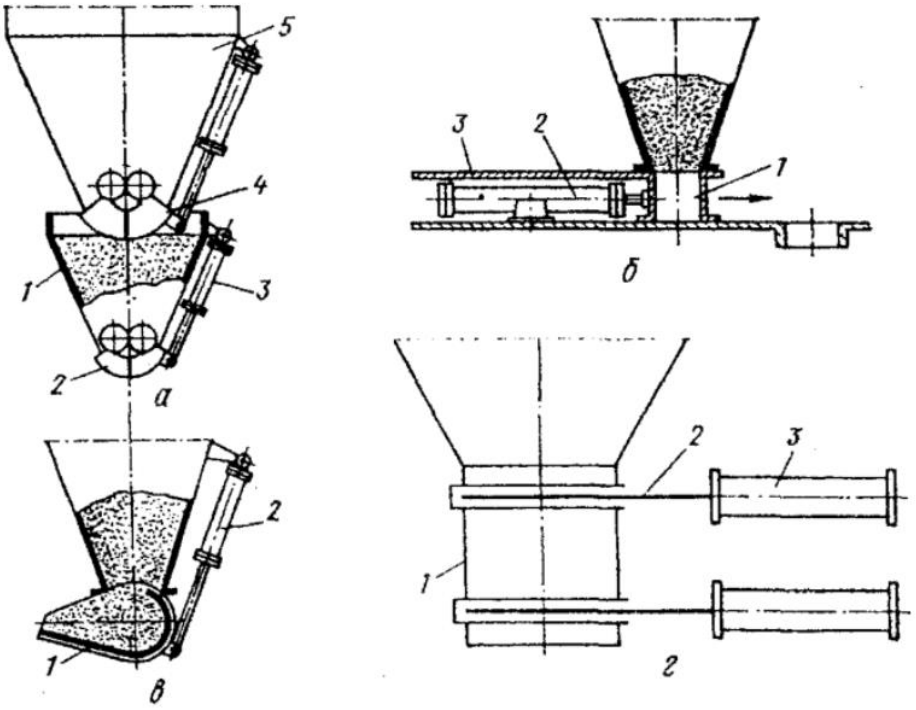


Рис. 1.3. Об’ємні дозатори періодичної дії:
а - бункерні, б - коробчаті, в -поворотні, г – шиберні

Бункерний дозатор (рис. 1.3.а) складається з проміжної місткості 1 (бункер малої місткості) з щелепним затвором 2 і пневматичним циліндром 3. Під час відкривання щелепного затвора 4 основного бункера 5 матеріал пересипається в малий бункер 1. Потім затвор 4 основного бункера 5 закривається, і відкривається затвор 2 бункера-дозатора. Доза визначається об'ємом бункера-дозатора.

Коробчастий дозатор (рис. 1.3.б) являє собою коробку 1, розташовану під бункером, яка пересувається від нього до місця розвантаження пневмоциліндром 2. Дном коробки є нерухома плита 3. Доза регулюється перестановкою задньої стінки коробки.

Поворотний дозатор (рис. 1.3.в) складається з поворотного короба 1 і пневмоциліндра 2. Дозатором легко керувати, забезпечуючи точне дозування. Доза визначається об'ємом короба.

Шиберний дозатор (рис. 1.3.г) являє собою трубу 1 прямокутного перерізу або м'який рукав і два шибери 2, які переміщуються пневмоциліндрами 3. Доза визначається об'ємом труби, укладеної між шиберами. [3]

1.3. Компонування шиберних елементів із приводом

Засувка (дозувальна) має два крайніх положення шибера (відкрите і закрите) і шість проміжних положень, які задають магнітні датчики положення пневмоприводу. Керування засувкою здійснюється електронним контролером Logo! фірми SIEMENS. У проміжних положеннях контролер змушує шибер здійснювати коливальні рухи щодо заданого положення для усунення "зависання" дозованого продукту. Завдання положення відкриття здійснюється зовнішнім сигналом - напругою 0-10В або струмом 0-20 мА. Матеріал конструкції - вуглецева сталь, нержавіюча сталь. Засувки виробляються в різних варіантах виконання, що відрізняються перетином випускного вікна, можливе виготовлення засувок з випускним вікном за вимогами.

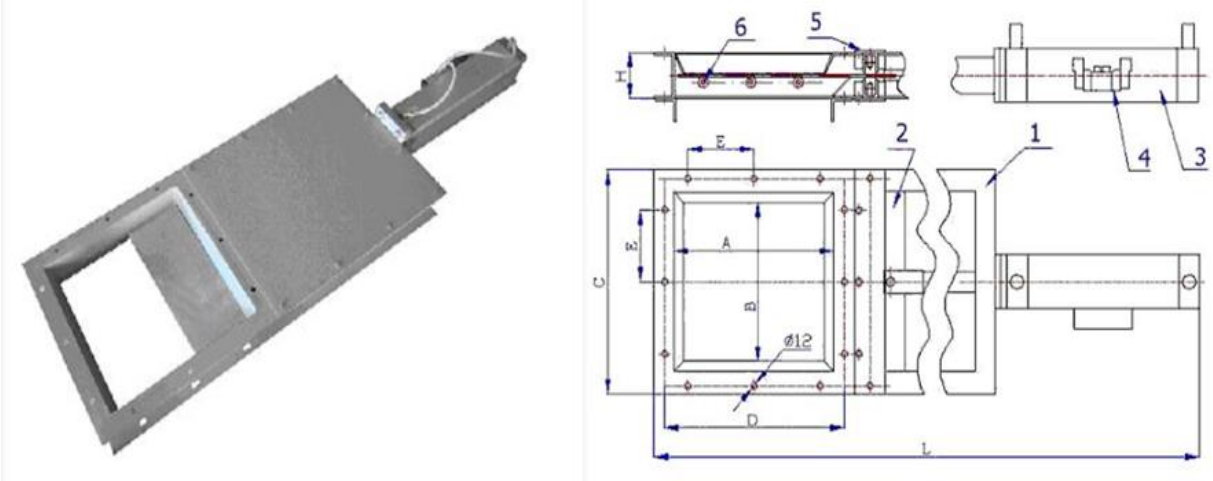


Рис. 1.4. Загальний вид шиберної заслінки із приводом:

1 – рама; 2 – шибер;
3 – пневмоциліндр фірми camozzi з перехідною плитою;
4 – електропневматичний розподільник; 5 – вузол ущільнення;
6 – підшипники.

Засувки працюють за температури довкілля від 0 до + 50 С і відносної вологості від 30 до 80 % (у разі застосування осушувачів стисненого повітря - від -20 до + 50 С). Тиск повітря на вході в пневмосистему має перебувати в межах від 4 до 6 атм.

На рис. 1.4. наведено узагальнену компановку шиберного пристрою, де корпус складається з трійника з розширенням у центрі, також порожнистим відгалуженням, що може бути розбірним, і наявність кришки, яка забезпечує доступ до затвора. Сідельний клапан - виконує функцію направлення, яка своєю чергою забезпечує герметичність затвора. Заслінкою є елемент, який розташована по відношенню до потоку середовища перпендикулярно, також до цієї функції належить функція регулювання пропускної здатності засувки. Шток, що знаходиться у верхній частині корпусу, відповідає за переміщення заслінки. Гвинт, важіль, привід - все це відноситься до механізму управління. Сальниковий вузол забезпечує герметичність пари шток-корпус. [5]

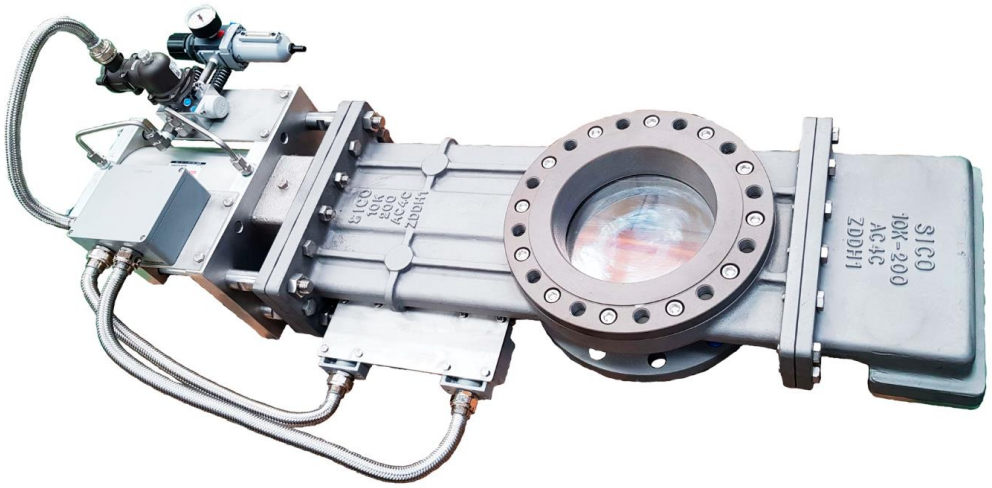


Рис. 1.5. Загальний вид комплесного рішення дозувальної шиберної заслінки із системою керування:

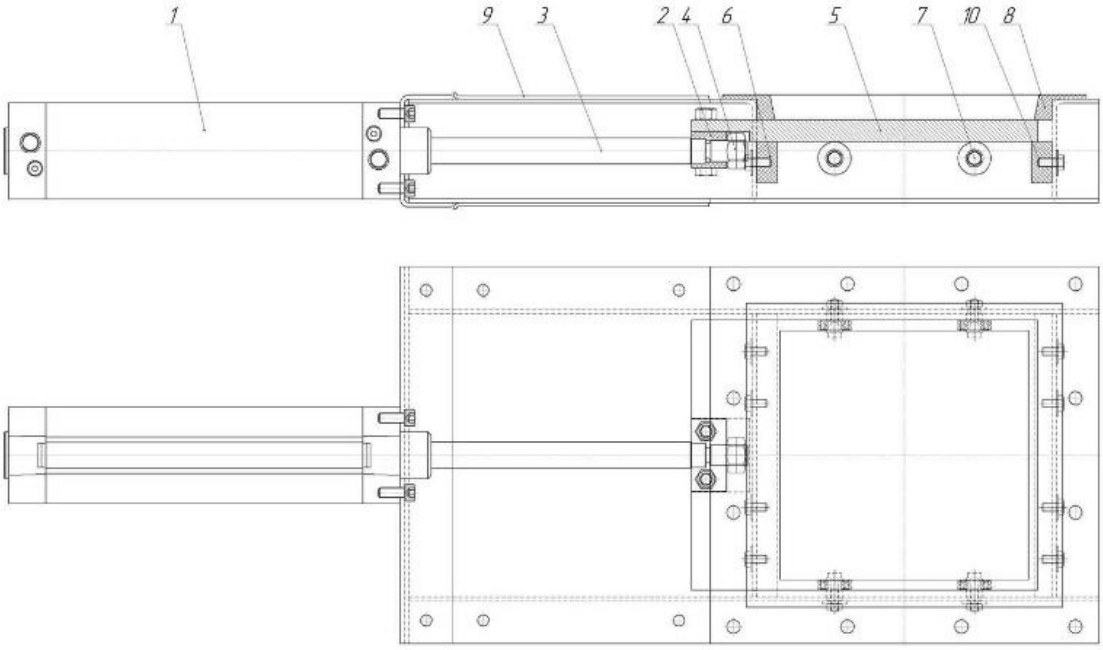


Рис. 1.6. Пневматичний шиберний затвор:

1 – пневмоциліндр; 2 – втулка; 3 – шток циліндра; 4 – гайка; 5 – ніж; 6 – напрямна планка; 7 – опорний ролик; 8 – ущільнювальний конус; 9 – кришка; 10 – запірна планка

Основні задачі подальшого дослідження полягатимуть у моделювання роботи і системи керування для конструкції шиберного дозатора.

Висновки до розділу 1

На основі опрацьованих матеріалів можна відокремити перспективні напрями дослідження:

- Дослідження впливу різних факторів на точність дозування шиберними дозаторами. До таких факторів можна віднести:
    - Конструкція шиберів (плоска, профільна, поворотна)
    - Матеріал шиберів (вуглецева сталь, нержавіюча сталь)
    - Тип приводу (механічний, електричний)
    - Компонування дозатора (вертикальне, горизонтальне)
2. Розробка нових методів регулювання точності дозування шиберними дозаторами. Такі методи можуть бути засновані на використанні:
    - Інформації про стан продукту в дозаторі (щільність, вологість, абразивність)
    - Датчиків положення шибера
    - Автоматизованих систем управління
3. Розробка нових матеріалів для виготовлення шиберів шиберних дозаторів. Такі матеріали повинні мати високу міцність, зносостійкість, хімічну стійкість і не повинні адсорбувати продукт.
4. Розробка нових конструкцій шиберних дозаторів для дозування нових видів сипких харчових продуктів. Такі продукти можуть мати підвищену вологість, абразивність, липкість або інші специфічні властивості, які вимагають використання спеціальних дозаторів.

Ці задачі є актуальними, оскільки шиберні дозатори є одними з найбільш поширених типів дозуючих пристроїв для сипких харчових продуктів. Розробка нових методів і технологій їх виготовлення та використання дозволить підвищити їх точність, надійність і ефективність.

