

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютерних наук

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

\_\_\_\_\_ Довбиш А.С.

\_\_\_\_\_ 2021 р.

### **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

на тему: **«Система керування фасувального автомату для сипучих продуктів»**

(Дипломний проект)

Керівник проекту:

асистент

Панич А.О.

Дипломник:

студент групи СУ-71

Ніколаєв Є.О.

Суми – 2021

| Ном.поз | Формат | Позначення        | Найменування                                                               | Кількість аркушів | № екз. | Примітки |
|---------|--------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------|----------|
|         |        |                   | <u>Документація загальна</u>                                               |                   |        |          |
|         |        |                   | <u>Застосована</u>                                                         |                   |        |          |
| 1       |        |                   | Завдання кафедри                                                           | 2                 |        |          |
|         |        |                   | <u>Новорозроблена</u>                                                      |                   |        |          |
| 2       |        | ТЗ                | Технічне завдання                                                          | 2                 |        |          |
| 3       |        |                   | Реферат                                                                    | 1                 |        |          |
| 4       |        | СУ-71.6.151.11.ПЗ | Пояснювальна записка                                                       | 43                |        |          |
|         |        |                   | <u>Документація конструкторська</u>                                        |                   |        |          |
|         |        |                   | <u>Новорозроблена</u>                                                      |                   |        |          |
| 5       | A2     | СУ-71.6.151.11.A2 | Система керування фазувального автомату. Функціональна схема автоматизації | 1                 |        |          |
| 6       | A2     | СУ-71.6.151.11.E3 | Система керування фазувального автомату. Електрична принципова схема       | 2                 |        |          |

|           |      |              |        |      |                                                                       |                     |      |         |
|-----------|------|--------------|--------|------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------|------|---------|
|           |      |              |        |      | <i>СУ-71.6.151.11.ДП</i>                                              |                     |      |         |
| Змн.      | Арк. | № докум.     | Підпис | Дата |                                                                       |                     |      |         |
| Розроб.   |      | НіколаєвЄ.О. |        |      | <i>Автоматизована система фазувального апарату. Відомість проекту</i> | Літ.                | Арк. | Аркушів |
| Перевір.  |      | Панич А.О.   |        |      |                                                                       |                     | 1    | 1       |
| Реценз.   |      |              |        |      |                                                                       | <i>СумДУ, СУ-71</i> |      |         |
| Н. Контр. |      |              |        |      |                                                                       |                     |      |         |
| Затверд.  |      | Довдиш А.С.  |        |      |                                                                       |                     |      |         |

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютерних наук

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

\_\_\_\_\_ Довбиш А.С.

\_\_\_\_\_ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту  
Ніколаєву Євгенію Олексійовичу

1. Тема проекту: Система керування фасувального автомату для сипучих продуктів.  
Затверджено наказом ректора університету №0185-VI від "14" квітня 2021р.
2. Термін здавання студентом закінченого проекту "31" травня 2021р.
3. Вихідні дані до проекту: звіт з переддипломної практики, наукові публікації, статті, технічна документація.
4. Зміст пояснювальної записки: відомості про фасувальні автомати, види фасувальних автоматів, аналіз технологічного процесу фасування, функціональні задачі керування, опис контурів керування, безпека та сигналізація, розробка алгоритмів роботи, вибір засобів автоматизації, програмні засоби керування процесом сушки, охорона праці, висновок.
5. Перелік графічних матеріалів: 32 рисунка, 8 таблиць, 3 додатків.
6. Календарний план проектування

| Номер етапу | Зміст етапу проектування                                                                           | Термін виконання        |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1           | Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел. | 5.04.2021 – 6.04.2021   |
| 2           | Розгляд систем фасувальних апаратів.                                                               | 7.04.2021 – 09.04.2021  |
| 3           | Розробка автоматизованої системи керування фасувальним апаратом.                                   | 12.04.2021 – 14.04.2021 |

|   |                                                           |                         |
|---|-----------------------------------------------------------|-------------------------|
| 4 | Розробка основних схем автоматизації.                     | 15.04.2021 – 23.04.2021 |
| 5 | Оформлення дипломного проекту та супровідної документації | 26.04.2021 – 30.04.2021 |

7. Дата видачі завдання “6” квітня 2021р.

Керівник проекту:  
Асистент

Панич А.О.

До виконання прийняв:  
Студент-дипломник  
групи СУ-71

Ніколаєв Є.О.

## ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування системи керування фасувального автомату для  
сипучих продуктів

Розробник:  
студент групи СУ-71

Ніколаєв Є.О.

Погоджено:  
асистент

Панич А.О.

1. Назва і галузь застосування: фасувальний автомат для сипучих продуктів; мала та середня автоматизація, пакувальна промисловість.

2. Підстави для проектування: Наказ ректора Сумського державного університету №0185-VI від “14” квітня 2021р.;

3. Мета і призначення проекту: проаналізувати існуючі системи автоматизації та розробити основні схеми автоматизації; вдосконалити напівавтоматичний фасувальний автомат.

4. Джерела розроблення: конструкторська документація отримана під час проходження переддипломної практики, результати аналізу існуючих автоматичних систем фасування.

5. Режим роботи об'єкта: режим роботи за графіком, з щоденними технічними роботами та регулярним плановим технічним обслуговуванням.

6. Умови експлуатації СК: живлення блоку живлення для шафи управління – 220В; частота – 50 Гц; живлення ПЛК – 220В; 50 Гц; живлення панелі оператора – 24В. Ступінь захисту складових частин обладнання автоматизації – не нижче IP 20.

7. Технічні вимоги: ДСТУ 21.404 – 85 Автоматизація технічних процесів; ДСТУ 12.2.016 – 81 Система стандартів безпеки праці. Загальні вимоги безпеки.

8. Стадії та етапи проектування:

| Номер етапу | Зміст етапу проектування                                                                    | Термін виконання        |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1           | Аналіз завдання . Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел. | 5.04.2021 – 6.04.2021   |
| 2           | Розгляд систем фасувальних апаратів.                                                        | 7.04.2021 – 09.04.2021  |
| 3           | Розробка автоматизованої системи керування фасувальних апаратів.                            | 12.04.2021 – 14.04.2021 |
| 4           | Розробка основних схем автоматизації.                                                       | 15.04.2021 – 23.04.2021 |
| 5           | Оформлення дипломного проекту та супровідної документації                                   | 26.04.2021 – 30.04.2021 |

9. Додатки: Додаток А: Схема інформаційно-матеріальних потоків, Додаток Б: Алгоритм процесу дозування, Додаток В: Алгоритм механізму для протяжки плівки і пайки упаковки.

## РЕФЕРАТ

Ніколаєв Євгеній Олексійович. Система керування фасувального автомату для сипучих продуктів. Дипломний проект. Сумський державний університет. Суми, 2021 р.

Дипломний проект містить 43 аркушів пояснювальної записки, 32 рисунка, 8 таблиць, 3 додатка. При виконанні дипломного проекту було використано 15 літературних джерел.

Даний дипломний проект спрямований на розроблення і опис системи автоматизації фасувального автомату для сипучих продуктів . Розроблено технічне завдання. Розроблено основні технічні креслення та алгоритми роботи. В ході проекту була розроблена автоматизована система керування фасувального автомату для сипучих продуктів, призначена для використання харчової промисловості малих та середніх розмірів.

Ключові слова: система керування, фасувальний автомат, фасування.

## ABSTRACT

Nikolaiev Yevhenii Oleksiyovych. The control system of the bulk products automatic filling machine. Diploma project. Sumy state University. Sumy, 2021.

The diploma project contains 43 pages of explanatory notes, 32 figures, 8 tables, 3 appendices. 15 literary sources were used in the implementation of the diploma project.

This diploma project is aimed at creating and describing an automation system of a bulk products automatic filling machine. The technical task has been developed. The main technical drawings and algorithms have been developed. During the project, an automated control system for the filling machine for bulk products was developed, designed for use by the small and medium-sized food enterprises.

Keywords: control system, packing machine, packing.

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютерних наук

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
до дипломного проекту  
Система керування фасувального автомату для сипучих продуктів

Керівник проекту:  
асистент

Панич А.О.

Виконав:  
студент групи СУ-71

Ніколаєв Є.О.

