

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет транспорту та механічної інженерії

(повне найменування факультету)

Кафедра прикладної механіки та мехатроніки

(повна найменування кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»

МОДЕРНІЗАЦІЯ МОДУЛЯ ДОЗУВАННЯ
СИПКОЇ ПРОДУКЦІЇ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ
ЙОГО УНІВЕРСАЛЬНОСТІ

спеціальність 131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи ІМ-41

Мальчук Віктор Олександрович

(підпис)

Керівник:

к.т.н., доцент

Залета Ольга Михайлівна

(підпис)

Кваліфікаційну роботу

допущено до захисту

«__» _____ 20__ р.

к.т.н., доцент

Гарант освітньої програми:

Божко Тетяна Євгенівна

(підпис)

Луцьк – 2025 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет транспорту та механічної інженерії

Кафедра прикладної механіки та мехатроніки

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Галузь знань: 13 Механічна інженерія

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Освітня програма: «Прикладна механіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«__» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Мальчуку Віктору Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи *Модернізація модуля дозування сипкої продукції з метою підвищення його універсальності*

Керівник роботи: *Залета Ольга Михайлівна, к.т.н., доцент кафедри ПМ та М*

затверджені наказом вищого навчального закладу від «31» грудня 2024 р. № 910/01-07

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «01» червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи Конструкторська документація

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

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА. Вибір пакувального матеріалу. Проектування споживчої та транспортної тари. Опис технологічної схеми пакування. ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА. Опис

структури та роботи пакувального автомата. Опис кінематично-пневматичної схеми модернізованого модуля дозування. Розрахунок продуктивності пакувального автомата.

Опис конструкції та роботи модернізованого модуля дозування. ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА. Монтаж, ремонт і умови експлуатації виробничого обладнання та

модернізованого модуля дозування. Опис транспортно-складської системи дільниці.

Розрахунок вантажопотоків дільниці та періодичності поповнення запасів матеріалів.

Розрахунок кількості обслуговуючого персоналу дільниці. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА

НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА. Аналіз виробництва. Заходи для приведення

шкідливих виробничих факторів до нормативних вимог. Заходи для охорони навколишнього середовища. Розрахунок захисного заземлення. Пожежна безпека.

5. Перелік графічного матеріалу: Розгортка споживчої упаковки (пакета) – 1 лист (ф. А2), розгортка транспортної упаковки (ящика) – 1 лист (ф. А2), технологічна схема пакування – 1 лист (ф. А1), загальний вигляд модернізованого фасувально-пакувального автомата А5-АР5-Б – 1 лист (ф. А1), кінематично-пневматична схема модернізованого модуля дозування – 1 лист (ф. А1), складальне креслення модернізованого модуля дозування – 1 лист (ф. А1).

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання « 01 » _____ 03 _____ 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Технологічна частина</i>	22.03.2025 р.	
2	<i>Технічна частина</i>	19.04.2025 р.	
3	<i>Експлуатаційна частина</i>	10.05.2025 р.	
4	<i>Охорона праці та навколишнього середовища</i>	24.05.2025 р.	
5	<i>Представлення роботи до захисту</i>	31.05.2025 р.	
6	<i>Електронний варіант кваліфікаційної роботи</i>		

Здобувач вищої освіти

_____ *Мальчук В.О.*
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ *Залета О.М.*
(підпис) (прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Мальчук В.О. Модернізація модуля дозування сипкої продукції з метою підвищення його універсальності. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Прикладна механіка» спеціальності 131 Прикладна механіка. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2025.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків.