Розділ 2. Обгрунтування вибору системи керування дозатору шиберного типу

2.1. Опис роботи системи дозування сипких продуктів дозами масою 0,2–5 грам

Завдання дозування сипучих продуктів малими дозами зумовлені потребами харчової, фармацевтичної та хімічної промисловостей [6]. Нормативні документи з вимогами до кількості продуктів в упаковках поширюються на упаковки з номінальною масою 5 г і вище. Водночас є багато продуктів у зазначених галузях промисловості, які фасуються в упаковки з масою дози менше 5 г [7, 8]. Зазначимо також, що у вітчизняній науковій і технічній літературі питання похибки дозування практично не розглядаються, хоча відповідний ДСТУ Р 8-579-2001 було прийнято в 2001 р. У західній літературі, присвяченій фасувально-пакувальному обладнанню, ці питання висвітлюються доволі докладно [9, 10]. У китайській літературі, після ухвалення в 2004 р. стандарту JJF 10702 з'явилися статті, присвячені дослідженню похибки систем дозування для різних видів продуктів [11-16].

У роботах [17] розглянуто питання похибки технологічного дозування важковисипких продуктів. У роботі [18] для технологічного дозування запропоновано підвищувати точність дозування шляхом послідовного додавання декількох доз меншого об'єму. Розглянемо межі допустимих похибок дозування одиничних мірних доз, що допускаються, що лежать у межах від 0,5 г до 5 г, для забезпечення вимог нормативних документів до кількості товару в споживчих упаковках. Для досягнення поставленої мети вирішувалися такі завдання. Першим завданням цієї роботи є визначення вимог до похибки дозаторів для малих доз, що лежать у межах 0,2-5 г. Продукт малої маси (менше 5 г) в одиничному пакуванні надходить до покупця в споживчому пакуванні, в якому

сумарна маса продукту М дорівнює або більша за 5 г, що і вказується в маркуванні. У цьому разі мають дотримуватися вимоги, зазначені в Табл. 1. Наприклад, під час продажу чаю в пакетиках, на споживчій тарі вказується сумарна маса нетто і в більшості випадків відсутня інформація про кількість чаю в індивідуальній упаковці.

Табл. 1

Допустимі межі похибки маси нетто відповідно до Державного Стандарту (максимум 10 кг)

Номінальна кількість нетто, М, грам	Стандарт JJF 1070-2005		COUNCIL DIRECTIVE-76-21-EEC	
	Межа негативних відхилень Т			
	% від М	грам	% від σ_n	Грам (мл)
5-50	9	-	9	-
50-100	-	4,5	-	4,5
100-200	4,5	-	4,5	-
200-300	-	9	-	9
300-500	3	-	3	-
500-1000	-	15	-	15

Відповідно до вимог перелічених вище нормативних документів, усі упаковки повинні відповідати таким вимогам: середній вміст упаковки партії товарів має бути більшим або дорівнювати номінальному значенню маси, зазначеному на упаковці. Упаковка, в якій фактичне значення маси Мфакт ≥ М - Т, вважається придатною для випуску в обіг. Якщо Мфакт < М - Т, то упаковка вважається бракованою і в партії товару допускається присутність 2 виробів. У бракованих упакованих одиницях не повинно бути жодної пакувальної одиниці, у якої від'ємне відхилення вмісту нетто від номінальної кількості перевищує подвійну межу допустимих

від'ємних відхилень. Відповідно до цих вимог, випробовуваної партії має дорівнювати 100 од., а в Євросоюзі - 80 од. Можна вважати, що індивідуальні упаковки з масою дози менше 5 г опинилися поза рамками метрологічних вимог до кількості фасованого товару в індивідуальних упаковках. Другим завданням цієї роботи є обґрунтування рекомендацій з налаштування дозаторів із низькими характеристиками щодо точності дозування, для виконання вимог нормативних документів до кількості фасованого продукту в упаковці. Третім завданням є розробка і дослідження мехатронної системи дозування, що забезпечує можливість дозувати різні дози, кратні мінімальній одиничній масі без розбирання дозатора і регулювання дози.

2.1.2. Методи дослідження. Як видно з табл. 1, поодинокі упаковки з масою дози менше ніж 5 г у нормативних документах не розглядаються, хоча є велика кількість продуктів, які споживач купує в магазинах: сіль, цукор, перець та інші спеції. Для багатьох видів продукції, наприклад, чай у пакетиках або різні харчові добавки, питання вирішується просто, тому що їх продають у споживчій тарі, де міститься кілька одиничних упаковок із малими дозами, і тоді виробник та продавець відповідають за забезпечення вимог до кількості похибки дозування сумарної маси продукту, яка міститься у споживчій тарі та зазначена на маркуванні. Як правило, у такій споживчій упаковці міститься кількість пакетів із такого ряду: n = 20, 25, 50, 100 і 150. Розглянемо це на прикладі чайних пакетиків із масою дози в одному пакетику, що дорівнює 2 г. У табл. 2 наведено значення характеристик доз у споживчій тарі, де n- кількість одиниць пакування, М-вага у грамах, Т- межа негативних відхилень у грамах, σ- максимальне допустиме середнє квадратичне відхилення від ваги у грамах, σ_n - максимальне допустиме середнє квадратичне відхилення одиничної маси.

Табл. 2

Дозові характеристики в споживчих упаковках

n	М, г	Т	σ	σ_n
20	40	3,6	1.8	0,402
25	50	4,5	2.25	0,45
50	100	4,5	2.25	0,32
100	200	9	4.5	0,45
150	300	9	4.5	0,37

Аналіз абл. 2 показує, що, якщо похибка дозатора дорівнює 0,32 г, то за будь-якого n з обраного ряду, забезпечуються вимоги стандарту до кількості продукту в споживчій тарі. За похибки дозування, що дорівнює 0,37 г, при n = 50 вимоги стандарту не забезпечуються. За похибки дозування, що дорівнює 0,402 г, вимоги стандарту не виконуються за n, що дорівнює 50 і 150. За найбільшої похибки дозатора, що дорівнює 0,45 г, вимоги стандарту будуть виконані тільки за n, що дорівнює 25 і 100. Максимальне допустиме середнє квадратичне відхилення одиничної маси дози визначалося відповідно до виразу:

$$\sigma_n = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \qquad (2.1)$$

На рис. 2.1. представлено графічну інтерпретацію вимог до похибки дозування за стандартом. Фактична середня маса розфасованої продукції Мф має бути більшою або дорівнювати номінальній масі М.

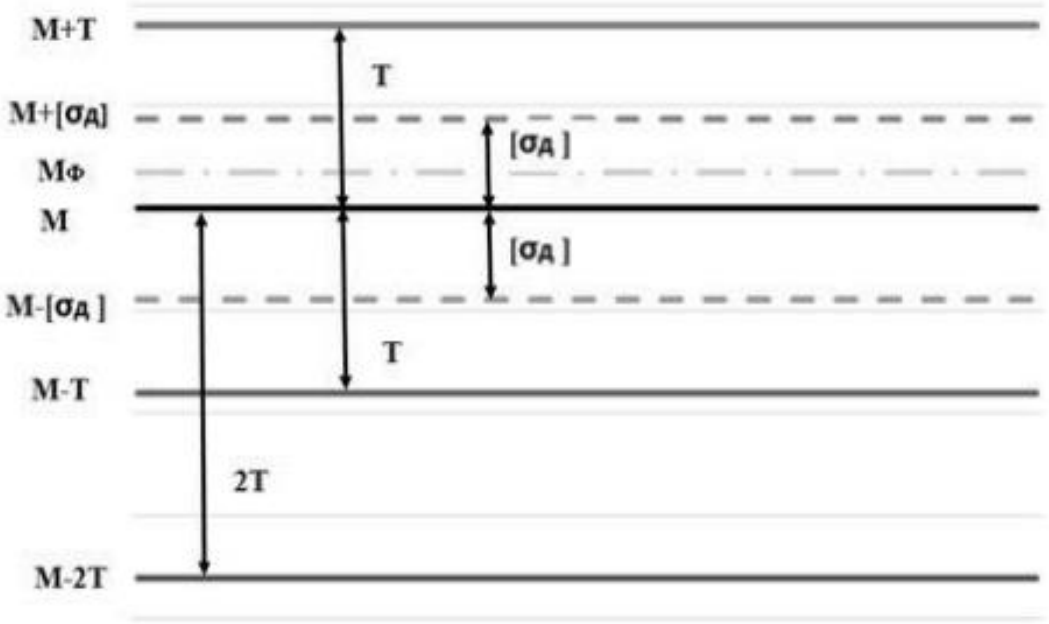


Рис. 2.1. Вимоги до похибок дозування за стандартом

Позначення, представлені на (рис. 2.1.): $M_{ном}$ - номінальна маса; T - граничне відхилення; $[\sigma_д]$ - максимальне допустиме середнє квадратичне відхилення, що його повинен забезпечити дозатор; $M_ф$- фактичне середнє значення маси упакованої продукції. З достатнім ступенем точності можна від відхилення Т перейти до стандартної характеристики дозатора - допустимого максимального середнього квадратичного відхилення $[\sigma_д]$ = Т/2. Вимога стандарту на забезпечення середнього арифметичного значення маси, що дорівнює номінальному, забезпечується автоматично за будь-якого середнього квадратичного відхилення. Тому при виборі дозатора обов'язково має виконуватися умова $[\sigma_ф] \leq [\sigma_д]$. Можливо, що у виробника наявні дозатори не можуть забезпечити цю умову, тобто $\sigma_ф > [\sigma_д]$. Тоді неможливо забезпечити вимогу, що тільки 2 % упаковок можуть мати від'ємне відхилення Т, більше допустимого. У цьому випадку, за відсутності іншого дозатора, можливе використання наявного, якщо дозатор налаштований на дозу, більшу за номінальну масу М [22]. У цьому випадку дозатор повинен налаштовуватися на більше значення маси дози Мн, що дорівнює:

$$M_н = M + (\sigma_ф - [\sigma_д]) \quad (2.2)$$

На рис. 2.2. представлені похибки дозування на велику масу дози.

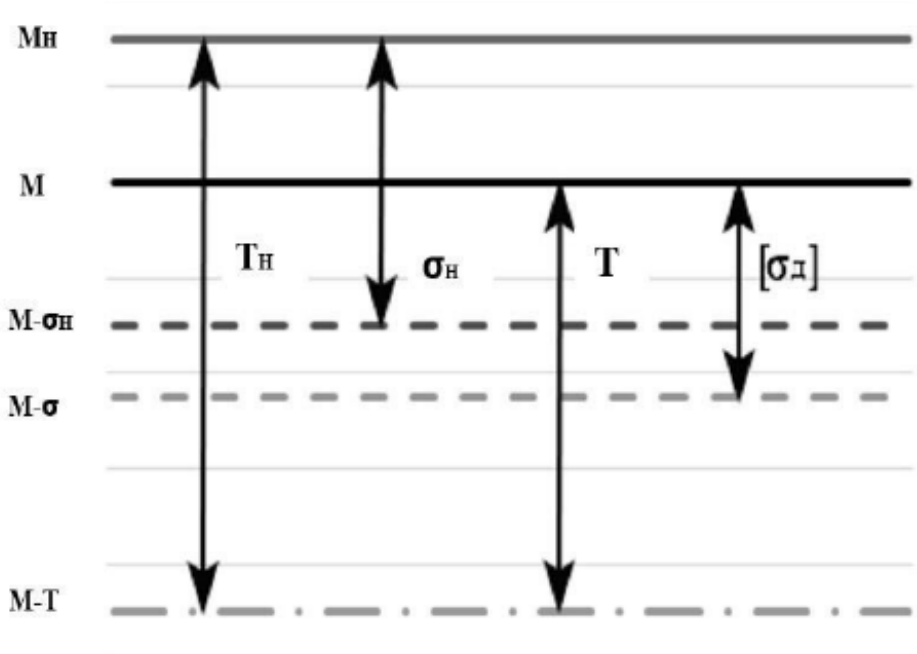


Рис. 2.2. Похибки дозування на збільшену середню масу дози

Позначення, представлені на рис. 2.2.: М - номінальне значення маси; Т - допустиме граничне відхилення; $T_н$- фактичне граничне відхилення; $M_н$- фактичне середнє значення маси упакованої продукції; $[\sigma_д]$ - допустиме середнє квадратичне відхилення; σн - фактичне середнє квадратичне відхилення. Крім ринку фасувально-пакувального обладнання для чаю, дозатори для фасування сипучих продуктів, як правило, виробляють за спеціальними замовленнями. Здебільшого це вагові дозатори з низькою продуктивністю. Для фасування сипучих порошків у фармацевтичній промисловості використовується об'ємне дозування [23].