Суми – 2021



## ЗМІСТ

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ .....                          | 3  |
| ВСТУП.....                                                          | 4  |
| 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ .....                                   | 6  |
| 1.1 Види дозаторів фасувальних апаратів.....                        | 8  |
| 1.2 Фасувальні апарати за ступенем автоматизації.....               | 11 |
| 1.3 Види пакувального обладнання .....                              | 13 |
| 1.4 Види пакувальних матеріалів .....                               | 15 |
| 2. АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ФАСУВАЛЬНОГО АПАРАТУ .....                | 18 |
| 2.1 Аналіз технологічного процесу фасування сипучих продуктів ..... | 18 |
| 2.2 Функціональні задачі керування процесом .....                   | 18 |
| 2.3 Опис контурів регулювання.....                                  | 18 |
| 2.3.1 Контур дозування.....                                         | 18 |
| 2.3.2 Контур керування протяжного механізму.....                    | 20 |
| 2.3.3 Контур керування пайки вертикального шва.....                 | 21 |
| 2.3.4 Контур регулювання температури .....                          | 22 |
| 2.3.5 Контур регулювання рівня продукту в бункері .....             | 23 |
| 3. ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....                                 | 26 |
| 3.1 Вибір датчиків .....                                            | 26 |
| 3.2 Вибір виконавчих механізмів та допоміжних приладів.....         | 31 |
| ВИСНОВОК .....                                                      | 39 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....                                    | 40 |

|                  |             |                      |               |             |                                                                             |                     |             |                |
|------------------|-------------|----------------------|---------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------|----------------|
|                  |             |                      |               |             | <i>СУ-71.6.151.11.ПЗ</i>                                                    |                     |             |                |
| <i>Змн.</i>      | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i>      | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                                                             |                     |             |                |
| <i>Розроб.</i>   |             | <i>Ніколаєв Е.О.</i> |               |             | <i>Система керування<br/>фасувального апарату.<br/>Пояснювальна записка</i> | <i>Літ.</i>         | <i>Арк.</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Перевір.</i>  |             | <i>Панич А.О.</i>    |               |             |                                                                             | 2                   | 43          |                |
| <i>Реценз.</i>   |             |                      |               |             |                                                                             | <i>СумДУ, СУ-71</i> |             |                |
| <i>Н. Контр.</i> |             |                      |               |             |                                                                             |                     |             |                |
| <i>Затверд.</i>  |             | <i>Довдиш А.С.</i>   |               |             |                                                                             |                     |             |                |

## СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

БУВД – блок управління ваговим дозатором

ЕПК – електро-пневматичний клапан

ПЛК – програмований логічний контролер

ККД – коефіцієнт корисної дії

ПО – програмне забезпечення

КУ – контур управління

СУ – система управління

ВП – вертикальний паяльник

ВК – виконуючий механізм

ГП – горизонтальний паяльник

|      |      |          |        |      |                   |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
|      |      |          |        |      | СУ-71.6.151.11.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                   | 3    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                   |      |

## ВСТУП

Автоматизація технологічних процесів є одним з передових напрямків розвитку не тільки на Україні, а й в кожній країні. Поступово в усіх сферах життя, зокрема найбільше у масштабних заводах та виробництвах продуктів харчування, оскільки потреба у великих об'ємах та вчасного виробництва є основою бізнесу пов'язаного з автоматизацією. Усе, що раніше людина виконувала фізичні та інтелектуальні завдання, зараз можемо запрограмувати обладнання, яке буде виконувати автоматично заданий алгоритм.

На будь-якому виробництві в роботі будь-якого обладнання настає момент, коли модернізація цього обладнання стає необхідністю.

Це пов'язано з цілим рядом причин: зношеність обладнання і часті його поломки, впровадження у виробництво нових передових технологій, удосконалення властивостей кінцевого продукту для підвищення його якості та конкурентоспроможності, підвищення рентабельності виробництва, збільшення потужності і так далі.

Для досягнення цих цілей необхідно переоснащення виробничих потужностей, заміна і модернізація морально і фізично застарілого обладнання. Обладнання розроблене в основному 15 - 25 років тому і є морально застарілою технікою, однак повна або часткова заміна пов'язана зі значними матеріальними витратами. Відсутність конструкторських розробок обладнання для випуску драже спонукали фахівців підприємства самих здійснювати пошук і впроваджувати прогресивні технічні та технологічні рішення.

Аграрна галузь промисловості в Україні посідає одне з перших місць серед усіх інших. Звичайно не достатньо лише збирати врожай та вивозити сировину закордон, але потрібно доставляти до кінцевого нашого українського споживача. Як це зробити коли в розпорядженні ціла країна, виходить потреба в великому виробництві. Цикл посіву та збирання врожаю, залишимо, а ось що дозволяє нам як інженерам з автоматики вникати в цей процес, так налаштовувати обладнання, яке дозволить розфасувати великі об'єми продукції до відповідних форм та пакетів, щоб споживач міг отримати продукцію.

Як ви зрозуміли, мова буде йти про фасування та фасувальні апарати, які вирішують цю проблему.

|             |             |                 |               |             |                          |             |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--------------------------|-------------|
|             |             |                 |               |             | <i>СЧ-71.6.151.11.ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                          | 4           |

Ідея фасування сипучих продуктів таких як гречка, рис, вівсяна каша, пшоно, ячмінь, макаронні вироби виникла аби великі об'єми продукції змогли потрапляти на прилавки магазинів та в свою чергу були зручно упаковані для роздрібних покупців. У всьому світі упаковка продуктів грає ключову роль в процесі поставки продукції кінцевому споживачеві. І для того щоб створювати високоякісну, надійну і сучасну упаковку, в обов'язковому порядку слід користуватися інноваційними пакувальними технологіями і фасувально-пакувальним обладнанням.

Застосування в такому обладнанні спеціальних датчиків фотомітки і рівня продукту дозволяє зробити упаковку продуктів максимально точною, а також досягти стабільно високих показників надійності і функціональності самого обладнання. Використання таких ліній дозволяє реалізувати проекти будь-якого рівня складності, пов'язані з області упаковки та фасування продуктів харчування. Також, обладнання для фасування передбачає використання різних видів пакетів.

Устаткування для фасування сипучих матеріалів орієнтоване на використання самих різних типів і видів пакувального матеріалу. До найпоширенішим належить папір, полімерна плівка і картон.

Вибір такого матеріалу буде впливати на виробничі витрати в процесі випуску готової продукції. Але також слід звертати свою увагу і на властивості самих продуктів харчування. Адже для деяких видів продуктів підходить тільки один певний вид пакувального матеріалу.

Основна мета даної роботи це розкрити основні моменти модернізації обладнання, тобто перехід від напівавтоматичного фасувального апарату до автоматичного. Подана робота розкриває тему фасувального обладнання, з яким я працював при проходженні практики, а саме його налаштування під кожен вид фасувального продукту, підбір датчиків та виконавчих механізмів.

Звичайно було приділено увагу питанням охорони праці та техніка безпеки на підприємстві.

|             |             |                 |               |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |               |             | <i>СУ- 71.6.151.11.ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
|             |             |                 |               |             |                           | 5           |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                           |             |

# 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

Під терміном “пакувальне обладнання”, як правило, розуміють пристрій, комплекс пристроїв, машин, потокових ліній, що виконують як основні, так і допоміжні операції, метою і кінцевим результатом яких є пакована продукція. Операція пакування є частиною технологічного процесу, мінімально необхідною закінченою дією, яка здійснюється на певному робочому місці і обладнанні, за допомогою одного робочого органа (знаряддя обробки). Основні операції пакування пов’язані із зміною стану, структури, фізичних, хімічних та інших властивостей продукції, а допоміжні – із зміною форми, розмірів, стану, положення пакувальних матеріалів, тари, допоміжних пакувальних засобів, упакування.

Ефективність впровадження пакувальної техніки багато в чому визначається чіткою і повною інформацією про існуюче пакувальне обладнання, його призначення, принцип дії та технічні характеристики. Щороку у світі виготовляється і розробляється велика кількість видів і типів пакувальних машин та потокових ліній. Широке їх впровадження у різних галузях народного господарства можливе тільки на основі розроблення типових технологічних процесів пакування, що здатні забезпечувати дозування та пакування продукту із заданою точністю та необхідною якістю. [3]

Крупи, мука, чай, кава, какао, цукор, сіль, спеції, горіхи, сухофрукти — це продукти найбільш затребуваною споживчої категорії, без яких вже неможливо уявити полиці магазину і життя сучасної людини. Крім того, що вони в більшості своїй є товарами першої необхідності, у всіх перерахованих продуктів є ще одна загальна характеристика — їх відносять до категорії сипучих і особливістю заключного етапу їх передпродажної підготовки є розфасовка і упаковка, що вимагають своїх технологій.

Фасування — це процес поділу обсягу готової продукції із загальної великої тари, наприклад з конвеєра на порції, суворо дозовані за вагою й обсягом, і подальша упаковка цих порцій. Іншими словами, це надання продукції того виду, форми та обсягу в яких продукт постане перед споживачем на полиці магазину.