У технологічній частині роботи здійснено аналіз сипкої та дрібноштучної продукції як об'єкта пакування, підібрано пакувальний матеріал та тип споживчої і транспортної тари, виконано опис технологічної схеми пакування сипких і дрібноштучних товарів у полімерний тришовний пакет. У технічній частині виконано опис конструкції та принципу роботи пакувального автомата А5-АР5-Б, який вибрано за основу в якості пакувального модуля. Розроблено та представлено кінематичну схему модернізованого дозувального модуля. Розраховано продуктивність пакувального автомата. Також представлено опис конструкції та роботи модернізованого модуля дозування продукції, виконано розрахунок його параметрів. В експлуатаційній частині представлено вимоги до монтажу, ремонту та умов експлуатації обладнання, виконано розрахунки вантажопотоків і кількості працівників для обслуговування дільниці пакування. В розділі з охорони праці та навколишнього середовища виконано аналіз виробництва, представлено умови безпечної експлуатації виробничого устаткування та виконано розрахунок захисного заземлення електроустаткування.

Ключові слова: сипка і дрібноштучна продукція, пакет, модуль дозування, автомат.

ANNOTATION

Malchuk V.O. Modernization of the bulk product dosing module to increase its versatility. Manuscript.

Qualification work of the bachelor of EP «Applied Mechanics» specialty 131 Applied Mechanics. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2025.

The qualification work of the bachelor consists of an introduction, four sections, conclusions, a list of used sources, appendices.

In the technological section of the work, an analysis of bulk and small-piece products as packaging objects is carried out. The appropriate packaging material and types of consumer and transport packaging are selected. A description of the technological packaging scheme for bulk and small-piece products in a polymer three-seam bag is provided.

In the technical section, a description of the design and operating principle of the A5-AR5-B packaging machine, which has been chosen as the base for the packaging module, is presented. A kinematic diagram of the modernized dosing module is developed and presented. The performance of the packaging machine is calculated.

The design and operation of the modernized product dosing module are also described, and its parameters were calculated.

In the operational section, requirements for installation, maintenance, and operating conditions of the equipment are presented, as well as calculations of cargo flows and the number of workers needed to service the packaging area.

The occupational health and environmental protection section includes a production analysis, safe operating conditions for production equipment, and a calculation of protective grounding for electrical equipment.

Key words: bulk and small-piece products, package, dosing module, machine.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	8
1.1. Вибір пакувального матеріалу.....	8
1.2. Проектування споживчої та транспортної тари.....	11
1.3. Опис технологічної схеми пакування.....	15
РОЗДІЛ 2. ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА.....	17
2.1. Опис структури та роботи пакувального автомата.....	17
2.2. Опис кінематично-пневматичної схеми модернізованого модуля дозування..	19
2.3. Розрахунок продуктивності пакувального автомата.....	22
2.4. Опис конструкції та роботи модернізованого модуля дозування.....	23
2.5. Розрахунок параметрів елементів модуля дозування.....	25
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА.....	31
3.1. Монтаж, ремонт і умови експлуатації виробничого обладнання та модернізованого модуля дозування.....	31
3.2. Опис транспортно-складської системи дільниці.....	33
3.3. Розрахунок вантажопотоків дільниці та періодичності поповнення запасів матеріалів	34
3.4. Розрахунок кількості обслуговуючого персоналу дільниці.....	36
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	38
4.1. Аналіз виробництва.....	38
4.2. Заходи для приведення шкідливих виробничих факторів до нормативних вимог.....	38
4.3. Заходи для охорони навколишнього середовища.....	40
4.4. Розрахункова частина. Розрахунок захисного заземлення.....	40
4.5. Пожежна безпека.....	45
ВИСНОВКИ.....	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	48
ДОДАТКИ.....	50

									Лист
Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата	016Б-25.00.00.00.000 ПЗ				6

ВСТУП

У сучасних умовах стрімкого розвитку економіки, ринків збуту продукції та постійного зростання вимог до якості продукції особливої актуальності набуває пакувальна галузь. Вона відіграє ключову роль у забезпеченні збереження товарів, підвищенні їх конкурентоспроможності, формуванні позитивного іміджу виробника та полегшенні логістичних процесів. Пакування стало не лише необхідною складовою виробничого циклу, а й важливим інструментом маркетингу та споживчої комунікації.