2.1.3. Опис моделі дискретного дозування сипких матеріалів у шиберному дозаторі

Розглянемо мехатронну систему об'ємного дозування з одиничною масою дози 0,5г. Система дозування застосовується для пакетів із розмірами в довжину 50мм за одночасного дозування у два пакети по 0,5г. Можна дозувати в один пакет, довжиною, що дорівнює або перевищує 90мм, одразу дві дози. У фасувально-пакувальному автоматі, для якого розроблялася ця система, висота пакета дорівнює 50мм, що дає змогу фасувати в нього 0,5г; 1,0г; або 1,5г. Для доз у межах 0,2-5г, як правило, використовується плоский пакет розмірами 50 на 50мм. Місткість пакета можна збільшити, змінюючи висоту пакета. Час циклу визначається часом протягування, який і визначає час, відведений на дозування і фасування продукту. Час циклу становить 1,04 с, час фасування - 0,52с. Продуктивність автомата дорівнює 57 подвійним упаковкам за хвилину. При контролі кількості товару в упаковці, кількість перевірених споживчих упаковок має дорівнювати 100, що відповідає вимогам стандарту. Порядок контролю має відповідати вимогам метрологічного нагляду:

- визначається середнє арифметичне значення дози:

$$\mathrm{M_{ср}} = \frac{\Sigma \mathrm{M}}{100} \tag{2.3}$$

- визначається середнє квадратичне відхилення маси дози:

$$\sigma_{\text{д}} = \sqrt{\Sigma_{N=1}^{N} \left(\mathrm{M_{ср}} - \mathrm{M}_n\right)^2 / (n-1)} \tag{2.4}$$

- визначається середнє квадратичне відхилення середньої маси дози:

$$\sigma_{\text{ср}} = \frac{[\sigma_{\text{д}}]}{\sqrt{n}} \quad (2.5)$$

- встановлюється фактичне граничне відхилення маси дози:

$$T_{\text{ф}} = 2{,}04\sigma_{\text{д}} \quad (2.6)$$

- налаштування дозатора має забезпечувати середнє значення дози:

$$\text{M}_{\text{ср}} = \text{M}_{\text{ном}} + 0{,}204\sigma_{\text{д}} \quad (2.7)$$

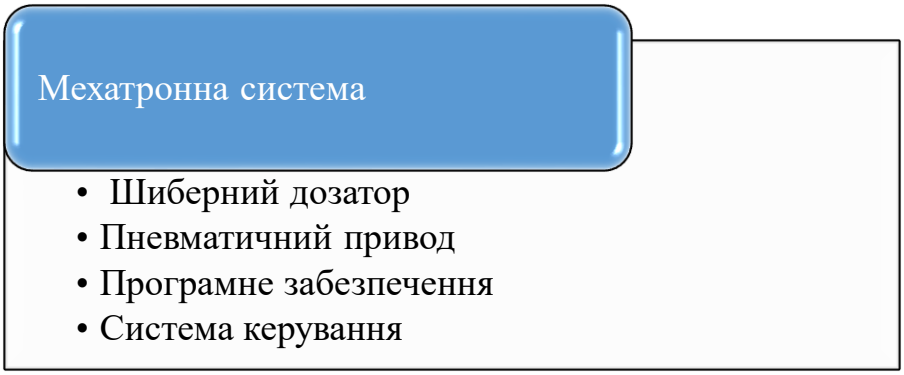


Рис. 2.3. Структурна схема мехатронної системи об'ємного дозування.

Основні елементи цієї системи: шиберний дозатор, пневматичний привід, система управління і програмне забезпечення. На рис. 2.3. представлено один із можливих варіантів шиберного дозатора з чотирма мірними об'ємами, двома випускними отворами в корпусі та трьома отворами в живильнику. Шибер приводиться в рух пневматичним циліндром. Регулювання величини дози забезпечується двостороннім обмеженням ходу штока циліндра.

2.2. Опис досліджуваної системи дозування

Приймаємо, що кінематична продуктивність дозатора склала 230 подвійних доз за хвилину, що вимагає забезпечення часу зміни тари за 0,26 с. Для моделювання з дозуванням сипучих продуктів, час робочого циклу дорівнював 1,04 с.

Фактична продуктивність прийнята: 114 дозами, при одночасному фасуванні у два пакетики.

Загальна схема установки наведена на рис. 2.2.1.:

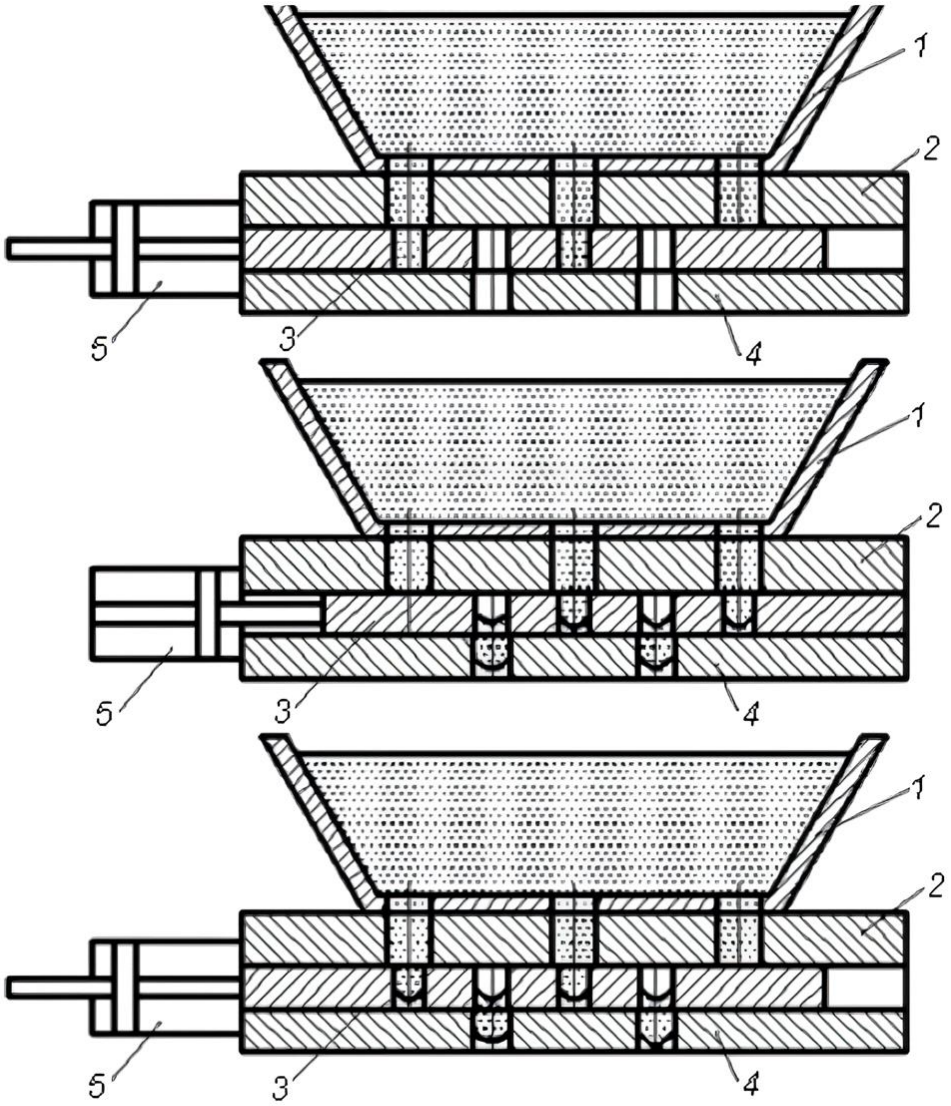


Рис. 2.4. Загальний вид моделі досліджувальної установки - шиберний дозатор із чотирма мірними об'ємами: 1 - живильник; 2 - кришка; 3 - шибер; 4 - корпус; 5 - циліндр із двома штоками.

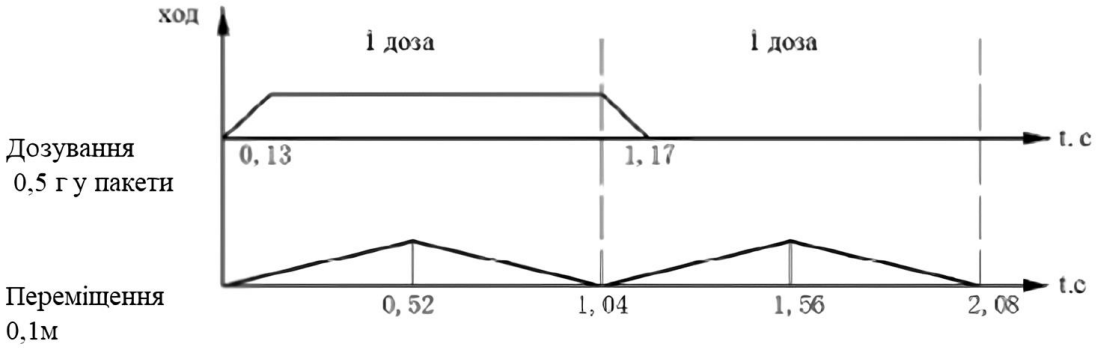


Рис. 2.5. Циклограма роботи дозатора при фасуванні в кожний пакетик однієї дози під час холостого ходу

Для аналізу результатів вимірювань побудовано точкови графік зі 100 точок, які розташовуються по осі ординат з певним кроком (рис. 2.5.). По осі абсцис відзначаються значення мас зліва направо від найменшого значення до максимального. Паралельно осі ординат проводиться пряма, що відповідає середньому значенню маси М. Це є ілюстрацією похибки дозування мехатронної системи, що дає змогу визначати граничне відхилення Т і середнє значення маси дози Мср. Відповідно до рівняння (2.8) і з урахуванням середнього квадратичного відхилення, отриманого в експерименті, дозатор має налаштовуватися на значення маси за формулою:

$$M_{наст} = M_{ном} + 0{,}204\sigma_д = M_{ном} + 0{,}002 = 0{,}5 + 0{,}002 \qquad (2.8)$$

Час холостого ходу механізму протягування дорівнював часу робочого ходу. Оскільки кінематична продуктивність дозатора вища, то під час холостого ходу приводу протягування стрічки можна додатково дозувати два, три або чотири одиничних мірних об'єми в один і той самий пакетик, відповідно, 1г, 1,5г або 2г продукту.

Результати тестових випробувань дозатора при послідовному дозуванні в одну упаковку в табл. 3.

Табл. 3

Результати тестових випробувань дозатора

Кількість доз *n*	2	8	12
Маса дози, г	1	4	6
Кількість зважувань, N	100	100	100
Середне арифметичне значення дози, Мср	1,00	3,99	5,99
Середне квадратичне відхилення дози, σ n	0,013	0,021	0,023
Граничне відхилення дози, Т	0,028	0,043	0,046
Гранична похибка середнього арифметичного, Мо	0,003	0,004	0,004

Висновок до розділу 2:

1. Розглянуто та встановлено вимоги нормативних документів до похибки дозування. На прикладі мехатронної системи об'ємного дозування з одиничною дозою 0,5 грама, було встановлено розрахунок для налаштування дозатора. Надано рекомендації для налаштування дозаторів з високою похибкою дозування, що забезпечують виконання вимог щодо допустимої кількості бракованих упаковок у партії, що перевіряється. Кількість упаковок має бути не менше 100.

2. Описано досліджувальну систему дозування сипкого продукту, фактична продуктивність встановлена 114 подвійних доз, час 1 робочого циклу склав 1,04с. Враховуючи результати тестових випробуванн дозатора, встановлено, що для сипучих продуктів, завдання забезпечення вимог стандартів, що до кількості продукту в споживчій тарі не викликає труднощів.

Розділ 3. Опис моделювання процесів дискретного дозування сипких матеріалів в програмі FLUIDSIM

3.1. Опис моделі в програмі FLUIDSIM

На основі огляду існуючих конструкцій сформовано та досліджено установку для фасування сипких харчових продуктів в пакети від 0,5г до 1,5г. Дана конструкція взята за основу у моделюванні і побудові запропонованої системи керування (рис. 3.1.):

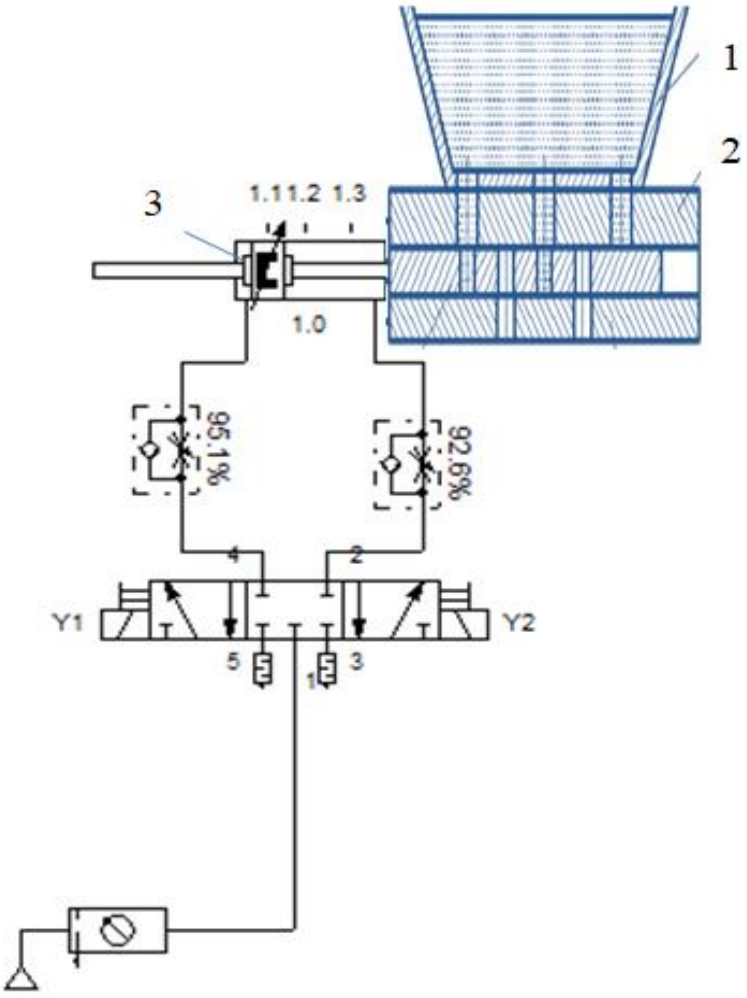


Рис. 3.1. Загальний вид установки для потокового дозатора:

1– бункер живильник; 2– кришка з мірними лунками; 3– пневмоциліндр.

Як видно на схемі та на фото установки, головний запірний елемент – шибер, керований штоком пневматичного циліндра, зв’язаного із електромагнітним клапаном 5/3 золотникового типу. Він працює як клапан, який забезпечує виділення дози продукту, тобто може бути тільки відкритим або закритим. Пневматичний розподільник 5/3 із закритою центральною позицією - це клапан, який має п'ять портів і три робочі позиції. Він використовується для перемикання потоку повітря між двома або трьома каналами.

Пневматичний розподільник 5/3 із закритою центральною позицією має три робочі позиції:

Положення 1: Заслінка повністю закриває канал 1 і повністю відкриває канал 2.