Сучасний покупець уже практично відвик від вагових товарів, адже купувати вже заздалегідь дозований продукт в заводській упаковці — це і більш практично і зручно, а головне — безпечно і гігієнічно. Надійне фасування — це гарантія

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | СУ- 71.6.151.11.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 6    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

якості в очах споживача, вона покликана зберегти свіжість і смакові властивості товару, забезпечити його зберігання і транспортування, відповідність всім санітарним нормам.

Необхідну інформацію про склад і строк придатності товару покупець віддає перевагу прочитати на заводській упаковці, а не покладатися на чесні слова продавця, розхвалює свій товар. І саме упаковка забезпечує товару впізнаваність: ідентифікувати марку того чи іншого продукту неможливо на око, якщо на обгортці не вказано назву.

Сипучі продукти за особливостями технології упаковки і розфасовки прийнято ділити на три категорії:

- Крупнозернисті - частинки цих продуктів мають розмір більше 6 мм. Це, наприклад, горіхи, сухофрукти, кава, чай, макаронні вироби;
- Середньозернисті - розмір їх часток (зерен) складає від половини (0,5) до 6 міліметрів. До цієї категорії відносяться цукор, сіль, багато крупи, рис.
- Порошкоподібні і пилять продукти - розмір частки яких становить менше половини міліметра. Це борошно, спеції, какао. Ця категорія становить найбільшу складність для фасування і упаковки.

Сучасне обладнання дозволяє ефективно організувати фасування і упаковку будь-яких продуктів харчування, автоматизувати більшість операцій, забезпечуючи високу точність дозування ваги та об'єму.

Основними видами упаковки, яка використовується для сипучих продуктів є:

- Банки і туби — це популярний спосіб фасування сипучих продуктів, вони виготовляються з різних матеріалів - пластик, папір, метал та ін.
- Картонні коробки ("пачки") — не менш популярний спосіб фасування сипучих продуктів, крім того, картон більш дешевий і зручний в обробці матеріал, ніж скло і метал.
- Пакети - це найбільш простий і швидкий у виготовленні і дуже ефективний вид упаковки, завдяки різним різновидам (трьохшовні пакет, пакет з плоским дном, з провареними гранями і т.п.), формам і можливості легко виготовити виріб із заданими параметрами цей тип упаковки підходить для розфасовки практично будь-яких видів продуктів.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | СЧ- 71.6.151.11.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 7    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Найпопулярнішими матеріалами для пакетів, призначених для фасування продуктів є папір і полімерні плівки (поліетилен та ін.)

Герметична пластикова і полімерна упаковка — цей спосіб упаковки відповідає санітарно-гігієнічним стандартам і забезпечує довговічність зберігання продуктів, він найбільш актуальний для швидкопсувних продуктів, для фасування сипучих продуктів, які менш вимогливі до умов зберігання він застосовується рідше. Відповідне обладнання досить дороге, тому вигідніше використовувати класичні пачки і пакети.

Розглянемо елементи фасувальних апаратів.

Вибір пакувальних машин має на увазі облік декількох необхідних параметрів: типу дозатора, значення фасованих доз, продуктивності, матеріалу упаковки і його ширини, ступеня автоматизації, надійності обладнання для упаковки, зручності експлуатації, вартості. Залежно від виду продукту, що впаковується автомат може комплектуватися різними типами дозаторів.

### 1.1 Види дозаторів фасувальних апаратів

Дозатор — входить до оснащення пакувального обладнання і відповідає за фасування продукції певними дозами так званими порціями. Одна з найбільш важливих характеристик дозатора насамперед є точність дозування. Під дозуванням розуміється відмірювання або розвантаження певної кількості дози матеріалу дозатором і переміщення цієї дози від дозатора до робочих органів пакувального обладнання. На точність дозатора впливає велика кількість чинників, в тому числі коливання ваговимірювальної системи, зміна фізико-механічних і властивостей харчових продуктів, що надходять в дозатор. Правильність вибору того чи іншого пакувального обладнання, в першу чергу, залежить від конструкції дозатора і характеристик дозатора.

За своїми технологічними характеристиками дозатори діляться на дозатори безперервної дії (безперервна фасування), дозатори безперервно-циклічного дії (безперервно-циклічна фасування), дозатори дискретної дії (дискретна фасування).

Дозатори, за способом вимірювання ваги, поділяються на:

- механічні дозатори;

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | СУ- 71.6.151.11.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 8    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд механічного дозатора

- об'ємні дозатори;



Рисунок 1.2 – Зовнішній вигляд об'ємного дозатора

- вагові дозатори.

|      |      |          |        |      |                   |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
|      |      |          |        |      | СУ-71.6.151.11.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                   | 9    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                   |      |





Рисунок 1.3 – Зовнішній вигляд вагового дозатора

У механічних дозаторах використаний принцип автоматичного врівноваження ваги продукту за допомогою наявності у дозатора набору гирь, поміщених в гиретримач. Дозатори механічного типу дуже схожі на "своїх предків" — елементарні ваги, але на відміну від них механічні дозатори забезпечені вимірювальною системою.

Механічні вагові дозатори ідеальні для фасування круп, горішків, чаю і макаронних виробів. Об'ємний дозатор у формі стаканчика призначений для дозування сипучих, гранульованих та неущільнюючих продуктів (круп, чай, горішки, каву в зернах, дрібні цукерки, цукор, сіль, корм для тварин і т.д.). Об'ємний шнековий дозатор призначений для дозування сипучих, порошкоподібних і важко-сипучих продуктів (борошно, мелену каву, сухе молоко, спеції і т.д.).

Об'ємний дозатор, такий як пневматична помпа — призначений для дозування в'язких, пастоподібних і текучих продуктів (різні види паст, майонез, гірчиця, кетчуп, соус, мед, сироп, шампунь, крем, гель, рідка карамель, рідкі соуси, лимонний / апельсиновий сік, сиропи для льодяників, рідкі хімічні препарати і т.д.)

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | СУ- 71.6.151.11.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 10   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Електронний ваговий дозатор використовується як для всіх перерахованих вище продуктів, так і для дрібних штучних продуктів ( горіхи, печиво, морожені пельмені), а також для дозування будь-яких щільних і тендітних продуктів ( порошки, чіпси, глазуровані карамельки і т.п.) . Ваговими дозатори називаються тому, що в таких дозаторах проводиться зважування (а не непряме, як у попередніх механічних дозаторів і об'ємних дозаторів). А електронними — оскільки управління в дозаторі здійснюється мікропроцесорної системою, тобто автоматизація вагового дозатора керується тим, що стандартне дозуюче обладнання модернізується і ваговий дозатор обладнується вимірювальним і керуючим контролером.

Безумовно, вагові дозатори та вагові електронні дозатори — це найнадійніші дозатори.

Виходячи з конструкції робочих органів пакувального обладнання, дозатори мають наступні назви: стрічковий дозатор, поршневий дозатор, барабанний дозатор, дисковий дозатор і багато інших видів дозаторів.

## 1.2 Фасувальні апарати за ступенем автоматизації

За ступенем автоматизації автомати для упаковки та фасування діляться на автоматичні і напівавтоматичні. В автоматичних управління установкою проводиться на основі мікропроцесорної техніки, що дає можливість змінювати основні параметри процесу пакування, що в поєднанні з точним виміром ваги дозволяє досягти максимальної продуктивності в рамках існуючих норм. Керуючі і сервісні функції передбачають можливість підрахунку сумарної ваги, кількості за заданий період часу і висновок цієї та іншої інформації на комп'ютер для подальшої обліково-статистичної обробки. У деяких випадках обладнання передбачає додаткові опції:

- установку різних систем маркувань;
- насічку пакетів для полегшення їх відкриття;
- систему завантаження продуктів в бункер і відведення упакованої продукції по транспортерів.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | СЧ- 71.6.151.11.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 11   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |



Рисунок 1.4 – Зовнішній вигляд напівавтоматичного фасувального апарату



Рисунок 1.5 – Зовнішній вигляд автоматичного фасувального апарату

| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
|------|------|----------|--------|------|
|      |      |          |        |      |

СУ-71.6.151.11.ПЗ

Арк.

12

### 1.3 Види пакувального обладнання

Пакувальне обладнання можна розподілити на наступні види:

- *Обладнання для фасування рідкої харчової продукції в пляшки* — обладнання для розливу і закупорювання харчових рідин в ПЕТ і скляну тару.



Рисунок 1.6 – Вигляд фасувальної лінії рідкої продукції

- *Етикетувальне обладнання* — машини для нанесення паперових етикеток на ПЕТ, скляну і металеву тару, нанесення клейової етикетки і самоклеючої етикетки.



Рисунок 1.7 – Вигляд етикетувального обладнання

- Обладнання для фасування та пакування в полімерні стаканчики і пакети типу «саше» (одноразовий чотирьох шовний пакет - «подушка» або одноразовий трьох шовний пакет - «стик») — автомати і напівавтомати для пакування в полімерну тару з подальшою запаюванням алюмінієвою фольгою.