Зростання попиту на якісне, функціональне й екологічно безпечне пакування стимулює розвиток інноваційних технологій у виробництві пакувальних матеріалів та обладнання. Сучасні підприємства прагнуть до автоматизації та оптимізації своїх виробничих процесів, що потребує застосування ефективного й технологічно гнучкого обладнання. Відтак, особливої уваги заслуговує універсальність пакувальних машин як ключовий показник їх ефективності. Універсальне пакувальне обладнання дає змогу працювати з різними видами продукції, пакувальних матеріалів і форматів, що істотно знижує витрати на модернізацію, спрощує виробниче планування та підвищує адаптивність підприємства до змін ринкових умов.

В умовах нестабільності попиту та постійного оновлення асортименту товарів універсальність обладнання виступає не лише перевагою, а й необхідною умовою конкурентоспроможності підприємства. Вона забезпечується швидким переналагодженням виробництва, вільним вибором пакувального формату. Усе це робить тему кваліфікаційної роботи актуальною для практичного застосування у виробництві.

У цій роботі проаналізовано структуру і принцип функціонування фасувально-пакувального автомату та запропоновано модернізацію його дозувально-фасувального блоку з метою підвищення його універсальності.

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Лист
Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата		7

РОЗДІЛ 1

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1. Вибір пакувального матеріалу

Сипка продукція являє собою складну реологічну систему, властивості якої змінюються залежно від щільності упаковки твердих частинок, характеру зовнішніх впливів та умов навколишнього середовища (температура, вологість). Такий продукт може проявляти як характеристики зв'язаної маси, так і властивості вільнотекучого матеріалу, залежно від рівня механічного навантаження.

Під дією робочих елементів машин сипкий матеріал може як ущільнюватися, так і розпушуватися, аж до стану пневматичного чи вібраційного розрідження. Володіння інформацією про нормативні властивості сипкої продукції та їх зміни при механічному впливі дозволяє уникати помилок під час вибору та проектування систем дозування і фасування.

Існують класифікаційні таблиці для різноманітних типів сипкої продукції, що містять дані про гранулометричний склад, плинність, насипну щільність, здатність до утворення склепінь та аерації. На попередньому етапі проектування дозувальних систем доцільно користуватися спрощеною класифікацією, яка базується на розмірах частинок. За цим критерієм виділяють три основні групи сипких матеріалів:

Перша група охоплює порошкоподібну продукцію з розміром частинок від 0,02 до 0,6 мм (наприклад, цукрова пудра, какао, мелена кава, борошно, спеції, сухе молоко, дитячі суміші). Для таких продуктів зазвичай застосовуються шнекові дозатори.

До другої групи входять подрібнені харчові продукти з частинками розміром від 0,6 до 6 мм, такі як цукор-пісок, сіль, короткорізані макарони, крупи тощо. Їх найчастіше дозують за допомогою об'ємних дозаторів (стаканчикових, маятникових, шибєрних).

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Лист
Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата		8

Третя група включає сипкі продукти з частинками розміром близько 6 мм і більше, серед яких – сухі сніданки, чай, горіхи, цукерки, заморожені ягоди, зернова кава, тощо. Для таких матеріалів використовують вагові дозатори лінійного типу, а для досягнення високої продуктивності (понад 100 доз/хв) – мультиголовочні системи дозування.

Продукти з більшим розміром частинок відносять до дрібноштучних виробів.

Дрібноштучна харчова продукція — це категорія харчових товарів, що складається з великої кількості окремих невеликих одиниць (штук), які мають приблизно однакову масу та форму. До неї належать такі продукти, як цукерки, печиво, пастила, сухофрукти, горішки, цукати, снеки, зефір, драже, а також різні кондитерські вироби у фасованому чи ваговому вигляді.