Положення 2: Заслінка повністю закриває обидва канали.

Положення 3: Заслінка повністю відкриває канал 1 і повністю закриває канал 2.

Позиції пневматичного розподільника 5/3 із закритою центральною позицією перемикаються за допомогою пневматичного сигналу. Сигнал подається на один з двох пневматичних входів розподільника.

Вхід 1: Перемикає розподільник у положення 1.

Вхід 2: Перемикає розподільник у положення 3.

Закрита центральна позиція розподільника означає, що заслінка повністю закриває обидва канали. Ця позиція зазвичай використовується для блокування потоку повітря в обох каналах.

Пневматичні розподільники 5/3 із закритою центральною позицією мають ряд переваг, зокрема:

Простоту конструкції: Ці розподільники мають просту конструкцію, що забезпечує їх надійність і довговічність.

Низьку вартість: Ці розподільники відносно недорогі, що робить їх доступними для широкого кола користувачів.

Пневматичні розподільники 5/3 із закритою центральною позицією мають ряд недоліків, зокрема:

Неможливість плавного регулювання потоку повітря: Ці розподільники не дозволяють плавно регулювати потоку повітря, що може бути недоліком для деяких застосувань.

Заклинювання заслінки: Заслінка розподільника може заклинитися в центральній позиції, якщо вона потрапить у цю позицію під впливом зовнішніх сил, таких як тиск продукту або забруднення.

Пневматичні розподільники 5/3 , (рис. 3.2) із закритою центральною позицією використовуються в широкому спектрі застосувань, зокрема:

Управління потоком повітря в пневматичних системах: Ці розподільники використовуються для перемикання потоку повітря між різними компонентами пневматичних систем.

Управління роботами обладнання: Ці розподільники використовуються для управління роботами обладнання, такого як конвеєри, крани та інші механізми.

Управління процесами: Ці розподільники використовуються для управління процесами, такими як дозування, фасування та інші.

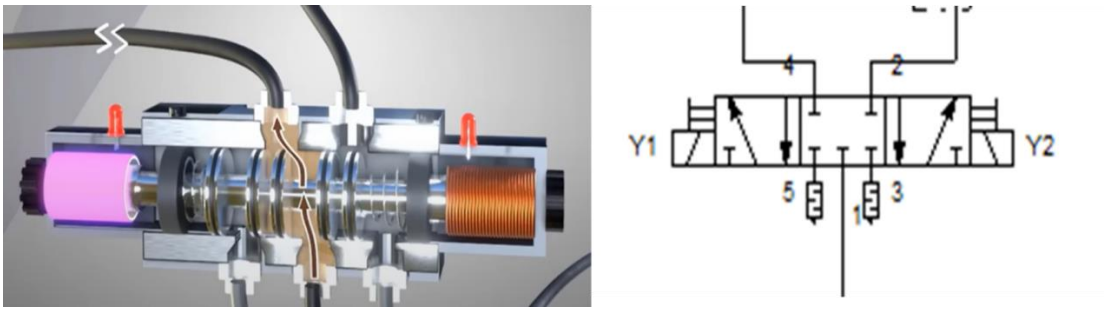


Рис. 3.2. Переріз корпуса 5/3 електромагнітного золотникового клапану

Основна мета моделювання – розробити систему керування функціональним мехатронним модулем для дозування сипких харчових продуктів. Для цього пропонується використовувати підпрограму FBD,

опрацьовану для ПЛК – програмованого логічного контролера в FluidSim (рис. 3.3.).

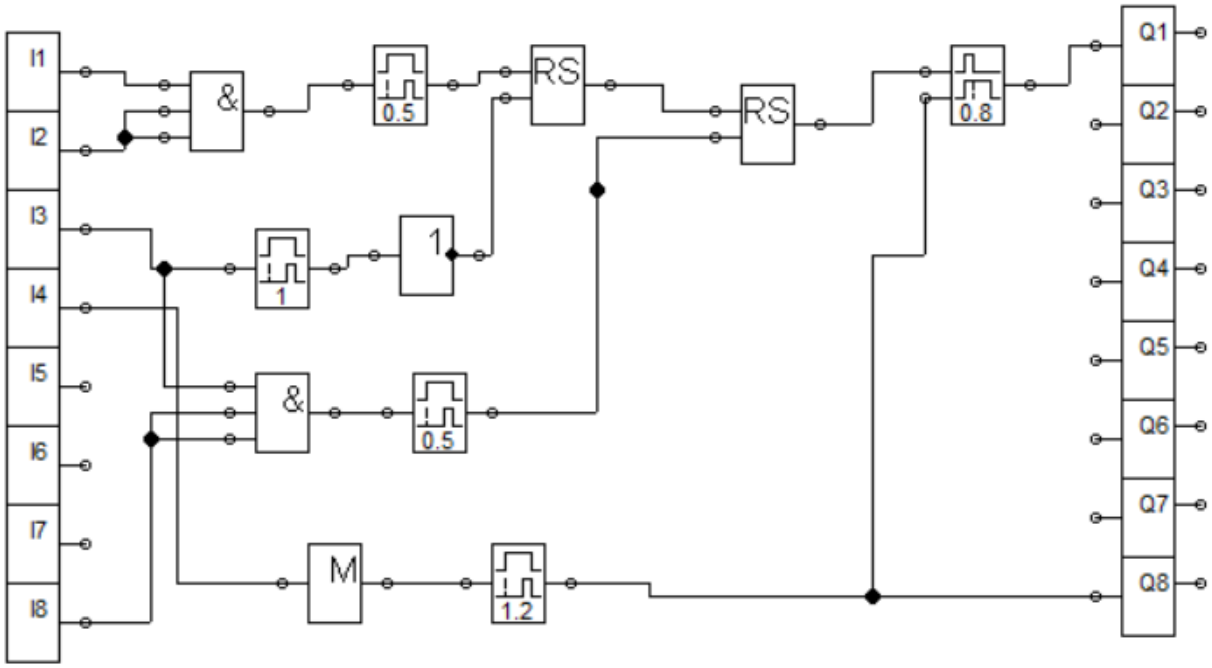


Рис. 3.3. Програма керування ПЛК для модуля дозування

Одним із основних блоків програми обрано RS ситему, рис. 3.4. У програмуванні ПЛК блок RS (Reset/Set) - це логічний блок, який використовується для встановлення або скидання значення логічного сигналу. Блок RS має два входи: вхід R (Reset) і вхід S (Set).

Якщо вхід R перебуває у стані логічної одиниці, то значення логічного сигналу на виході блоку буде скинуто до логічного нуля. Якщо вхід S перебуває у стані логічної одиниці, то значення логічного сигналу на виході блоку буде встановлено до логічного нуля.

Якщо жоден із входів блоку не перебуває у стані логічної одиниці, то значення логічного сигналу на виході блоку буде збережено.

Блок RS може використовуватися для реалізації різних логічних функцій, таких як:

Встановлення або скидання значення логічного сигналу.

Реалізація опитування стану логічного сигналу.

Реалізація затримки спрацьовування логічного сигналу.

Наприклад, блок RS можна використовувати для встановлення значення логічного сигналу на виході блоку відповідно до значення логічного сигналу на вході R. У цьому випадку вхід S блоку буде використовуватися для скидання значення логічного сигналу на виході блоку.

Інший приклад використання блоку RS - це реалізація опитування стану логічного сигналу. У цьому випадку вхід R блоку буде використовуватися для встановлення значення логічного сигналу на виході блоку відповідно до значення логічного сигналу на вході S.

Нарешті, блок RS можна використовувати для реалізації затримки спрацьовування логічного сигналу. У цьому разі вхід R блоку буде використовуватися для встановлення значення логічного сигналу на виході блоку відповідно до значення логічного сигналу на вході S після затримки часу, заданого в блоці.

У програмуванні ПЛК блок RS зазвичай використовується в поєднанні з іншими логічними блоками, такими як блок AND, блок OR і блок NOT.

Рис. 3.4. Загальний вид керованого модуля тригерного типу RS

Ще один блок, який відповідає за продуктивність та налаштування швидкості роботи дозатора це Таймер, на рис. 3.5. Блок Таймер ON у програмі Fluid Sim - це блок, який генерує сигнал логічної одиниці протягом заданого періоду часу. Блок має два входи:

Вхід T (Time) - визначає період часу, протягом якого блок генеруватиме сигнал логічної одиниці.

Вхід Enable (Enable) - визначає, чи буде блок генерувати сигнал логічної одиниці.

Якщо вхід Enable перебуває у стані логічної одиниці, то блок генеруватиме сигнал логічної одиниці протягом заданого періоду часу. Якщо вхід Enable перебуває у стані логічного нуля, то блок не генеруватиме сигнал логічної одиниці.

Блок Таймер ON може використовуватися для реалізації різних функцій, таких як:

- Реалізація затримки спрацьовування логічного сигналу.
- Реалізація періодичного сигналу.
- Реалізація імпульсного сигналу.

Наприклад, блок Таймер ON можна використовувати для реалізації затримки спрацьовування логічного сигналу. У цьому випадку вхід T блоку буде використовуватися для завдання періоду затримки.

Інший приклад використання блоку Таймер ON - це реалізація періодичного сигналу. У цьому випадку вхід T блоку буде використовуватися для завдання періоду повторення сигналу.

Нарешті, блок Таймер ON можна використовувати для реалізації імпульсного сигналу. У цьому випадку вхід T блоку буде використовуватися для завдання тривалості імпульсу.

Блок Таймер ON зазвичай використовується в поєднанні з іншими логічними блоками, такими як блок RS, блок AND, блок OR і блок NOT.

Ось кілька прикладів використання блоку Таймер ON у програмі Fluid Sim: реалізація затримки спрацьовування клапана.

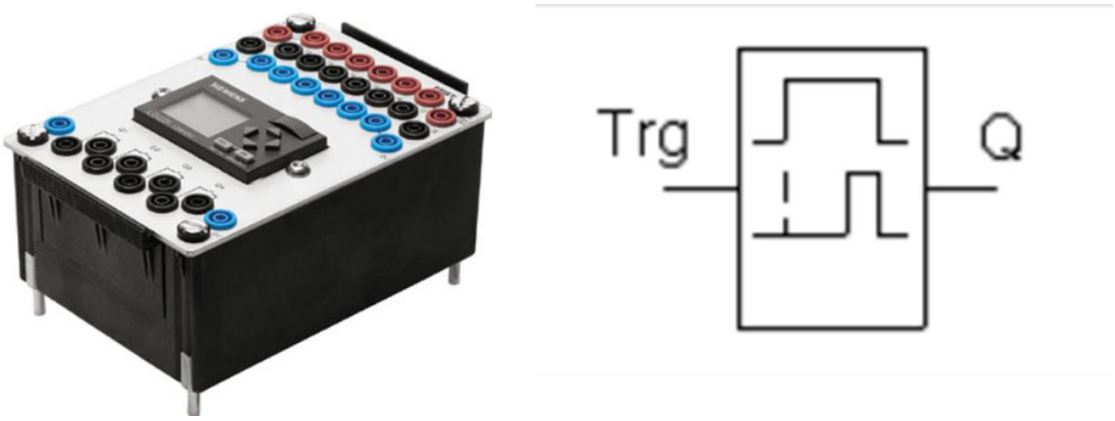


Рис 3.5. Таймер на затримку часу увімкнення в системі дозатора

Інші блоки на рис. 3.3 – це логічні елементи «І», «НЕ», «Блок пам’яті».

Логічний елемент "І" (AND) має два входи та один вихід. Вихід елемента "І" перебуватиме в стані логічної одиниці, якщо обидва входи елемента також перебувають у стані логічної одиниці. Якщо хоча б один із входів елемента перебуває у стані логічного нуля, то вихід елемента також перебуватиме у стані логічного нуля.

Наприклад, логічний елемент "І" можна використовувати для реалізації такої логічної функції:

$$f(x, y) = x * y$$

Ця функція повертає логічну одиницю, якщо обидва вхідні аргументи (x і y) також є логічними одиницями.

Логічний елемент "НЕ" (NOT) має один вхід і один вихід. Вихід елемента "НЕ" перебуватиме в стані логічної одиниці, якщо вхід елемента перебуває в стані логічного нуля. Якщо вхід елемента перебуває у стані логічної одиниці, то вихід елемента також перебуватиме у стані логічного нуля.

Наприклад, логічний елемент "НЕ" можна використовувати для реалізації такої логічної функції:

$$f(x) = \neg x$$

Ця функція повертає логічну одиницю, якщо вхідний аргумент (x) також є логічним нулем.

Блок пам'яті (Memory) має один вхід і один вихід. Вихід блоку пам'яті зберігатиме значення, яке було записано в блок на попередньому циклі.

Блок пам'яті можна використовувати для реалізації такої логічної функції:

$$f(x) = f(x)$$

Ця функція повертає значення, яке було записано в блок на попередньому циклі.

Приклад реалізації програми на Siemens:

```
// Step 7 micro win 4.0 code

VAR
  i : INT;
END_VAR

PROGRAM MAIN

i := 0;

WHILE i < 10 DO
  i := i + 1;
END_WHILE;

    END_PROGRAM;
// STL code

int i = 0;

while (i < 10)
{
  i++;
}
```

Цей код працює так само, як і код Step 7 micro win 4.0. Він збільшує змінну i на 1 у кожному циклі, поки вона не дорівнюватиме 10.

```
// Step 7 micro win 4.0 code
```

```
VAR
  x : REAL;
  y : REAL;
END_VAR

PROGRAM MAIN

x := 1.0;
y := 2.0;

z := x + y;

END_PROGRAM;
```

Цей код просто додає дві змінні x і y і зберігає результат у змінній z.