Рисунок 1.8 – Вигляд обладнання для фасування в полімерні стакани

- Обладнання для фасування в стоячі пакети Doу-Pack — вид пакета застосовуваний в основному для пастоподібних продуктів, що представляє собою класичну індивідуальну поліетиленову упаковку зі штуцером.



Рисунок 1.9 – Вигляд обладнання для фасування в Doу-Pack

- Тубонаповнювальне обладнання — машини для пастоподібних продуктів в алюмінієві туби.



Рисунок 1.10 – Вигляд тубонаповнювального обладнання

- *Обладнання для консервування* — закаточні машини, лінії для металевих і скляних банок, дозувально-закупорочні машини (під кришки «twist-off»).

#### 1.4 Види пакувальних матеріалів

Пакувальні матеріали можна розділити на наступні групи:

- Одношарові матеріали. Як правило, це папір (умовно одношарова) і поліетилен;
- Папір з поліетиленовим покриттям;
- Багатошарові плівки;
- Матеріали покриті фольгою

На ринку пакувальних матеріалів найбільш часто використовувані для упаковки сипучих продуктів матеріали на основі плівки з поліпропілену.

Проте, одношарова орієнтована поліпропіленова плівка не позбавлена і недоліків. В першу чергу, це невисокий опір пошкодженням, коли наявність навіть невеликого надриву або проколу може привести до катастрофічного руйнування упаковки. Невисока міцність зварного шва, яка може виникнути в результаті термічної усадки плівки в момент зварювання. Останній недолік компенсується використанням термозварюємого шару на основі поліетилену, в переважній

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | СЧ- 71.6.151.11.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 15   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |



більшості випадків — етилену з пропіленом. Його товщина може становити від одного до десятків мікрометрів.



Рисунок 1.11 – Вигляд поліпропіленової плівки

З огляду на дешевизну поліетиленової плівки, можна було б очікувати її більш широкого використання. Однак, недостатньо високі оптичні властивості (опалесценція і відсутність блиску), обмежують попит на цей матеріал.

Використання паперу виправдано в тому випадку, коли необхідно сформувати об'ємний пакет для упаковки сипучих продуктів, які не потребують високих бар'єрних властивостей для газів або захисту від вологи. Паперові пакети при згинанні і складанні краще зберігають форму, ніж пружні полімерні плівки. Слід зазначити, що спостерігається висока тенденція до використання більш якісних сортів білого паперу — потреба виникає, щоб товар виглядав естетично. Слой поліетилену при використанні комбінації паперу з поліетиленом знижує проникність паперу, щонайменше, в 100 разів. Це звичайно краще захищає при підвищених вимогах до захисту продукту від навколишніх чинників.

Нарешті, для упаковки ряду продуктів (чіпсів, молочних сумішей, сухого картопляного пюре і т.п.) використовуються комбіновані плівки з шаром алюмінієвої фольги або з вакуумним наповненням алюмінію. Вони мають надзвичайно високий рівень захисних властивостей — їх газопроникність в 1000 разів нижче, ніж у багат шарових плівок. Крім бар'єрних властивостей, вони

|             |             |                 |               |             |                          |             |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--------------------------|-------------|
|             |             |                 |               |             | <i>СУ-71.6.151.11.ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                          | 16          |

мають дуже привабливий зовнішній вигляд і гарні властивості міцності за рахунок шару орієнтованого поліетилену.



Рисунок 1.12 – Зовнішній вигляд комбінованою плівки з вакуумним напленням алюмінію

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | СУ- 71.6.151.11.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 17   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |



## 2. АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ФАСУВАЛЬНОГО АПАРАТУ

В результаті проведення аналізу предметної області та огляду видів фасувальних апаратів, об'єктом розробки системи автоматизації було обрано ваговий фасувальний апарат для сипучих продуктів.

### 2.1 Аналіз технологічного процесу фасування сипучих продуктів

Провівши аналіз технологічного процесу вагового фасування сипучих продуктів, складаємо схему інформаційно-матеріальних потоків. (Додаток А)

### 2.2 Функціональні задачі керування процесом

На основі схеми інформаційно-матеріальних потоків складаємо список основних задач керування та функціональну схему автоматизації(СУ-71.151.11.А2). Функціональні задачі керування процесом фасування сипучих речовин:

- керування вагою дози сипучого продукту;
- керування паяльно-протяжним механізмом;
- керування температурним режимом паяльних елементів;
- керування рівнем продукту в бункері.

### 2.3 Опис контурів регулювання

#### 2.3.1 Контур дозування

Основною задачею дозувального контуру є підготовка доз продукту, що в подальшому будуть розфасовані в упаковки.

Після запуску системи БУВД перевіряє наявність уніфікованого струмового сигналу 4-20мА від тензодатчика, виконує розгрузку ковшу та здійснює калібровку нуля. Після виконання вище вказаної операції починається процес дозування БУВД в режимі грубого дозування подає напругу живлення на електромагніт вібраційного транспортера таким чином починається завантаження

|      |      |          |        |      |                   |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
|      |      |          |        |      | СУ-71.6.151.11.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                   | 18   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                   |      |

зважувального ковша. Сигнал від тензодатчика надходить на БУВД де обчислюється та відображається на табло. При досягненні 80% від заданої маси (даний параметр можна змінювати) БУВД переходить в режим точного дозування знижуючи напругу живлення електромагніту, тим самим зменшуючи амплітуду коливань вібротранспортера.

При досягненні заданої маси БУВД знімає напругу з електромагніту та подає дискретний сигнал «Доза готова» на ПЛК де опрацьовується та виводиться на ПО для індикації. При отриманні даного сигналу та сигналу від індуктивного датчика положення «протяжний механізм в початковому положенні» в ПЛК в свою чергу подає сигнал живлення на ЕПК «Пайка горизонтального шва». З ЕПК стиснуте повітря надходить до робочої камери пневматичного циліндра, тим самим змінює положення штока.

Шток циліндра через важелі зводить між собою паяльні елементи та при досягненні точки, коли паяльники стиснулися, спрацьовує індукційний датчик положення «горизонтальні паяльники зведені» та подає дискретний сигнал на ПЛК для опрацювання та індикації на ПО.

Після чого ПЛК подає дискретний сигнал на БУВД, котрий його опрацювавши подає керуючий сигнал «прямий хід» на кроковий двигун, котрий відкриває шибер ковшу – відбувається розвантаження ковша. Через певний час (задається оператором) БУВД подає керуючий сигнал «зворотній хід» на кроковий двигун – відбувається закриття шибера. Далі цикл повторюється.

|             |             |                 |               |             |                           |             |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------|-------------|
|             |             |                 |               |             | <i>СУ- 71.6.151.11.ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                           | 19          |

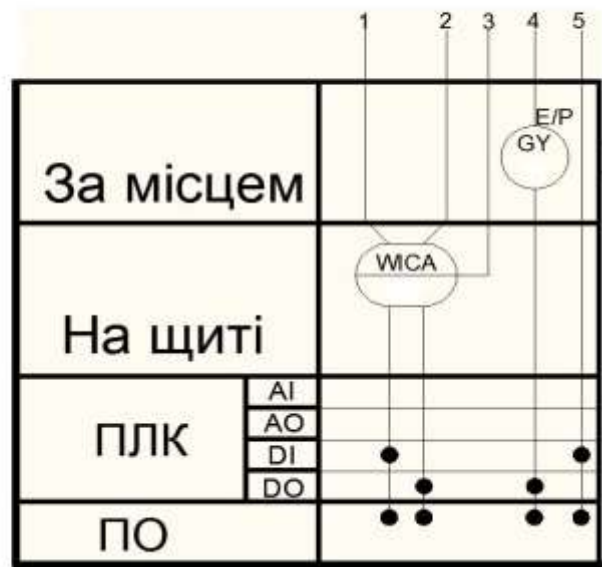
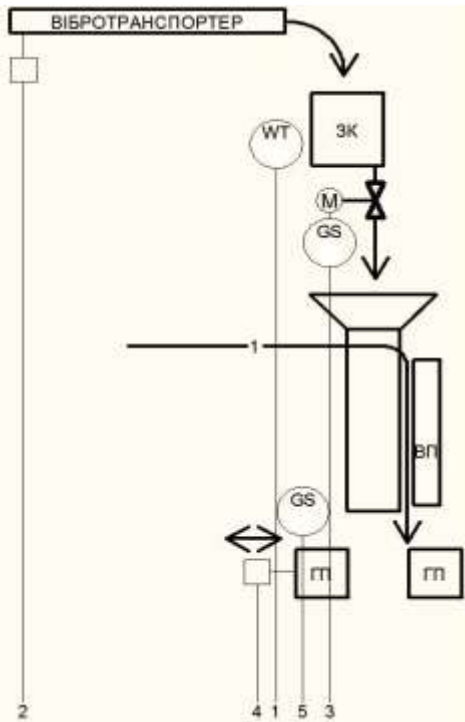


Рисунок 2.1 – Контур дозування

### 2.3.2 Контур керування протяжного механізму

При надходженні дискретного сигналу на ПЛК з індукційних датчиків положення «горизонтальні паяльники зведені» «протяжний механізм в початковому положенні» та «вертикальний паяльник відведений» формується керуючий сигнал та надходить на ЕПК пневматичного циліндра механізму протяжки пакувального матеріалу, який приводить його в дію. Вище вказаний механізм протягує поліетиленову плівку з бобіни через формувальний тубус.