З точки зору пакування дрібноштучна продукція має ряд специфічних характеристик, які визначають особливості вибору пакувального обладнання, пакувальних матеріалів, типів упаковки, а також впливають на процеси фасування та герметизації. Дрібноштучні вироби, як правило, мають неправильну або округлу форму. Це вимагає обладнання, здатного адаптуватися до нерівностей і забезпечувати рівномірне заповнення упаковки. До того ж, багато видів виробів легко ламаються або кришаться (наприклад, печиво, вафлі, чіпси), що потребує дбайливого механічного впливу під час пакування. Такі продукти можуть бути властивостями незв'язної сипкої продукції (горішки, драже) або навпаки – зв'язної, тобто злипатися між собою (зефір, карамель). Це висуває вимоги до конструкції дозаторів і подачі.

Часто до складу дрібноштучної продукції входять жири, ароматизатори, кислоти, що можуть вступати у взаємодію з деякими видами пакувальних матеріалів. Тому необхідно обирати матеріали з високою інертністю (наприклад, фольга, полімерні багат шарові плівки). А продукти з високим вмістом вологи або жиру додатково потребують пакування у вологонепроникний матеріал з високою та жиростійкістю [1].

										Лист
										9
Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата	016Б-25.00.00.00.000 ПЗ					

Таким чином, дрібноштучна харчова продукція потребує високого ступеня гнучкості пакувального обладнання. Універсальність машин, що дозволяє швидко переналаштовуватися на різні типи продукції та пакувальні матеріали.

Отже, для пакування сипкої продукції з інертним складом підходить переважна більшість пакувальних матеріалів, однак виробники переважно надають перевагу полімерним плівкам завдяки їх економічності у порівнянні з паперовими матеріалами, упаковкою зі скла чи металів. Така упаковка володіє достатньою механічною міцністю, еластичністю, хімічною інертністю.

Найбільш поширеними для сипких продуктів є поліетиленові (ПЕ) та поліпропіленові (ПП) плівки, пакування з полівінілхлориду (ПВХ) або поліетилентерефталату (ПЕТФ) [2-4].

Поліетилен буває низької та високої щільності. ПЕНЩ / LDPE володіє високою гнучкістю, прозорістю, еластичністю легко піддається термозварюванню; ПЕВЩ / HDPE характеризується більшою жорсткістю, міцністю, стійкістю до проколів

Всі перелічені види ПЕ мають низьку щільність, а тому легкі, що важливо при транспортуванні; їх висока гнучкість та еластичність дозволяє легко сформувати упаковку; водостійкість не дозволяє волозі проникати ні зсередини упаковки назовні, ні потрапляти всередину упаковки із навколишнього середовища; можливість вторинної переробки сприяє рециркуляції відходів.

Щодо поліпропілену (ПП), то серед його ключових якостей можна виділити наступні: низька щільність; висока міцність на розрив та ударні навантаження; стійкість до більшості кислот, лугів, органічних розчинників; висока температура плавлення (160-170 °C) дозволяє використовувати його для пакування продуктів з високими температурами; низьке вологопоглинання; висока прозорість та глянцевість; можливість вторинної переробки [3].

Для пакування дрібноштучних виробів широко використовуються багатошарові плівкові матеріали.

										Лист
Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата	016Б-25.00.00.00.000 ПЗ					10

Вони являють собою складні полімерні композиції, що складаються з кількох функціональних шарів, кожен з яких виконує певну технологічну або бар'єрну функцію.

Зазвичай така плівка включає від 3 до 7 шарів, які екструдовані або ламіновані між собою. Класична структура таких плівок включає зовнішній (захисний), проміжний (бар'єрний) та внутрішній (зварюваний) шари.

Зовнішній шар може бути представлений поліетилентерефталатом (PET) або біоорієнтованим поліпропіленом (BOPP). Він забезпечує механічну стійкість, можливість нанесення графічного друку, захист від зовнішнього впливу (УФ, волога).

Проміжний шар може бути виготовлений із алюмінієвої фольги, металізованого поліпропілену (met-BOPP), етиленвінілового спирту (EVOH), поліаміду (PA). Він захищає від проникнення кисню, вологи, запахів, світла.