Ось еквівалентний код на STL:

```
// STL code

float x = 1.0;
float y = 2.0;
float z = x + y;
```

Цей код працює так само, як і код Step 7 micro win 4.0. Він додає змінні x і y і зберігає результат у змінній z.

Використання логічних елементів у програмі FluidSim для реалізації даних системи керування.

Реалізація клапана, який відкривається, якщо обидва вхідні сигнали перебувають у стані логічної одиниці. Для цього можна використовувати логічний елемент "І" (AND).

Реалізація клапана, який відкривається, якщо хоча б один із вхідних сигналів перебуває у стані логічної одиниці. Для цього можна використовувати логічний елемент "АБО" (OR).

Реалізація клапана, який відкривається, якщо вхідний сигнал змінюється з логічного нуля на логічну одиницю. Для цього можна використовувати логічний елемент "НЕ" (NOT).

Реалізація клапана, який відкривається, якщо вхідний сигнал залишається в стані логічної одиниці протягом заданого періоду часу. Для цього можна використовувати блок "Таймер ON" (Timer ON).

Реалізація клапана, який відкривається, якщо вхідний сигнал перебуває в заданому діапазоні значень. Для цього можна використовувати логічний елемент "Порівняння" (Compare).

Логічні елементи є потужним інструментом, який можна використовувати для реалізації різних функцій у приводі дозатора.

3.2. Опис загальної схеми електропневматичної для керування дозатором на базі DSNU-S-16-6-P-A-F1A-MQ-015

Алгоритм роботи дозатора з чотирма мірними об'ємами, керованого пневматичним приводом, наступний:

- Завантаження тари. Тара підводиться завантажувальним конвеєром на дозатор, заслінка закрита.
- Заповнення першого мірного об'єму. Шибер відкривається, продукт надходить у перший мірний об'єм.
- Спорожнення першого мірного об'єму. Шибер закривається, продукт з першого мірного об'єму надходить у вихідний патрубок.
- Заповнення другого мірного об'єму. Шибер відкривається, продукт надходить у другий мірний об'єм.
- Спустошення другого мірного об'єму. Шибер закривається, продукт з другого мірного об'єму надходить у вихідний патрубок. І так далі, доки не будуть заповнені всі мірні об'єми.
- У даному алгоритмі час заповнення одного мірного об'єму дорівнює часу зміни тари. Це забезпечує кінематичну продуктивність 230 подвійних доз за хвилину.

Для моделювання з дозуванням сипучих продуктів час робочого циклу дорівнював 1,04с. Цей час включає час заповнення мірних об'ємів, час зміни тари та час, необхідний для закриття заслінки після зміни тари.

Чисельний експеримент та математично-статистичні аналізи проводилися в ПП FluidSim, яка імітує робочі умови для приводу дозувального модуля, тому схема для даного модуля буде однаковою (рис. 3.6). Основною відмінністю буде силова частина приводу, пневмоциліндр, при цьому система керування теж може змінюватись за умови зміни налаштування блоків в програмі керування: RS, Таймерів. Для фіксування кінематичних характеристик роботи електропневмоприводу, було здійнено анімацію чисельних експериментів. У першій установці задіяно пневмоциліндр DSNU-S-16-6-P-A-F1A-MQ-015.

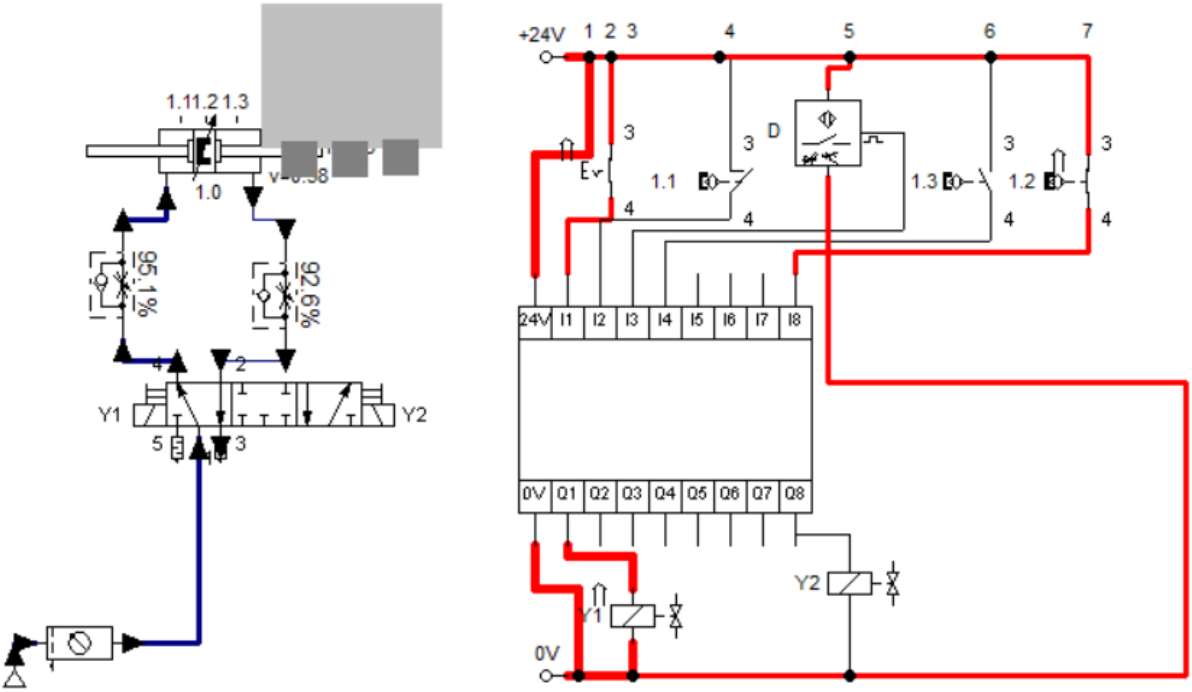


Рис 3.6. Принципова схема модуля.

Для тестування шиберного дозатора на базі пневмоприводу заміряні під час досліду параметри у програмі FluidSim, наведені на рис. 3.7.

За результатами аналізу отриманих даних: максимальна швидкість у межах переміщення 0…15мм, становила 0,82м/с, із

силовим максимальним навантаженням на шток 12Н. Від'ємна швидкість штока (рис. 3.7.), пневматичного циліндра означає, що шток рухається в напрямку, протилежному напрямку руху повітря в циліндрі. Тобто, це може означати негативна швидкість штока пневматичного циліндра: шток циліндра рухається у зворотному напрямку під дією сили пружини або вантажу; шток циліндра рухається у зворотному напрямку під дією зовнішнього впливу, наприклад, сили тертя. Після математико-статистичної обробки в Excel, отримані результати апроксимаційних залежностей (рис. 3.8.).

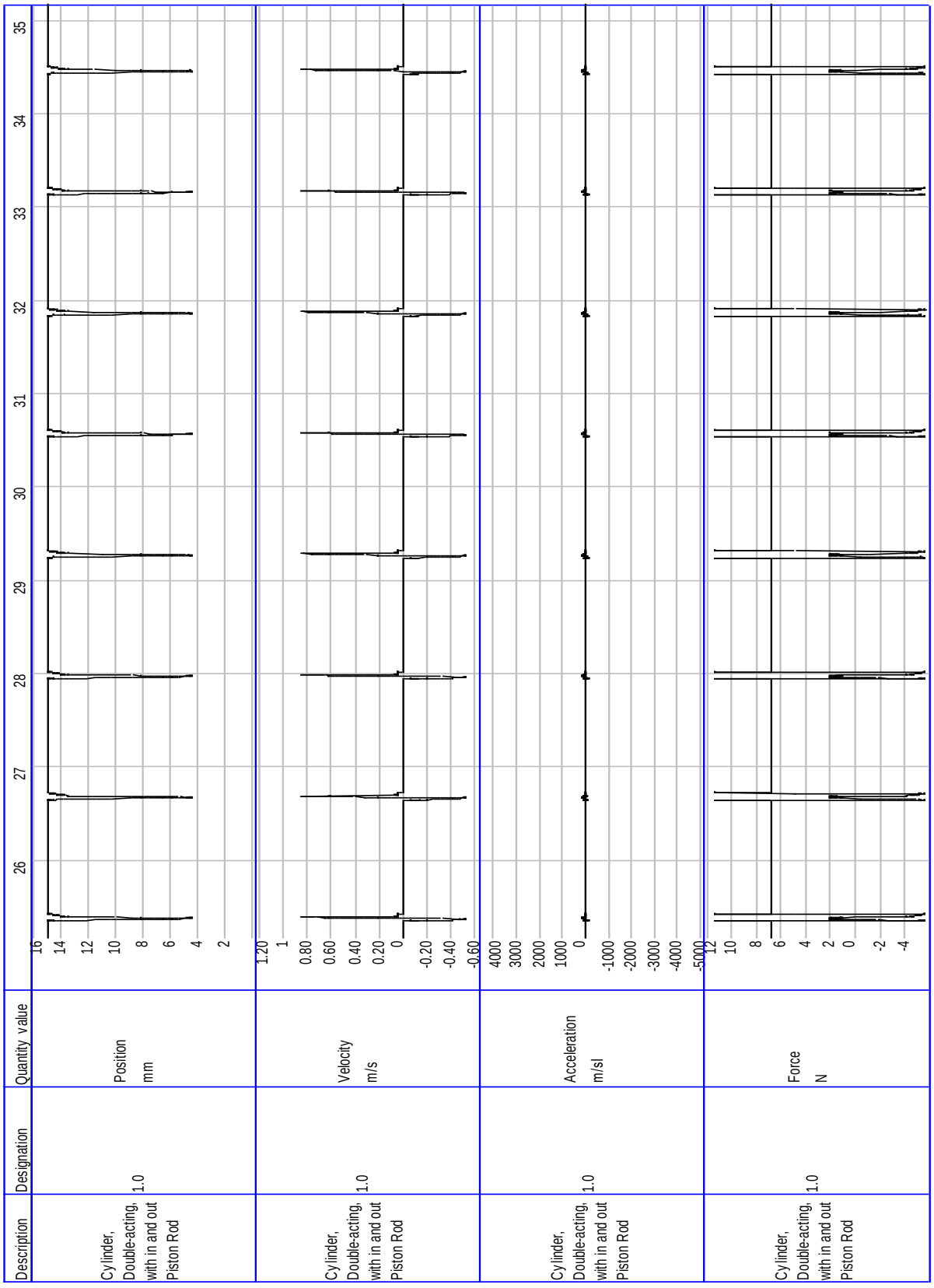
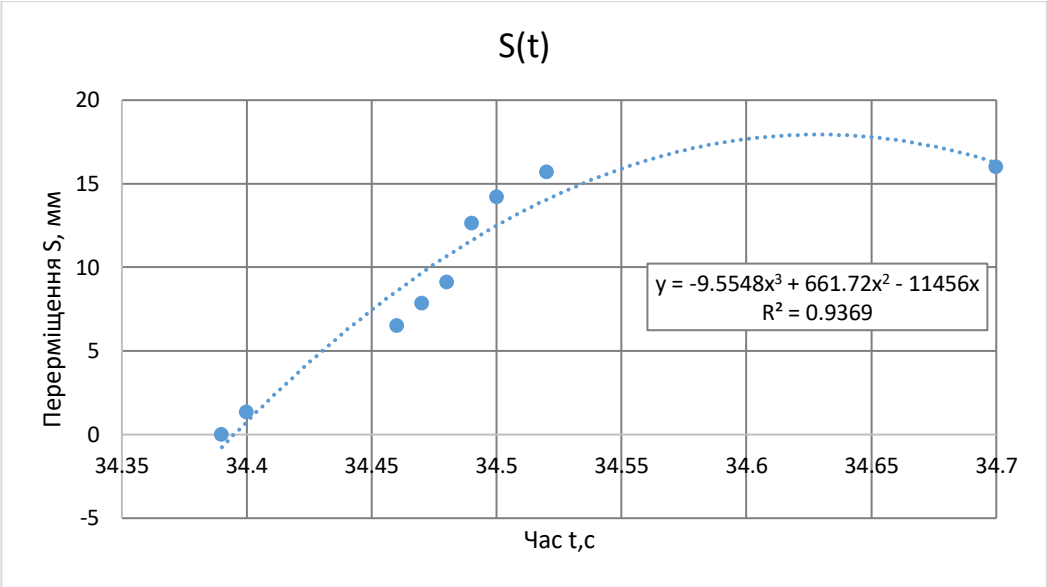


Рис. 3.7. Графіки зміни основних кінематичних параметрів роботи приводу шиберного дозатора у часі: S(t), V(t), a(t), F(t)



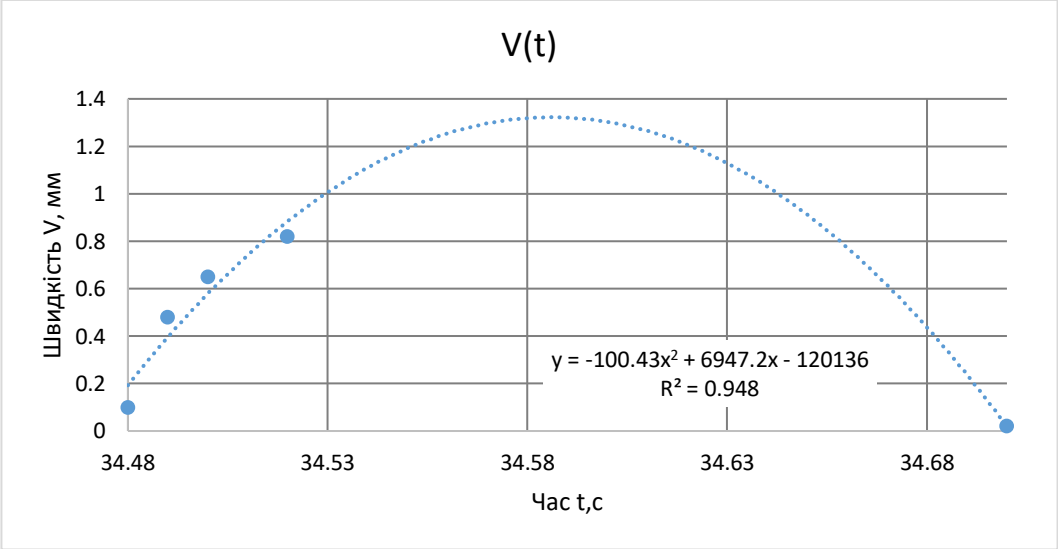


Рис. 3.8. Результати математико-статистичної обробки

Оброблені результати Excel за отриманими рівняннями лінії тренду і R^2 показують, що отримані рівняння добре описують дані. R^2 - це коефіцієнт детермінації, який показує, скільки мінливості даних пояснюється лінією тренда. Чим вищий R^2, тим краще лінія тренда описує дані.