При досягненні контрольної точки на плівці, на яку реагує фотодатчик та формує дискретний сигнал що надходить на ПЛК де програмно обчислюється та знімає керуючі сигнали з ЕПК «пайка горизонтального шва» та ЕПК пневмоциліндра протяжного механізму.

|      |      |          |        |      |
|------|------|----------|--------|------|
|      |      |          |        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

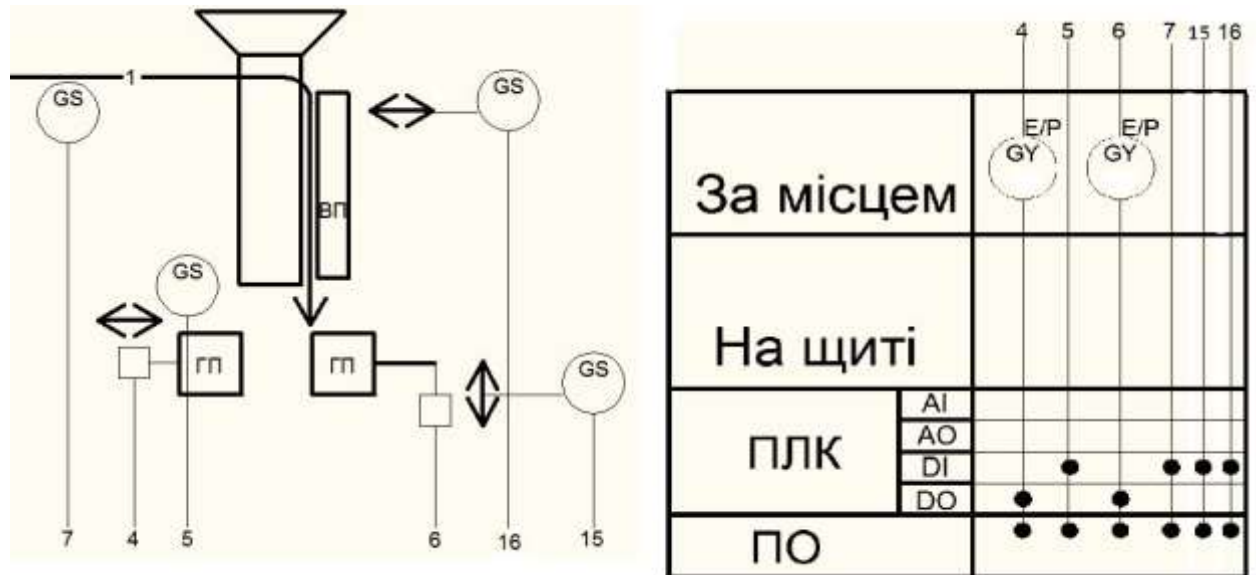


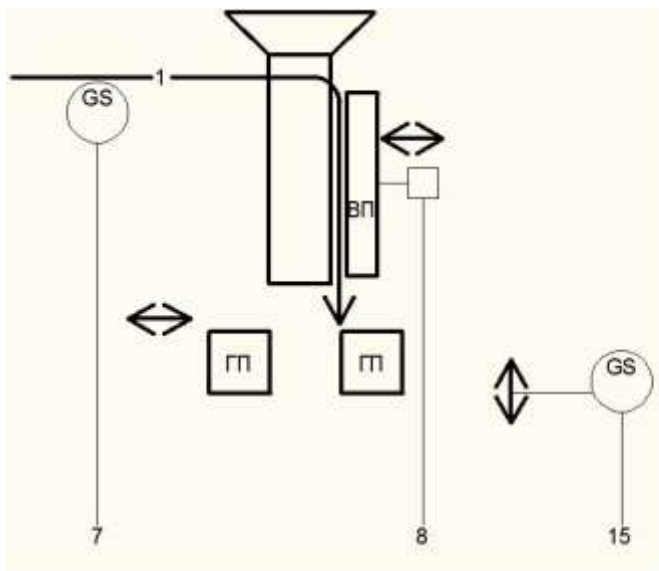
Рисунок 2.2 – Контур регулювання протяжного механізму

### 2.3.3 Контур керування пайки вертикального шва

Дискретний сигнал з фотодатчика надходить на ПЛК ра формує керуючий сигнал на ЕПК пневмоциліндра пайки вертикального шва. Циліндр через важелі виконує переміщення вертикального паяльника.

Паяльник в свою чергу притискає вільні краї плівки, котра огортає формувальний тубус, спаює їх між собою і на виході отримуємо поліетиленову тубу.

Зняття керуючого сигналу з ЕПК пайки вертикального шва виконується при спрацюванні індукційного датчика положення «протяжний механізм в початковому положенні»



|           |    |   |           |    |
|-----------|----|---|-----------|----|
|           |    | 7 | 8         | 15 |
| За місцем |    |   | Е/Р<br>GY |    |
| На щиті   |    |   |           |    |
| ПЛК       | AI |   |           |    |
|           | AO |   |           |    |
|           | DI | ● |           | ●  |
|           | DO |   | ●         |    |
| ПО        |    | ● | ●         | ●  |

Рисунок 2.3 – Контур регулювання пайки вертикального шва

#### 2.3.4 Контур регулювання температури

Сигнал від термометру опору надходить на нормуючий перетворювач звідки уніфікований струмовий сигнал поступає на ПЛК для обчислення та виведення показань на ПО. Таким чином якщо температура не досягла заданої оператором, ПЛК подає дискретний сигнал на напівпровідникове реле, котре комутує схему живлення нагріву паяльних елементів. А при досягненні заданої температури ПЛК знімає керуючий сигнал з реле, тим самим розмикає схему живлення нагріву.

|      |      |          |        |      |
|------|------|----------|--------|------|
|      |      |          |        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

### 2.3.5 Контур регулювання рівня продукту в бункері

Уніфікований струмовий сигнал від ультразвукового датчика рівня надходить на ПЛК для обчислень та формування керуючого сигналу на частотний перетворювач, котрий в свою чергу змінює частоту обертання двигуна елеватора.

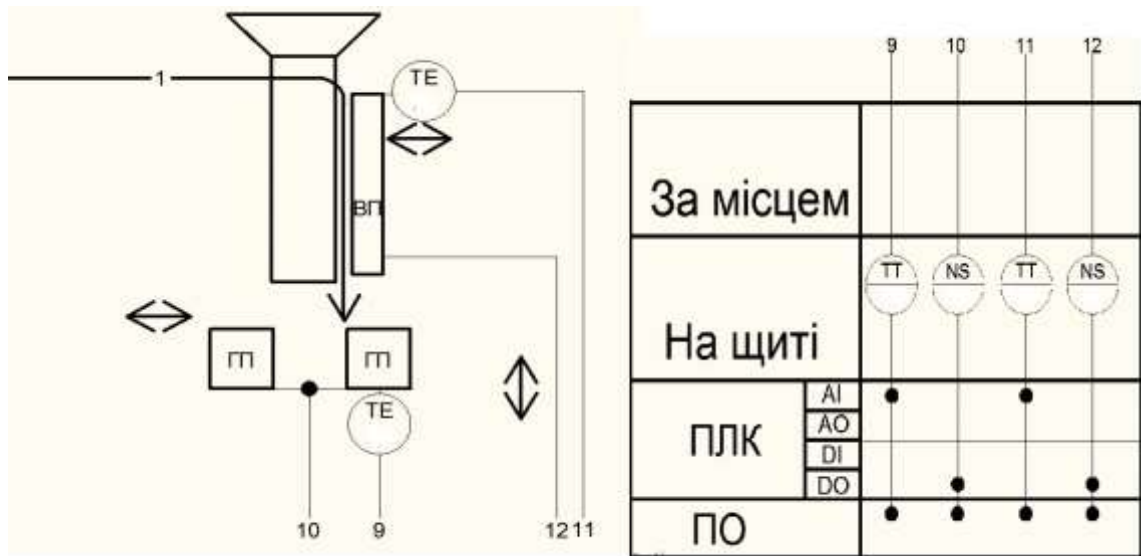


Рисунок 2.4 – Контур регулювання температури



Рисунок 2.5 – Контур регулювання рівня

Після проведення аналізу контурів регулювання було складено таблиці вхідних та вихідних сигналів