Для внутрішнього шару виробники обирають, як правило, поліетилен (LDPE, LLDPE), поліпропілен, адже, як вже зазначалось вище, вони забезпечують якісне герметичне зварювання пакета, безпечні для безпосереднього контакту із продуктом.

Типовими багат шаровими плівками з поєднаннями матеріалів є:

– PET / AL / PE – класична структура для продуктів, чутливих до світла та кисню (кава, чай, спеції).

– BOPP / met-BOPP / PE – легка структура з середнім бар'єрним захистом (снеки, цукерки, печиво).

– BOPP / EVOH / PE – підходить для харчових продуктів з підвищеними вимогами до газонепроникності (молочні порошки, дитяче харчування).

– PA / PE – придатна для заморожених продуктів, які потребують стійкості до проколів та низьких температур [2, 4].

Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата

1.2. Проектування споживчої і транспортної тари

Упаковка – це засіб або комплекс засобів, які використовуються для захисту товарів від пошкоджень чи втрат під час складування, транспортування, зберігання, перевантаження, або зовнішнє середовище від забруднень небезпечними речовинами [2].

Захисна функція упаковки є обов'язковою як для споживчої, так і для транспортної тари.

Для споживчої упаковки захисна функція забезпечується необхідним ступенем герметичності. Якщо вона досягається під час виконання технологічного процесу пакування, то продукт зберігає належну якість протягом всього періоду придатності до споживання; убезпечений від втрат маси (витікання чи просипання, втрати вологи) та зміни складу і властивостей; не піддається псуванню під дією зовнішніх чинників

Захисна функція транспортної упаковки проявляється у запобіганні руйнуванню вантажопакету; забезпеченні цілісності споживчої упаковки всередині транспортної; збереженні вантажопакету у незмінному вигляді [2, 4].

Отже, у даній кваліфікаційній роботі споживчою упаковкою приймаємо тришаровий полімерний пакет (рис. 1.1), виготовлений із комбінованої плівки (товщина 230 мкм) методом зварювання (типу А).

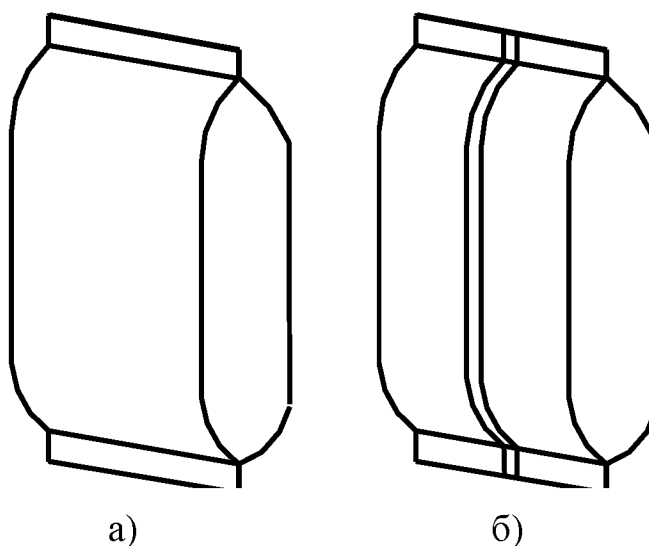


Рисунок 1.1 – Тришаровий полімерний пакет:

а) лицева сторона; б) зворотна сторона

									Лист
									12
Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата	016Б-25.00.00.00.000 ПЗ				

Проектування конструкції розгортки споживчої упаковки слід виконувати таким чином, щоб мінімізувати витрати матеріалу та часу на її формоутворення. Також варто брати до уваги необхідність зменшення об'єму упаковки для більш ефективного складування і транспортування.

Конструкцію тари вибираємо виконуватись відповідно до стандартів ДСТУ або ISO, які враховують такі параметри як:

- розміри стандартних транспортерів;
- розміри стелажів для зберігання;
- габаритні розміри піддонів;
- розміри платформ.