Якщо R^2 близький до 1, то це означає, що лінія тренда дуже добре описує дані. У цьому разі можна з високою впевненістю використовувати лінію тренда для прогнозування значень досліджуваної величини.

Якщо R^2 близький до 0, то це означає, що лінія тренда не дуже добре описує дані. У цьому випадку використання лінії тренду для прогнозування значень досліджуваної величини є менш надійним.

Отримане (рис. 3.8) рівняння апроксимації для роботи шиберної заслінкт із пневмоприводом:

$$y = -9.5548x^3 + 661.72x^2 - 11456x \quad (3.1)$$

Рівняння апроксимації y = -9.5548x3 + 661.72x2 - 11456x, яке отримали під час дослідження графіка переміщення по часу в роботі шиберної заслінки, є рівнянням третього ступеня. Воно добре узгоджується з даними графіка, як видно на рисунку.

Рівняння можна розкласти на три складові:

-9.5548x3 - негативний член, який відповідає тому, що переміщення заслінки зменшується з часом.

661.72x2 - позитивний член, який відповідає тому, що переміщення заслінки збільшується зі швидкістю, яка зростає з часом.

-11456x - негативний член, який відповідає тому, що переміщення заслінки зменшується зі швидкістю, яка зменшується з часом.

В цілому, рівняння апроксимації дає уявлення про те, як переміщується шиберна заслінка в часі. Воно може бути використано для прогнозування положення заслінки в майбутньому або для аналізу її роботи.

$$y = -100.43x^2 + 6947.2x – 120136 \quad (3.2)$$

Рівняння апроксимації (3.2), (рис. 3.8.) є квадратним поліномом другого ступеня. Воно може бути використано для опису графіка швидкості по часу в роботі шиберної заслінки.

На графіку видно, що швидкість заслінки спочатку збільшується, а потім зменшується. Це відповідає тому, що заслінка відкривається, а потім закривається.

Аналізуючи рівняння апроксимації, можна зробити наступні припущення про прискорення заслінки:

Прискорення заслінки є негативним, оскільки значення коефіцієнта при x^2 є негативним. Це означає, що швидкість заслінки зменшується.

Прискорення заслінки зростає з часом, оскільки значення коефіцієнта при x є позитивним. Це означає, що заслінка закривається все швидше.

Ось кілька конкретних прикладів того, як можна використовувати рівняння апроксимації:

- Для прогнозування того, коли заслінка повністю закриється.
- Для визначення моменту, коли заслінка повинна бути відкрита, щоб пропускати певну кількість матеріалу.
- Для виявлення проблем з роботою заслінки, таких як заклинювання або поломка.

Рівняння апроксимації є цінним інструментом для розуміння роботи шиберних заслінок.

Отже, опрацьовані результати Excel за отриманими рівняннями лінії тренду та R^2 показують, що отримані рівняння є хорошими інструментами для аналізу та прогнозування даних.

3.3. Опис загальної схеми електропневматичної для керування дозатором на базі DSNU-S-25-12-P-A-F1A-MQ-015

У другій установці задіяно пневмоциліндр DSNU-S-25-12-P-A-F1A-MQ-015. Проведення чисельного експеримента відбувалося аналогічним шляхом. Чисельний експеримент та математично-статистичні аналізи здійснені в ПП FluidSim, яка імітує робочі умови для приводу дозувального модуля. Оскільки мета дослідження полягає в модернізації функціонального мехатронного модуля дозування сипких харчових продуктів, схема модуля буде однаковою (рис. 3.6). Основною відмінністю є отримані результати (рис. 3.9), де силова частина приводу, пневмоциліндр, при цьому система керування теж може змінюватись за умови зміни налаштування блоків в програмі керування: RS, Таймерів. Для фіксування кінематичних характеристик роботи електропневмоприводу, було здійнено анімацію чисельних експериментів.

За результатами аналізу отриманих даних: максимальна швидкість у межах переміщення 0…15мм, становила 0,59 м/с, із силовим максимальним навантаженням на шток 12Н. Від'ємна швидкість штока (рис. 3.9), пневматичного циліндра означає, що шток рухається в напрямку, протилежному напрямку руху повітря в циліндрі.

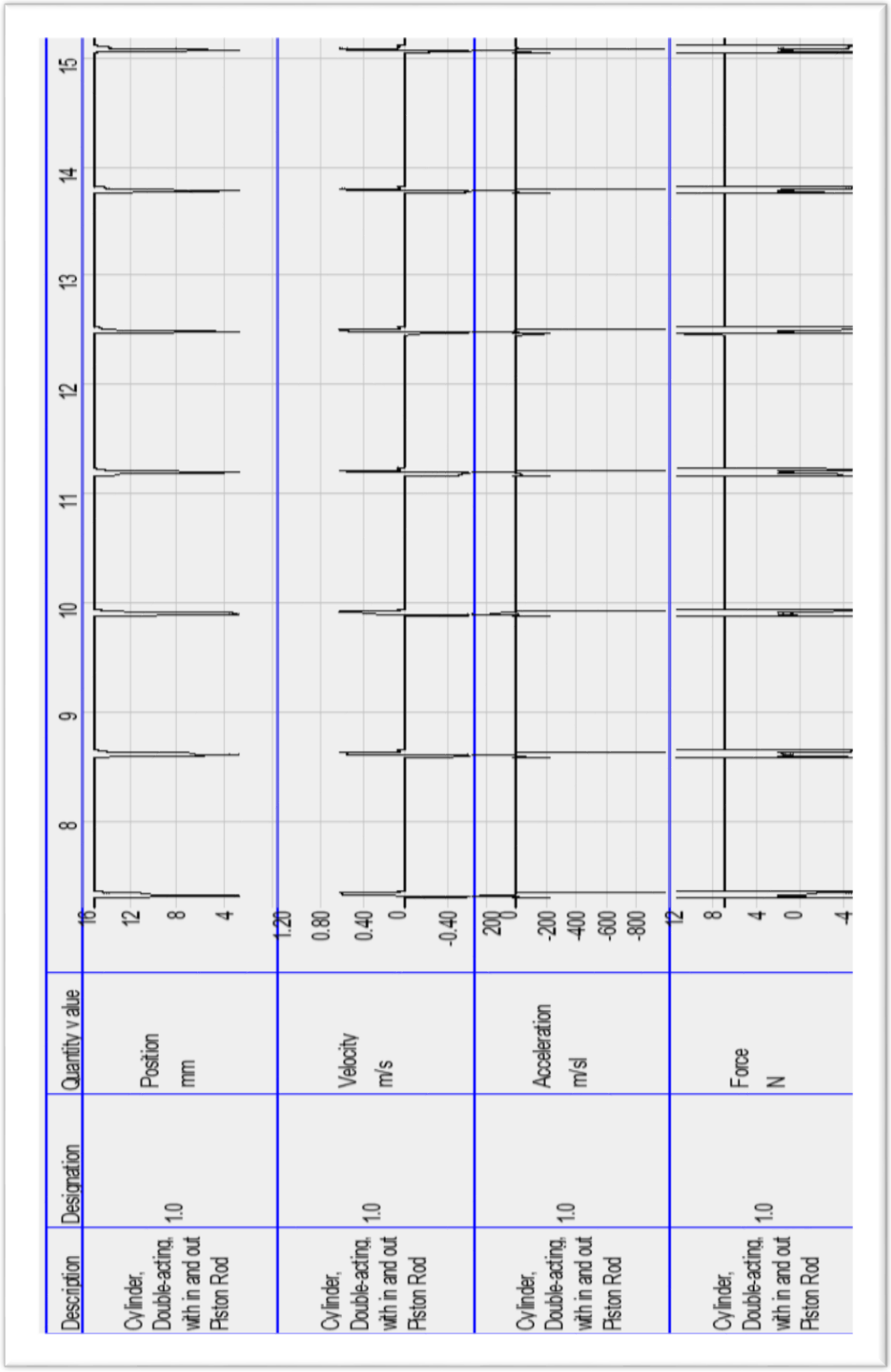


Рис. 3.9. Графіки зміни основних кінематичних параметрів роботи приводу шиберного дозатора у часі: S(t), V(t), a(t), F(t)

Тобто, це може означати негативна швидкість штока пневматичного циліндра: шток циліндра рухається у зворотному напрямку під дією сили пружини або вантажу; шток циліндра рухається у зворотному напрямку під дією зовнішнього впливу, наприклад, сили тертя. Після математико-статистичної обробки в Excel, отримані результати апроксимаційних залежностей (рис. 3.10).

Оброблені результати Excel за отриманими рівняннями лінії тренду і показують R^2= 0,97 для графіка S(t), тобто отримані рівняння добре описують дані. R^2 = 0,99 для графіка V(t), а саме, R^2, достатньо високий. Отримані апроксимаційні залежності описують переміщення і швидкість для вихідної ланки (штока пневматичного цилідра DSNU-S-25-12-P-A-F1A-MQ-015), яка зв'язана шарніром із шиберною заслінкою.

$$y = -114.08x^3 + 3755.1x^2 - 30900x \quad (3.3)$$

Рівняння апрокмації (3.1) є кубічним многочленом, який добре апроксимує графік переміщення по часу в роботі шиберної заслінки. Це рівняння описує наступні характеристики процесу:

- -114.08x3: Цей член відповідає за швидке зростання переміщення заслінки на початку руху.
- 3755.1x2: Цей член відповідає за більш повільне зростання переміщення заслінки в середині руху.
- -30900x: Цей член відповідає за уповільнення переміщення заслінки в кінці руху.

На основі цього рівняння можна зробити наступні висновки про роботу шиберної заслінки:

- Шиберна заслінка починає рухатися з великою швидкістю, яка потім зменшується до більш поміркованої швидкості.
- Шиберна заслінка досягає кінцевого положення з меншою швидкістю, ніж вона починала рух.

Рівняння апрокмації може бути використано для прогнозування положення шиберної заслінки в будь-який момент часу. Це може бути корисно для управління роботою шиберної заслінки або для виявлення потенційних проблем.

На зображенні, (рис. 3.10), можна побачити, що рівняння апрокмації добре відображає реальний графік переміщення заслінки. Рівняння зазнає невеликих відхилень від графіка на початку і в кінці руху, але в цілому воно дає досить точний результат.

Рівняння апроксимації:

$$y = -1269.8x2 + 41664x – 341744 \quad (3.4)$$

є квадратним поліномом другого ступеня. Воно може бути використано для опису графіка швидкості по часу в роботі шиберної заслінки.

На графіку видно, що швидкість заслінки спочатку збільшується, а потім зменшується. Це відповідає тому, що заслінка відкривається, а потім закривається.

Аналізуючи рівняння апроксимації, можна зробити наступні припущення про прискорення заслінки:

- Прискорення заслінки є негативним, оскільки значення коефіцієнта при x^2 є негативним. Це означає, що швидкість заслінки зменшується.
- Прискорення заслінки зростає з часом, оскільки значення коефіцієнта при x є позитивним. Це означає, що заслінка закривається все швидше.

(рис. 3.10) - графічне зображення прискорення заслінки. Як видно з графіка, прискорення заслінки є негативним і зростає з часом. Це відповідає припущенням, які було зроблено на основі рівняння апроксимації.

Оброблені результати Excel за отриманими рівняннями лінії тренду і R^2 показують, що отримані рівняння добре описують дані. R^2 - це коефіцієнт детермінації, який показує, скільки мінливості даних

пояснюється лінією тренда. Чим вищий R^2, тим краще лінія тренда описує дані.

Отже, опрацьовані результати Excel за отриманими рівняннями лінії тренду та R^2 показують, що отримані рівняння є хорошими інструментами для аналізу та прогнозування даних.