Таблиця 2.1 – Вхідні сигнали

| № п/п | Сигнал                                | Діапазон вимірювань | Кількість точок | Тип сигналу |
|-------|---------------------------------------|---------------------|-----------------|-------------|
| 1     | Маса продукту                         | 0 – 5 кг            | 1               | 4 – 20мА    |
| 2     | Температура горизонтального паяльника | 0 – 170°С           | 1               | 4 – 20мА    |
| 3     | Температура вертикального паяльника   | 0 – 170°С           | 1               | 4 – 20мА    |
| 4     | Положення вертикального паяльника     | 0...1               | 1               | дискретний  |
| 5     | Положення протяжного механізму        | 0...1               | 1               | дискретний  |
| 6     | Положення горизонтального паяльника   | 0...1               | 1               | дискретний  |
| 7     | Положення контрольної точки           | 0...1               | 1               | дискретний  |
| 8     | Рівень продукту в бункері             | 10-60 см            | 1               | 4-20мА      |

Таблиця 2.2 – Вихідні сигнали

| № п/п | Сигнал          | Діапазон сигналу | Кількість точок | Тип сигналу | Виконавчий механізм     |
|-------|-----------------|------------------|-----------------|-------------|-------------------------|
| 1     | Подача продукту | 42-220В          | 1               | Дискретний  | Електромагніт вібратора |
| 2     | Вигрузка ковша  | 0..1             | 1               | Дискретний  | Кроковий двигун         |

| № п/п | Сигнал                        | Діапазон сигналу | Кількість точок | Тип сигналу | Виконавчий механізм                                                      |
|-------|-------------------------------|------------------|-----------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 3     | Нагрів паяльників             | 0..1             | 2               | Дискретний  | Паяльник через напівпровідникове реле                                    |
| 4     | Пайка швів та протяжка плівки | 0..1             | 3               | Дискретний  | Пневматичний циліндр через електропневматичний клапан                    |
| 5     | Рівень в бункері              | 4-20 мА          | 1               | Аналоговий  | Електродвигун елеватора (1.1 кВт) через частотний перетворювач (1.5 кВт) |



### 3. ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

#### 3.1 Вибір датчиків

Для визначення маси фасованого продукту в процесі фасування, було обрано тензодатчик Zemic L6D-C3-10.0kg-0.4B. Датчик з зафіксованим на ньому зважувальним ковшом, жорстко кріпиться на станині апарату. Жорстке кріплення запобігає виникненню додаткових вібрацій, при наповненні ковша, що в свою чергу забезпечить точність вимірювання маси продукту. Підключення здійснюється безпосередньо до блока управління вагового дозатора ДИСКРЕТ-66 по 4-хпроводній схемі.



Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд тензодатчика Zemic L6D

Таблиця 3.1 – Характеристики тензодатчика Zemic L6D- C3-10.0kg-0.4B

| Характеристики              | Значення           |
|-----------------------------|--------------------|
| Діапазон вимірювання        | 0 - 10 кг          |
| Клас точності ГОСТ 24104-88 | C3                 |
| Діапазон робочих температур | від -35°C до +65°C |
| Вихідна чутливість          | 2.0±0.2 mV/v       |
| Загальна похибка            | ≤±0.02 %           |
| Опір ізоляції               | ≥ 5000(50VDC) М Ω  |
| Матеріал корпусу            | Алюміній           |
| Ступінь захисту             | IP65               |

Регулювання довжини пакета здійснюється за допомогою оптичного датчика Schneider XUB 9BPA12. При досягненні контрольної точки, яка нанесена на фасовочну плівку заводом виробником, датчик подає дискретний сигнал на ПЛК, даний сигнал є командою на припинення подачі сигналу на ВМ протяжного механізму плівки. Монтується на станину апарату за допомогою спеціального металевого кронштейна для циліндричних M18 фотодатчиків серії XUB. Підключення по 3-провідній схемі через спеціальний роз'єм M12.

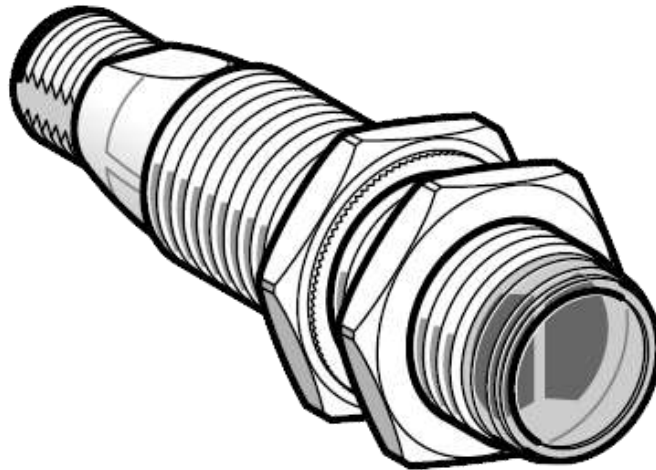


Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд фотодатчика Schneider XUB 9BPA12

Таблиця 3.2 – Характеристики фотодатчика Schneider XUB 9BPA12

| Характеристики              | Значення           |
|-----------------------------|--------------------|
| Відстань спрацювання        | 0.05м -3м          |
| Напруга живлення            | 12-24VDC           |
| Струм споживання            | не більше 35мА     |
| Функція виходу              | NO контакт         |
| Діапазон робочих температур | від -25°C до +55°C |
| Комутаційна спроможність    | 100 мА             |
| Матеріал корпусу            | Нікельована латунь |
| Ступінь захисту             | IP65               |

Для забезпечення належної якості швів упаковки потрібно дотримуватись температурних режимів спайки, тому що при недогріві матеріал не спається між собою і відбудеться розрив, а при перегріві матеріал буде втрачати свої еластичні властивості або взагалі прогорати, що також негативно відобразиться на якості пакунку. Так як даний фасувальний апарат розроблюється для роботи з поліетиленовим пакуванням, оптимальний температурний режим є 125-150°C, залежно від якості поліетилену та температури навколишнього середовища. Для регулювання даного процесу, безпосередньо на паяльники встановлено термометри опору ОВЕН ДТС 014-РТ100.В3.20/3. Підключення термометрів до ПЛК здійснюється через нормуючий перетворювач ОВЕН НПТ-1 для отримання уніфікованого струмового сигналу 4-20мА.

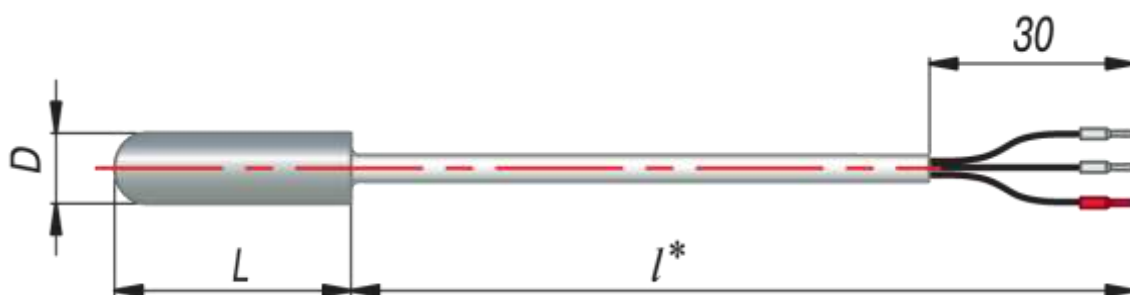


Рисунок 3.3 – Конструктивне виконання ДТС014



Рисунок 3.4 – Зовнішній вигляд нормуючого перетворювача ОВЕН НПТ-1

|      |      |          |        |      |                   |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
|      |      |          |        |      | СУ-71.6.151.11.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                   | 28   |

Таблиця 3.3 – Характеристики термометра опору ДТС014

| Характеристики       | Значення           |
|----------------------|--------------------|
| Діапазон вимірювання | від - 50 до +250°C |
| Опір ізоляції        | 100 МОм +          |
| Чутливі елементи     | 1                  |
| Схема підключень     | тридротова         |
| Матеріал корпусу     | латунь             |
| Ступінь захисту      | IP54               |

Таблиця 3.4 – Характеристики нормуючого перетворювача ОВЕН НІТ-1

| Характеристики                        | Значення             |
|---------------------------------------|----------------------|
| Напруга живлення                      | 24VDC                |
| Струм споживання                      | 35мА                 |
| Номінальний діапазон вихідного струму | 0-20мА, 4-20мА       |
| Діапазон робочих температур           | від -40°C до +85°C   |
| Напрацювання до відмови               | не менше 500000 год. |
| Інтерфейс зв'язку з ПК                | USB2.0 Full Speed    |

Для контролю положення та регулювання синхронної роботи паяльників, протяжного механізму та блока управління вагового дозатора в даній системі використано індукційні датчики Sief-12NB-PS-K-L. Синхронність роботи механізмів та приладів необхідна для запобігання спричинення аварійних ситуацій, псування упаковки та серйозних пошкоджень обладнання. А в разі десинхронізації оператор зможе зупинити процес та запобігти спричиненню поломок, а отже уникнути дорогого ремонту та простою апарата.