Встановимо розміри плівки, необхідні для виготовлення пакету:

$b = 380 \text{ мм}$ – ширина розгортки;

$l = 270 \text{ мм}$ – довжина розгортки;

$H = 240 \text{ мм}$ – висота пакета;

$B = 180 \text{ мм}$ – ширина пакета;

$C = 10 \text{ мм}$ – ширина зварного шва.

Важливим етапом проектування упаковки є розробка її маркуванняв [2, 5]. Воно є невід'ємним елементом будь-якого пакування, адже інформує споживачів про вміст упаковки і містить рекомендації щодо споживання або використання за призначенням. Слід брати до уваги, що інформація, врегульована законодавством, є обов'язковою для відображення, а додаткова інформація має маркетингові цілі і є довільною.

Для зручності споживача необхідно, щоб маркування було нанесене чітко, розбірливим шрифтом, а також не стиралось під дією факторів навколишнього середовища впродовж усього терміну придатності товару до споживання.

Маркування наноситься або одразу під час виготовлення матеріалу на його поверхню печатним способом стійкою до стирання фарбою, стійкою до проникнення крізь упаковку, або у вигляді окремого носія інформації (етикетки, бірки), що кріпиться до упаковки, наприклад, з допомогою клею.

										Лист
Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата						13

Відповідно до законів України «Про захист прав споживачів» та «Про якість та безпеку продуктів та продовольчої сировини», а також Технічного регламенту щодо правил маркування харчових продуктів маркування споживчої упаковки має складатись з текстової інформації, умовних позначень, та (за бажанням) художнього оформлення.

Текстова частина має надавати споживачу таку інформацію як: назва товару; назва і місцезнаходження (юридичну адресу) виробника або дистриб'ютора; склад продукту з переліком усіх компонентів; маса дози продукту та її допустиме відхилення від норми (%); для харчових товарів – поживна (харчова) та енергетична цінність (калорійність); рекомендовані умови зберігання; термін придатності до споживання; назва та номер нормативного документа, відповідно до якого виготовлено продукт; позначку про наявність або відсутність генетично модифікованих компонентів у складі продукту; товарний знак виробника; штрих-код.

Ілюстративна складова маркування є дизайнерським рішенням виробника та не обмежується правовими вимогами.

Транспортна тара, як зазначалось вище, повинна гарантувати збереження цілісності товару з моменту виготовлення до потрапляння на реалізацію.

В якості транспортної тари для пакетів з сипкою та дрібноштучною продукцією вибираємо гофрокартонний ящик 0201 – відповідно міжнародного стандарту FEFCO-ASSCO, який застосовується для класифікації та кодування конструкцій гофрокартонної упаковки (рис. 1.2) [6].

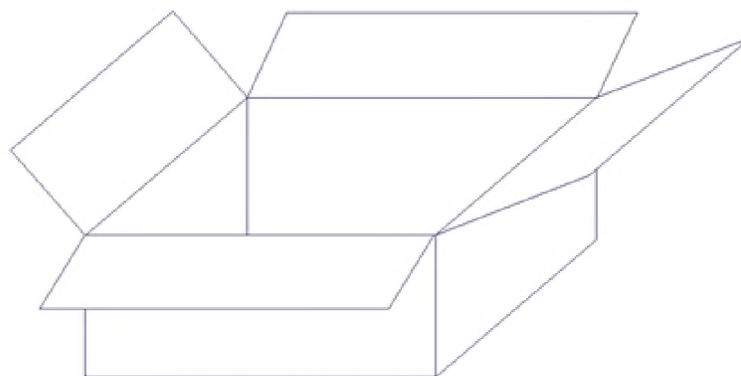


Рисунок 1.2. – Транспортна тара (ящик гофрокартонний)

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Лист
Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата		14

Ящик слугує для утворення групового пакування з визначеної кількості споживчих упаковок, їх транспортування та зберігання.