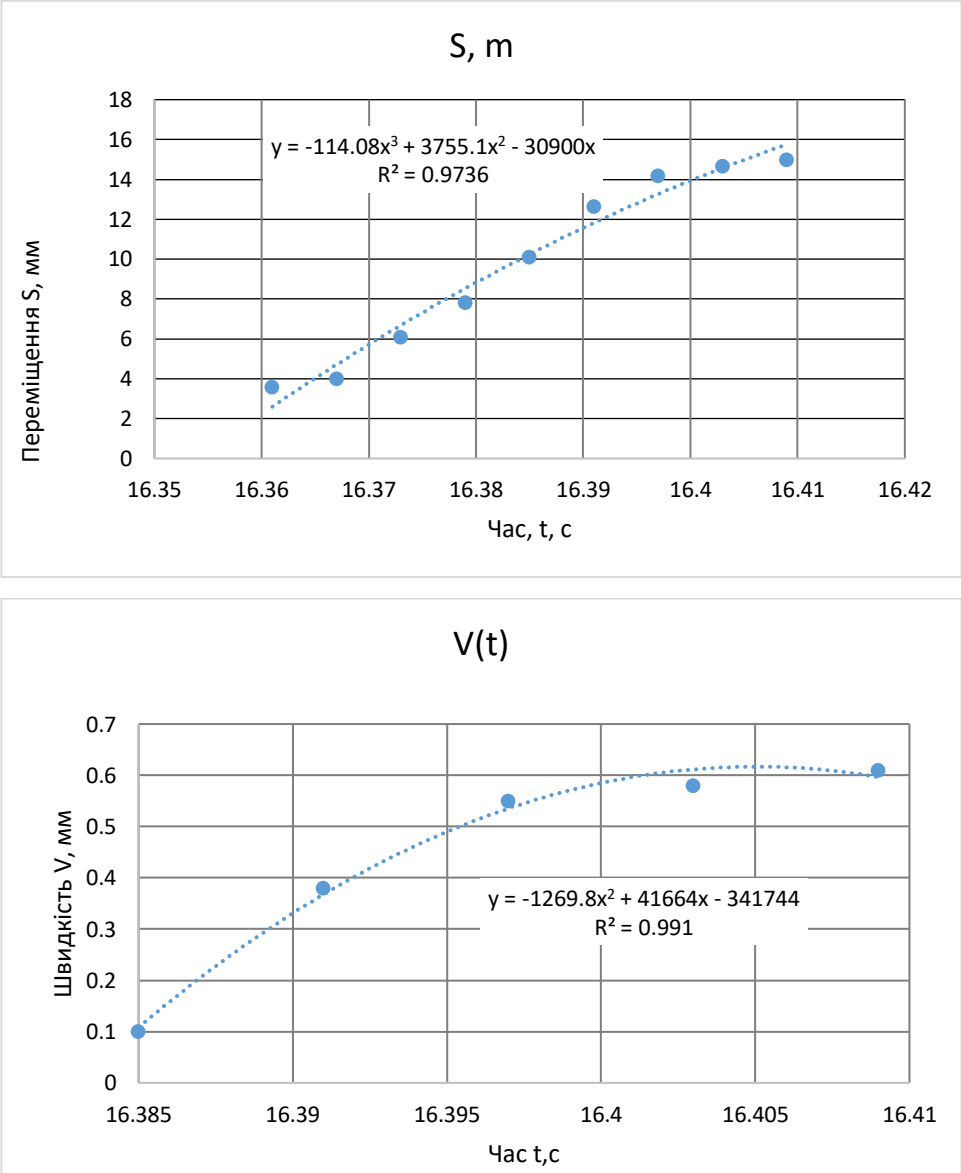


Рис. 3.10. Результати математико-статистичної обробки

Висновоком до проведених досліджень із результатами (рис. 3.9., рис. 3.10.) є наступне.

Негативне прискорення заслінки може призвести до наступних негативних наслідків:

- Збільшення навантаження на механізм заслінки. Прискорення вимагає від механізму заслінки додаткової енергії для руху. Це може призвести до передчасного зносу механізму та його поломки.
- Збільшення шуму та вібрації. Прискорення може викликати шум і вібрацію, що може негативно позначитися на комфорті та безпеці праці.
- Зниження точності та якості роботи заслінки. Прискорення може призвести до того, що заслінка не закриється повністю або не відкриється повністю. Це може призвести до проблем з продуктивністю та безпекою.

Висновок до розділу 3.

Було проведено моделювання процесів дискретного дозування сипких матеріалів на основі однієї загальної електропневматичної схеми, але на базі двох різних силових частин приводу-пневмоциліндрів.

У першій установці використано пневмоциліндр DSNU-S-16-6-P-A-F1A-MQ-015, а на другій DSNU-S-25-12-P-A-F1A-MQ-015.

За результатами аналізу отриманих даних за використання DSNU-S-16-6-P-A-F1A-MQ-015: максимальна швидкість у межах переміщення 0…15мм, становила 0,82м/с, із силовим максимальним навантаженням на шток 12Н.

Прискорення заслінки є негативним, оскільки значення коефіцієнта при x^2 є негативним. Це означає, що швидкість заслінки зменшується.

Прискорення заслінки зростає з часом, оскільки значення коефіцієнта при x є позитивним. Це означає, що заслінка закривається все швидше.

За результатами аналізу отриманих даних за використання DSNU-S-25-12-P-A-F1A-MQ-015: максимальна швидкість у межах переміщення

0…15мм, становила 0,59 м/с, із силовим максимальним навантаженням на шток 12Н.

Шиберна заслінка починає рухатися з великою швидкістю, яка потім зменшується до більш поміркованої швидкості.

Шиберна заслінка досягає кінцевого положення з меншою швидкістю, ніж вона починала рух.

Тому ефективність використання пневмоциліндра DSNU-S-25-12-P-A-F1A-MQ-015 є значно вищою, оскільки негативний вплив на механізма є меншим, та таким чином можна збільшити термін придатності.

Для того, щоб подолати негативний вплив прискорення, можна використовувати наступні методи:

- Зменшення швидкості руху заслінки. Це можна зробити шляхом зміни характеристик приводу заслінки або шляхом зміни геометричних параметрів заслінки.
- Збільшення часу, протягом якого заслінка відкривається або закривається. Це можна зробити шляхом зміни характеристик приводу заслінки або шляхом зміни алгоритму управління заслінкою.
- Використання демпфуючих пристроїв. Демпфуючі пристрої можуть поглинати енергію, що виділяється при прискоренні, що зменшує негативний вплив прискорення на механізм заслінки.

Який метод використовувати, залежить від конкретних умов експлуатації заслінки. Якщо необхідно зберегти високу швидкість руху заслінки, то можна використовувати демпфуючі пристрої. Якщо ж швидкість руху заслінки можна зменшити, то це найбільш ефективний метод для подолання негативного впливу прискорення.

Розділ 4. Охорона праці

4.1. Вимоги безпеки перед початком роботи на харчововому виробництві

Інструкції по охороні праці розробляються на харчових підприємствах з метою запобігання фактів травмування та забезпечення безпечної роботи співробітників під час виконання посадових обовязків.

Інструкції зохорони праці для кожної спеціальності на підприємстві розробляються окремо, у залежності від виду та характеру виконуваних робіт працівником.

Основні заходи для безпечної роботи.

До роботи допускаються особи, які досягли 18-річного віку, пройшли медичне обстеження та не мають медичних протипоказань, вступний інструктаж, спеціальне навчання, перевірку знань у постійнодіючий комісії з питань охорони праці, первинний інструктаж, стажування для придбання навичок безпечного ведення виробничих процесів протягом 2-15 змін (залежно від стажу, досвіду і характеру роботи)

Працівник зобов'язаний:

- додержувати зобов'язань щодо охорони праці, передбачених колективним договором (угодою, трудовим договором) та правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства;

- проходити у встановленому порядку попередні та періодичні медичні огляди;

- співробітничати з власником у справі організації безпечних і нешкідливих умов праці, особисто вживати посильних заходів щодо усунення будь-якої виробничої ситуації, яка створює загрозу його життю чи здоров'ю або людей, які його оточують, і навколишньому природному середовищу, повідомляти про небезпеку свого безпосереднього керівника або іншу посадову особу;

- утримувати в порядку і чистоті своє робоче місце;

- дотримувати встановленого протипожежного режиму; не користуватися відкритим вогнем.

- вміти надавати першу медичну допомогу потерпілим при нещасних випадках;

- знати і виконувати вимоги інструкції, правила виробничої санітарії, правила поводження з машинами, устаткуванням і іншими засобами виробництва;

- не знаходитися на території в нетверезому стані, не вживати спиртні напої та наркотичні речовини;

- курити і приймати їжу тільки в спеціально відведених місцях (зазначити конкретно);

- знати будову і правила експлуатації машин та механізмів, види та сорти сировини, матеріалів, продуктів; періодичність подавання продукту до магнітних установок; вимоги до якості роботи; режими обробки; норми витрат сировини, матеріалів, продукту.

Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація небезпечна для його життя чи здоров'я, або для людей, які його оточують і навколишнього середовища.

В робочій зоні можливий вплив шкідливих виробничих факторів:

- хлораміну (дезінфікуючої речовини при митті);

- підвищеної запиленості повітря робочої зони;

- гарячої води (при митті);

- рухомих і обертових частин устаткування (передавальних механізмів, редукторів, муфт зчеплення, шківів, натяжних і приводних барабанів, рухомої стрічки конвеєра, ланцюгів, шестерень);

- електричного струму (при відсутності або несправності захисного заземлення або занулення, ушкодженні ізоляції струмоприймачів);

- слизькість підлоги, що може призвести до падіння людини і можливого травмування;

- підвищена рухливість повітря.

Всі шкідливі та небезпечні фактори конкретизуються згідно результатів атестації робочих місць.

На території підприємства пересувайтесь по пішохідних доріжках, проїзну частину дороги переходьте в установлених місцях.

Для усунення можливості впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників передбачено:

- Огородження всіх частин і деталей машин, що обертаються, муфт і ремінних передач, інших небезпечних зон, знімати і працювати при відсутності яких забороняється.
- Вивішування попереджувальних знаків безпеки на всіх пускачах для попередження випадкового пуску устаткування, що знаходиться в ремонті, наладці або очистці.
- Для попередження ураження електрострумом усі частини електроустаткування , що можуть виявитися під напругою, оснащені захисним заземленням-зануленням. Всі відкриті струмоведучі частини щитів, пускачів закриті запірними устроями, відчиняти які можуть тільки особи електротехнічного персоналу.
- Від падіння працівників на підлозі й інших шляхах переміщення використане покриття, що не сковзає, і застосовується спеціальне взуття.

Виконуйте такі правила особистої гігієни:

- залишайте всі особисті речі і верхній одяг у влаштованих для цього місцях;

- приймайте їжу тільки у спеціально влаштованих для цього місцях;

- при відвідуванні туалету залишайте санодяг у тамбурі, при виході — вимийте руки водою, ополосніть дезінфікуючим розчином і водою.

При одержанні травми треба негайно звернутися в медпункт і повідомити свого безпосереднього керівника або іншу посадову особу про нещасний випадок, що трапився, і причини, що викликали травму. При травмі співробітників надати допомогу, повідомити у медпункт.

При виконанні роботи використовуйте санодяг та ЗІЗ:

- халат бавовняний;

- ковпак або косинку бавовняні;

- фартух бавовняний з суцільнокрійним нагрудником із водовідштовхуючим просоченням ГОСТ20712-75;

- черевики шкіряні;

- окуляри;

- рукавиці;

- рушник бавовняний.

Дотримуйтеся правил користування первинними засобами пожежогасіння, протипожежним інвентарем; знайте місця їх розташування.

За порушення вимог інструкцій з охорони праці працівник притягається до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної та кримінальної відповідальності згідно з законодавством України.

Вимоги безпеки перед початком роботи

Одягніть санодяг та ЗІЗ, застебніть його на всі ґудзики, сховайте волосся під головний убір.

Прийміть зміну згідно встановленого порядку. Ознайомтесь із зауваженнями та пропозиціями попередньої зміни щодо технічного стану устаткування.

Перевірте:

- справність і правильне положення рухомих деталей;

- справність дії блокувального пристрою, що вимикає електроприводи;

- справність кришок,лючків, дверцят, кожухів;

- справність інструменту;

- наявність і справність захисного заземлення, освітлення;

- відсутність сторонніх предметів усередині або на устаткуванні;

- наявність необхідних для роботи матеріалів, інструментів, інвентарю;

- відсутність сторонніх предметів усередині або на устаткуванні;

- наявність та справність первинних засобів пожежогасіння.

Прибрати сторонні предмети з робочого місця і шляхів переміщення, переконатися у відсутності речовин, що викликають ковзання.

При виявленні несправностей і відмов устаткування, не приступайте до роботи, повідомте свого безпосереднього керівника або іншу посадову особу. Не виконувати самостійно ремонт, наладку устаткування.

Перед запуском у роботу устаткування переконайся, що при його пуску не виникне небезпека для інших працівників, що можуть виявитися в небезпечних зонах.

4.2. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях при роботі з гідравлічним або пневматичним тиском

У процесі виконання роботи важливо запобігти виникнення аварійної ситуації. Ознаками можливих аварійних ситуацій можуть служити:

- займання, виникнення пожежі при виконанні вогневих робіт (електро- і газозварювання, газорізання) поблизу легкозаймистих або горючих матеріалів;
- відключення електроенергії (обрив проводів живлення, несправності заземлення й інші ушкодження електроустаткування);
- раптова поява в корпусі устаткування відчутного електричного струму;
- мимовільна зупинка устаткування або поломка;
- раптове падіння вантажів, удар предметів, що рухаються, та інше.

При виникненні пожежі на місці виконання робіт слід ліквідувати її в початковій стадії, використовуючи первинні засоби пожежегасіння (ПЗП): вогнегасники, внутрішні пожежні крани, бочки з водою, шухляди з піском, стаціонарні установки пожежегасіння й інші. Якщо ліквідувати пожежу власними силами і наявними ПЗП не вдається, необхідно:

- повідомити по телефону про пожежу в пожежну охорону. При цьому повідомити місце виникнення пожежі, обстановку на пожежі, про наявність людей у районі пожежі і своє прізвище;
- повідомити про пожежу чергового або вахтового, керівника робіт;
- по можливості до прибуття пожежних вжити заходів по локалізації вогнища пожежі й евакуації людей і організувати зустріч пожежної команди.

При появі стороннього запаху, різі в очах, погіршення видимості слід виявити, чи працює приточно-витяжна вентиляція і при її працездатності прийняти міри по ліквідації ушкоджень.

У випадку неможливості відновлення роботи вентиляції слід припинити роботу, довести до відома керівника робіт і діяти відповідно його вказівкам.