Основна перевага індукційних датчиків положення – це відсутність механічного контакту з рухомими частинами та механізмами, що значно продовжує їхній строк роботи та пришвидшує монтаж чи заміну. Монтується на станину апарату за допомогою спеціального металевого кронштейна для циліндричних М18 датчиків. Підключення по 3-провідній схемі.

|      |      |          |        |      |                   |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
|      |      |          |        |      | СУ-71.6.151.11.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                   | 29   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                   |      |



Рисунок 3.5 – Зовнішній вигляд індукційного датчика Sief-12NB-PS-K-L

Таблиця 3.5 – Характеристики індукційного датчика Sief-12NB-PS-K-L

| Характеристики                  | Значення           |
|---------------------------------|--------------------|
| Номінальна відстань спрацювання | 12мм               |
| Напруга живлення                | 12-24VDC           |
| Струм споживання                | не більше 15мА     |
| Функція виходу                  | NO контакт         |
| Діапазон робочих температур     | від -30°C до +85°C |
| Комутаційна спроможність        | 200 мА             |
| Матеріал корпусу                | Хромована латунь   |
| Ступінь захисту                 | IP67               |

Контроль та регулювання рівня сипучої речовини в завантажувальному бункері здійснюється за допомогою ультразвукового датчика Micro Detectors UK1A/G2-0ESY. Уніфікований сигнал від датчика поступає безпосередньо на ПЛК. Підключення здійснюється через спеціальний роз'єм M12 по 3-провідній схемі. Монтується на бункер за допомогою спеціального металевого кронштейна для циліндричних M18 датчиків.

Основними перевагами даного типу датчиків є:

- відсутність контакту з речовиною
- висока точність вимірювання
- вимірювання не залежить від фізичних та хімічних властивостей речовини
- компактні габарити
- простота монтажу

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | СУ- 71.6.151.11.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 30   |



Рисунок 3.6 – Зовнішній вигляд ультразвукового датчика рівня Micro Detectors UK1A/G2-0ESY

Таблиця 3.6 – Характеристики ультразвукового датчика Micro Detectors UK1A/G2-0ESY

| Характеристики              | Значення           |
|-----------------------------|--------------------|
| Діапазон вимірювання        | 100-900мм          |
| Напруга живлення            | 24VDC              |
| Струм споживання            | не більше 100мА    |
| Діапазон робочих температур | від -25°C до +70°C |
| Вихідний сигнал             | 4-20 мА            |
| Матеріал корпусу            | пластик            |
| Ступінь захисту             | IP67               |

### 3.2 Вибір виконавчих механізмів та допоміжних приладів

Для подачі продукту в зважувальний ковш було обрано вібраційний транспортер JDA series. Даний транспортер являє собою лоток закріплений на дві еластичні пластини, котрі прикріплені до основи транспортера. Також на основі встановлено електромагніт, який в свою чергу, при подачі на нього напруги, починає притягувати металевий сердечник, закріплений на лотку. Таким чином змінюючи величину напруги на електромагніті, блок управління ваговим дозатором регулює амплітуду коливань лотка, тим самим зменшує або збільшує подачу продукту в зважувальний ковш.

Діапазон робочої напруги 42-230В 50-60Гц. Ступінь захисту IP65. Максимальне навантаження на еластичну пластину 21кг.

Монтується на станину апарату за допомогою гумових або пружинних амортизаторів, для зменшення вібрації на апараті, адже додаткова вібрація негативно впливає на точність вимірювання маси, руйнує механізми та зварні шви апарату.



Рисунок 3.6 – Зовнішній вигляд вібратора JDA series

Для розвантаження зважувального ковша в даному проекті використано кроковий двигун з енкодером Nema 34 86HSE8N-BC38. Двигун встановлюється безпосередньо на ковші та через важільну систему змінює положення розвантажувального шибера. Підключається безпосередньо до блока управління ваговим дозатором.

Таблиця 3.7 – Характеристики крокового двигуна Nema 34

| Характеристики              | Значення           |
|-----------------------------|--------------------|
| Кількість фаз               | 2                  |
| Напруга живлення            | 24-80VDC           |
| Струм споживання            | 6А                 |
| Діапазон робочих температур | від -20°C до +50°C |
| Кутовий крок                | 1,8°               |

|                                    |                   |
|------------------------------------|-------------------|
| Крутний момент                     | 8 Нм              |
| Швидкість номінальна (максимальна) | 1500 (2000) об/хв |



Рисунок 3.8 – Зовнішній вигляд крокового двигуна Nema 34

Для зміни положення паяльних елементів та переміщення протяжного механізму було використано пневматичні циліндри CAMOZZI з електропневматичними клапанами CAMOZZI 338D-011-02IL-U77.

Пневматичні циліндри поділяються на:

- односторонньої дії – в таких циліндрах прямий хід штоку здійснюється за рахунок енергії стиснутого повітря, а зворотній – пружиною
- двосторонньої дії – прямий та зворотній хід виконується енергією стиснутого повітря

В даному проекті використано пневматичні циліндри односторонньої дії. Такий вибір обумовлений тим що при припиненні подачі стиснутого повітря паяльні елементи повертаються в своє нормальне положення та не перепалюють поліетиленовий пакунок.

|      |      |          |        |      |                   |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
|      |      |          |        |      | СУ-71.6.151.11.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                   | 33   |





Рисунок 3.9 – Зовнішній вигляд пневматичного циліндра CAMOZZI



Рисунок 3.10 – Зовнішній вигляд Електропневматичного клапана CAMOZZI 338D-011-02IL-U77

Для керування температурою нагріву паяльних елементів використовуються напівпровідникові реле SCHNEIDER SSRDCDS45A1. Основними перевагами напівпровідникових реле є: висока швидкість комутації та відсутність іскріння.

Таблиця 3.8 – Характеристики напівпровідникового реле SCHNEIDER SSRDCDS45A1

| Характеристики                 | Значення           |
|--------------------------------|--------------------|
| Напруга схеми управління       | 3-32VDC            |
| Максимальна комутувана напруга | 280В               |
| Максимальний комутований струм | 45А                |
| Діапазон робочих температур    | від -40°C до +80°C |



Рисунок 3.11 – Зовнішній вигляд напівпровідникового реле SCHNEIDER SSRDCDS45A1

Регулювання частоти обертів привода елеватора здійснюється частотним перетворювачем Danfoss VLT Micro Drive FC51 1.5кВт. Обґрунтовується даний вибір тим, що регулювання швидкості обертання електродвигуна здійснюється шляхом зміни величини та частоти напруги живлення. ККД подібного перетворення складає приблизно 98%. При цьому з електромережі споживається тільки активна частина струму навантаження, а мікропроцесорна система управління дозволяє максимально ефективно керувати двигуном, а також контролювати велику кількість параметрів. Знижується ризик аварійних ситуацій.

Таким чином, частотні перетворювачі дають наступні можливості:

- економія енергоресурсів;
- зниження затрат на профілактичні та ремонтні роботи;
- збільшення робочого ресурсу технологічного обладнання;
- якість управління та контроль за технологічним процесом.

Таблиця 3.8 – Характеристики частотного перетворювача Danfoss VLT Micro Drive FC51 1.5кВт

| Характеристики    | Значення |
|-------------------|----------|
| Потужність        | 1.5кВт   |
| Напруга на вході  | 1-ф 220В |
| Напруга на виході | 3-ф 380В |
| Номінальний струм | 6.8 А    |

|                             |                  |
|-----------------------------|------------------|
| Тип управління              | векторний        |
| Максимальна вихідна частота | 500 Гц           |
| Діапазон робочих температур | від 0°C до +50°C |
| Ступінь захисту             | IP20             |



Рисунок 3.12 – Зовнішній вигляд частотного перетворювача Danfoss VLT Micro Drive FC51 1.5кВт

В якості ПЛК для системи автоматизації було вибрано ОВЕН 160(М02). Обрання даного ПЛК ґрунтується на проведеному аналізі вимог до пристрою та представлених ринком рішень. Дана модель задовільнила усі технічні вимоги, привабила адекватною ціною та високим рівнем технічної підтримки покупців компанією-виробником.