При виявленні високої загазованості приміщень слід вивести з приміщень людей, надати потерпілим першу допомогу і викликати швидку допомогу. Сповістити про це керівнику робіт і залишити приміщення у відповідності зі схемою евакуації.

При раптовому вимиканні електроенергії та електроосвітлення не можна пересуватися в темряві до включення аварійного або основного освітлення. Після включення аварійного освітлення слід виявити причину порушення (обрив проводів живлення, несправності заземлення та інші ушкодження), довести до відома керівника робіт. При несправності електроустаткування не можна намагатися самому усунути несправність. Необхідно викликати електромонтера.

При раптовій появі в корпусі устаткування відчутного електричного струму слід припинити роботу, виключити устаткування і довести до відома керівника робіт. При виникненні короткого замикання слід відключити штатну електроапаратуру і повідомити черговому електрику і керівнику робіт. Не дозволяється самостійно виконувати роботу по ремонту електроустаткування.

При поломці чи мимовільній зупинці устаткування слід виключити устаткування, припинити роботу, повідомити керівника робіт і діяти відповідно до його вказівок, керуючись знаннями, отриманими при спеціальному навчанні по пожежно-технічному мінімумі.

При виході з ладу контрольно-вимірювальних приладів, засобів автоматики блокувальних пристроїв необхідно припинити роботу, відключити устаткування і викликати наладчика по ремонту засобів автоматики. Про це повідомити керівника робіт.

При розриві трубопроводів і шлангів гідравліки, стиснутого повітря, систем пари випробувачу герметичності необхідно припинити подачу штатної арматури, повідомити про аварію керівнику робіт.

У випадку раптового припинення дії вентиляції в замкнутому і важкодоступному судновому приміщенні необхідно негайно припинити роботу, повідомити про те, що трапилося, керівнику робіт і залишити приміщення.

При виявленні несправності риштувань (підмостків) або порушення працюючими на них правил безпеки необхідно повідомити про це керівнику робіт.

Роботи повинні бути припинені, напірні трубопроводи перекриті, а випускні клапани (вентилі) відкриті і тиск «скинуто» у випадках:

- порушення герметичності;
- виникнення пожежі;
- перерви подачі води або повітря;
- відключення електроенергії;
- відмовлення манометрів і інших приладів, коли запірний пристрій на напірному трубопроводі знаходиться в положенні «Відкрито» і середовище подається у виріб;
- зростання тиску вище дозволеного, незважаючи на дотримання усіх вимог, зазначених в інструкції з обслуговування установки.

Усунення несправності варто робити з дозволу керівника випробувань після зняття тиску до нуля.

При оповіщенні по системі сигналізації й оповіщення (пожежній сигналізації, гучномовній, світловій і інших) про пожежонебезпечну ситуацію на судні або в цеху необхідно діяти відповідно до інструктажу в частині евакуації, проведеного керівником робіт.

При задимленості шляхів евакуації необхідно використовувати засоби індивідуального захисту, з місцями збереження яких необхідно бути ознайомленим заздалегідь і бути навченим як ними користуватися.

Евакуюватися необхідно в напрямку, позначеному покажчиками.

При недотриманні працюючими вимог по забезпеченню безпечних умов праці і пожежної безпеки створюються передумови різних видів ураження людей: від вогню, токсичних продуктів у повітряному середовищі, диму, електричних розрядів, поранень, забитих місць, падіння з висоти й інших, впливу частин механізмів і устаткування, що рухаються й обертаються, переміщаються вантажопідйомними пристроями, деталями і виробами, і інше.

При нещасному випадку, що відбувся з Вами або поруч працюючими, необхідно повідомити керівника робіт, зробити самодопомогу або подати першу допомогу потерпілому. Подання першої медичної допомоги слід проводити у наступному порядку:

При пораненнях із кровотечею до прибуття швидкої допомоги необхідно зупинити кровотечу шляхом накладення джгута або

притиснення судини, що кровоточить, вище місця ураження. Місце накладення джгута попередньо обернути чистим рушником, бинтом або хусткою. Не можна рану торкати руками або промивати водою.

При переломах кінцівок слід укласти потерпілого на підлогу у зручне для потерпілого положення й очікувати лікаря.

При вивихах необхідно на ушкоджене місце накласти фіксуючу пов'язку або шину і при можливості доставити до лікаря.

При забитих місцях для зменшення болю необхідно покласти холодний компрес, при саднах і подряпинах місце навколо рани обробити йодом або забинтувати стерильним бинтом.

При ураженні електричним струмом необхідно негайно звільнити потерпілого від дії струму шляхом відключення живлення рубильником або відділення потерпілого від струмоведучих частин, використовуючи діелектричні предмети (сухий ціпок, ремінь, мотузка, сухий одяг).

При відтягуванні потерпілого слід братися за сухий одяг, не доторкаючись до оголених частин тіла, діяти одною рукою. Потім викликати швидку допомогу.

При термічних опіках слід негайно вжити заходів по припиненню впливу високої температури на потерпілого, зупинити людину, що біжить у палаючому одязі, палаючий одяг згасити водою, піском, накиданням щільної тканини, видалити тліючі частини одягу, накласти стерильну марлеву пов'язку, викликати лікаря.

При опіках кислотами і лугами місце опіку промити струменем води з-під крана або цебра, після чого звернутися в медпункт.

У випадку ураження ока світловим випромінюванням зварювальної дуги або влученням в очі сторонніх тіл слід відразу звернутися в медпункт.

У випадку ураження парами, газами, димом необхідно винести потерпілого на свіже повітря, а при зупинці дихання негайно почати штучне дихання до прибуття лікарської допомоги або відновлення дихання.

При непритомності слід укласти хворого на спину з опущеною головою, розстебнути комір, забезпечити приплив свіжого повітря, дати понюхати нашатирний спирт, обляпати обличчя холодною водою, поплескати по щоках, при необхідності зробити штучне дихання і викликати лікаря.

На місці події нещасного випадку слід зберегти до розслідування обставин, що привели до нещасного випадку, сіан устаткування й

обстановку, якими вони були в момент події (якщо це не погрожує життю і здоров'ю навколишніх працівників, не викликає аварію і не порушить хід виробничого процесу).

ВИСНОВОК

Здійснено моделювання процесів дискретного дозування сипких матеріалів у шиберному дозаторі в пакеті програми FluidSim. Моделювання показало, що пропонований функціональний мехатронний модуль забезпечує високу точність дозування та стабільність роботи.

На основі отриманих даних чисельного моделювання була розроблена програма ПЛК для управління функціональним мехатронним модулем. Програма дозволяє задавати параметри дозування та контролювати роботу модуля.

У результаті проведеного дослідження було розроблено модель функціонального мехатронного модуля для дозування сипких харчових продуктів в системі дозатора шиберного типу. Модель модуля включає в себе шиберну заслінку, пневмопривід, систему управління та датчики.

На основі аналізу існуючих поширених на підприємствах харчового спрямування конструкції шиберних дозаторів було запропоновано оптимальний тип приводу для функціонального мехатронного модуля. Оптимальним варіантом є пневмопривід, оскільки він має високу швидкість переміщення заслінки, низький рівень шуму та вібрації, а також простоту в експлуатації.

Для удосконалення дозаторів шиберного типу для дозування невеликих доз можна розглянути наступні напрямки:

- Використання приводів з плавним регулюванням швидкості переміщення заслінки. Це дозволить зменшити похибку дозування та підвищити стабільність роботи дозатора.
- Використання демпфуючих пристроїв для гасіння вібрації. Це дозволить зменшити рівень шуму та вібрації.
- Використання нових матеріалів для виготовлення заслінки. Це дозволить зменшити ймовірність залипання або прослизання заслінки.

Який метод використовувати, залежить від конкретних умов експлуатації заслінки.

Список використаної літератури

1. Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. „Пакувальне обладнання”.- К.:ІАЦ „Упаковка”, 2008.-435с.

2. Kryvoplias-Volodina, L.; Gavva, A.; Sukhenko V., Tokarchuk, S., Myronchuk V. (2022) Synthesis of the control system for the positioning pneumatic drive of shut-off fittings according to the criteria of technological efficiency. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4(2(118), 79–91.

3. Кодра, Ю.В. Технологічні машини. Розрахунок і конструювання: підруч. / Ю.В. Кодра, З.А. Стоцька. – Л.: Видав. «Львівська політехніка», 2004.– 468 с.

4. Practical aspects of modeling the modesof pneumatic transportation of small-piece foodproducts Друк Eastern European Journal of Enterprise Technologies (ISSN 17293774) Vol 5. No11 (107).- 2020.- P.6-15.

5. Kryvoplias-Volodina L., Gavva O., Yakymchuk N., Derenivska N. Valiulin H. Investigation of the ejection process in the mechatronic function modules of packaging machines Друк Ukrainian Food Journal, 2019, Volume 8, Issue 3 - P.620 – 634 (Web of Science)

6. Kryvoplias-Volodina L., Gavva O., Volodin S. Dynamics of mechatronic function modules drives of flow technological lines in food production Друк Ukrainian Food Journal,. Kyiv, Ukraine - Ukrainian Food Journal, 2018, - Volume 7, Issue 4 - p.55-67 (Web of Science)

7. Kryvoplias-Volodina L., Gavva O., Volodin S. Функціональні мехатронні модулі в структурі пакувального обладння Друк Modern scientific challengers and trends, Warsaw, Poland, 2018

8. Kryvoplias-Volodina L., Volodin O., Gavva O.22. J. Ilett, "How to use intelligent LCDs," Everyday Practical Electronics, pp. 84-89, 1997.

9. Пальчевський, Б.О. Розрахунок функціональних пристроїв

пакувальних машин: навчальний посібник / Б.О. Пальчевський, О.А. Крестьянполь, Д.В. Бондарчук - Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2011. - 296 с.

10. Гавва, О.М. Функціонально-модульне проектування пакувальних машин /О.М.Гавва, Л.О. Кривопляс-Володіна Л.О., С.В. Токарчук С.В. - Друк. - Моногр., - К.:Видавництво «Сталь», 2015.- 547с.^ВК 978-617-676-079-5.(Особистий внесок: написання розділів 5 та 6).

11. Пальчевський, Б.О. Автоматизація технологічних процесів (виготовлення і пакування виробів): навч. посібник для студ. вищ. техн. навч. закладів / Б. О. Пальчевський. - Л. : Світ, 2007. - 392 с.

12. Кодра, Ю. В. Завантажувальні пристрої технологічних машин. Розрахунок і конструювання : навч. посіб. / Ю. В.Кодра, З. А. Стоцько, О. В. Гаврильченко. - Л. : Бескид Біт, 2008. - 356 ^

Допоміжна

13. Гавва О.М., Кривопляс-Володіна Л.О., Марцинкевич Л.В., Гавва О.О., Токарчук С.В. Системна інженерія пакувальних машин-автоматів: моногр. - К.: Видавництво «Сталь», 2023. - 466 с.

14. База даних EBSCO - Режим доступу http://www.ebsco.com/- 30.08.23р.

15. База даних Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського Режим доступу - http://www.nbuv.gov.ua/node/1539 - 30.08.23р.

16. Офіційний сайт наукового журналу «Упаковка». - Режим доступу: http://www.upakjour.com.ua/archive - 30.08.23р.

17.Офіційний сайт наукового журналу «Технологічні комплекси». - Режим доступу: http://t-komplex.net.ua/ua/archive - 30.08.23р.

18. Кривопляс-Володіна Л.О., Токарчук С.В., Рівна К.В. Study characteristics linear induction motor in the transport system package forming machines Друк University of Ruse “Angel Kanchev”. Proceedings of Scientific Session. – Bulgaria, Ruse, 2017. – p. 21 -25.

19. Zapletnikov I. N., Sheina A. V. (2011), Ocenka kachestva ovoczherezatelnogo oborudovanya, predstavlenogo na rynke Ukrainy, Visnyk HNTUSG, 119, pp. 156–160. 3. Yiu H. H. (2006),

20. Handbook of Food Science, Technology and Engineering, Taylor & Francis, p.712.

21. Emadi, et al., (2009), Mechanical properties of melon measured by compression, solar and cutting modes, International Journal of Food Properties, 12, pp. 780–790.

22. Malcolm C. Bourne (2002), Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement, Academic Press, p. 427.

23. Herppich W. B., B. Herold, O. Schluter, K. Ilte, M. Geyer, B. Borsa, Z. Gillay (2006), Beurteilung der mikrotopograftschen Beschaffenheit von Schnittflachen, Landtechnik, 61(5), pp. 256–257.

24. Rao M. A, Syed S. H. Rizvi, Ashim K. Datta (2005), Engineering Properties of Food, Taylor & Francis, p. 761.

25. Ibrahim Gezer (2007), Post harvest chemical and physical–mechanical properties of some apricot varieties cultivated in Turkey, Journal of Food Engineering, 79, pp. 364 – 373.

26. Zare. D., Safiyari H., Salmanizade F. (2012), Some Physical and Mechanical Properties of Jujube Fruit , International Scholarly and Scientific Research & Innovation, 6(9), pp. 672 – 675.

27. Shirmohammadi M., Yarlagadda P. K. D.V., Gudimetla V. (2011), Mechanical Behaviours of Pumpkin Peel under Compression Test, Advanced Materials Research, 337, pp. 3–9.

28. Puchalski C., Brusewitz G.H., Dobrzañski B. (2002), Relative humidity and wetting affect friction between apple and flat surfaces, Int. Agrophysics, (16), pp. 67–71.

29. Sheina A. (2013), Issledovanie proceca rezanya rastitelnyh materialov v staticheskom i dinamicheskom rezhimah, Privolzhskyi naychnyi vestnic, 12, pp. 45–49.