Переваги ОВЕН ПЛК160 (М02):

- швидкісні входи для обробки енкодерів;
- наявність вбудованих дискретних та аналогових входів виходів;
- можливість роботи за попередньо обговореними сценаріями у випадку підключення до контролера USB-накопичувачів та архівації роботи обладнання;

- можливість просто і зручно запрограмувати у системі CODESYS через інформаційні порти USB, Ethernet та RS-232;
- можливість передачі даних до верхніх рівнів через Ethernet чи мережу GSM.
- три послідовних порти RS-232, RS-485;
- живлення: 220 В і 24 В[9].

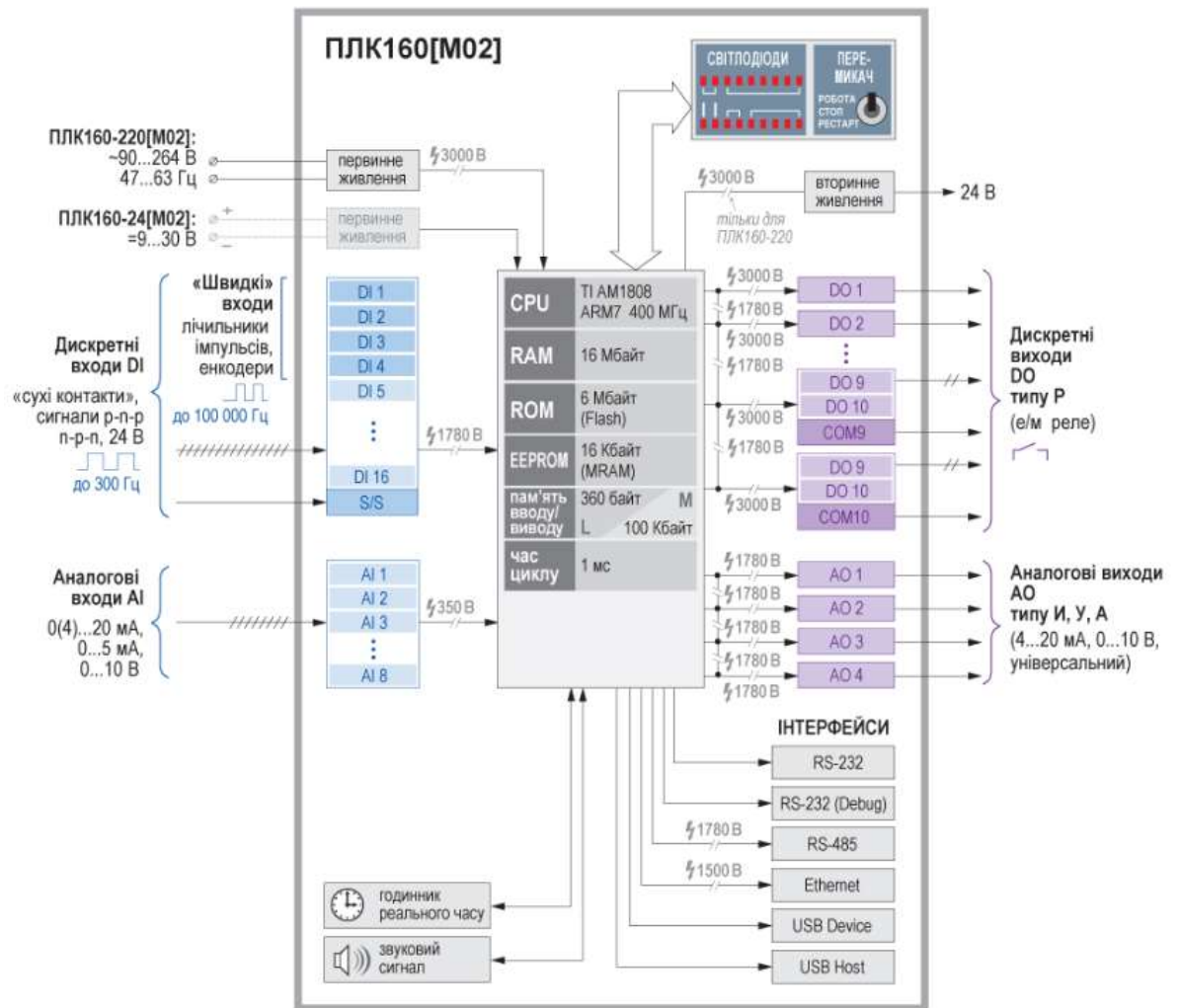


Рисунок 3.13 – Функціональна схема ПЛК160(M02)



Рисунок 3.14 – Зовнішній вигляд ПЛК160(МО2)

|      |      |          |        |      |                   |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
|      |      |          |        |      | СУ-71.6.151.11.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                   | 38   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                   |      |

## ВИСНОВОК

Автоматизація процесу фасування набуває актуальності у сьогоднішні дні, оскільки зростають потреби споживачів не тільки у якісній продукції, а і в зручній та практичній упаковці. Зростає тенденція на повне автоматизування харчових підприємств, щоб мінімізувати втручання людського фактору, удосконалити властивості кінцевого продукту для підвищення його якості та конкурентоспроможності, підвищити рентабельності виробництва та збільшення його потужності.

Проаналізувавши аграрну галузь України можна зробити висновки, що кінцевий споживач надає перевагу розфасованим сипучим продуктам. Основний матеріал при фасуванні є поліетилен, що дає змогу споживачу розгледіти вміст упаковки, а також зручність при транспортуванні до столу та під час приготування.

В дипломному проекті було проведено огляд та опис існуючих методів та типів фасування. Проведено аналіз технологічного процесу фасування сипучих продуктів за допомогою напівавтоматичного фасувального автомату та автоматичного. Поставлено та вирішено функціональні задачі керування. На основі поставлених задач було розроблено схему інформаційно-матеріальних потоків та функціональну схему автоматизації. А також був виконаний аналіз та підбір оптимальних датчиків та виконавчих механізмів. Окрему увагу приділено контурам керування, зокрема в ході роботи були розглянуті контури: дозування, керування протяжного механізму, керування пайки вертикального шва, регулювання температури та рівня продукту в бункері.. На основі відповідних контурів управління під час виконання дипломного проектування було розроблено алгоритми дозування та протяжного механізму.

Приділена увага питанням охорони праці. Розглянуті організація інструктажів, питання стосовно забезпечення електробезпеки та пожежної безпеки

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | СУ- 71.6.151.11.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 39   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Відомості про ваговий дозатор [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://polytechnic.in.ua/p150685-dozator-vesovoj-dvsv.html>.
2. Соломенко М. Г., Шредер В. Л., Кривошей В. Н.: Тара из полимерных материалов: Справочное издание. - М.: Химия, 1990. – с. 400.
3. Гавва О. М., Беспалько А. П., Волчко А. І., Кохан О. О. Пакувальне обладнання: підручник. – Л ШФЦ “Упаковка”, 2017. – с. 744.
4. Упаковка пищевых продуктов / Коллектив авторов / Пер. с нем. М.: Пищевая промышленность., 1970 - 312с.
5. FOOD PACKAGING: PRINCIPLES AND PRACTICE, 3RD EDITION [Hardcover] [Jan 01, 2016] ROBERTSON L. GORDON, 2016. – р. 450.
6. Fundamentals of Device and Systems Packaging: Technologies and Applications, Second Edition 2nd Edition by Rao Tummala (Author)., 2019. — р.828.
7. Богданова Т.Н.: Пленочные полимерные материалы для упаковки пищевых продуктов: Справочное пособие. - М.: Пищепромиздат, 1963 – с.152.
8. Современное оборудование для упаковки пищевых продуктов: Справочник / Под ред. Ю. В. Бурляя и Л. А. Сухого. - М.: Машиностроение, 1978. – с.340.
9. wqw
10. Food Packaging Technology Edited by Richard Coles, Derek McDowell Mark J. Kirwan., 2017. — р.368.
11. Бристон Дж. Х., Катан Л. Л.: Полимерные пленки / Пер. с англ. под ред. Э. П. Донцовой. - М.: Химия, 1993. — с.384.
12. Применение полимерных материалов в консервной промышленности. Полонский В. Г., Муравин Я. Г., Дюльгер Т. Б. Каменщик Я. И. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – с. 232.
13. Муравин Я. Г., Толмачева М. Н., Додонов А. М.: Применение полимерных и комбинированных материалов для упаковки пищевых продуктов. – М.: Агропромиздат, 1985. – с. 205.
14. Відомості про ПЛК [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://owen.ua/ua/programovani-logichni-kontrolery/plk160-m02-programovanyj-logichnyj-kontroler>.
15. Відомості про кроковий двигун [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.omc-stepperonline.com/nema-34-stepper-motor/>.

|      |      |          |        |      |                   |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
|      |      |          |        |      | СЧ-71.6.151.11.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                   | 40   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                   |      |