Маркування транспортної тари повинне включати таку інформацію як: найменування товару; масу нетто продукту; позначення нормативного документа, згідно з яким виготовлено товар; кількість споживчих упаковок у транспортній тарі; найменування і товарний знак виробника; склад і енергетична цінність (для харчових продуктів); дату виготовлення або фасування (залежно від виду товару); юридична адреса виробника або постачальника; строк зберігання; номер партії.

2.3. Опис технологічної схеми пакування

Технологічний процес пакування сипких або дрібноштучних виробів у полімерний тришовний пакет складається із наступних операцій (табл. 1.2) [6-8].

Таблиця 1.2 – Технологічний процес пакування продукції в пакети

№ операції	Назва операції	Функціональний вузол	Допоміжні операції	Тривалість T, с
005	Виготовлення тари		Контроль якості	1,3
	1. Подача пакувального матеріалу	Рулонотримач Механізм подачі плівки		0,5
	2. Формування пакету	Рукавоутворювач		0,7
	3. Зварювання поздовжнього шва	Механізм поздовжнього зварювання		1,3
010	Протягування рукава	Механізм поперечного зварювання, фотодавач	Контроль кроку протяжки	0,7
015	Дозування і фасування продукту	Дозатор	Контроль дози продукту	1,5
020	Запаковування		Контроль якості	1
	1. Поперечне зварювання	Механізм поперечного зварювання		1,3
	2. Відрізання пакета	Механізм відрізання		0,5

Технологічний процес пакування сипкої або дрібноштучної продукції в пакети з моно- або багат шарових- полімерних або комбінованих матеріалів реалізується у наступній послідовності (рис. 1.3) [7-9]:

1. Подача продукту в бункер та відважування окремих доз.
2. Подача плівки з рулону в робочу зону пакування продукту.
3. Формоутворення плівкового рукава.
4. Зварювання поздовжнього шва плівкового рукава.
5. Протягування рукава на крок, потрібний для встановленої висоти пакета.
6. Герметизація пакета шляхом зварювання нижнього поперечного шва.
7. Переміщення (фасування) продукту під дією сил гравітації у рукав.
8. Зварювання верхнього поперечного шва упаковки.
9. Поперечне відрізання створеного пакета від рукава.
10. Відведення готових упаковок від пакувального автомата.

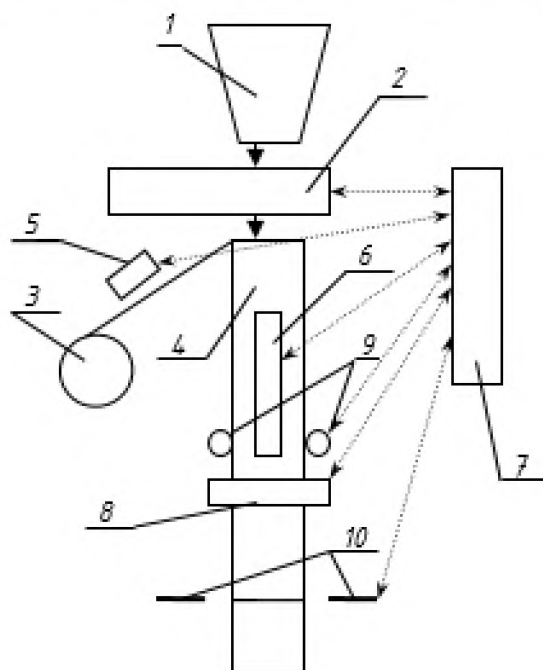


Рисунок 1.3 – Технологічна схема автомата для пакування сипкої та дрібноштучної продукції в споживчу упаковку типу пакет: 1 – бункер; 2 – дозатор; 3 – механізм подачі плівки; 4 – рукавоутворювач; 5 – пристрій центрування пакувального матеріалу; 6 – пристрій поздовжнього зварювання; 7 – блок керування; 8 – пристрій поперечного зварювання; 9 – механізм протягування рукава; 10 – механізм відрізання

РОЗДІЛ 2

ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Опис структури та роботи пакувального автомата

Автомат А5-АР5-Б (рис. 2.1, 2.2) складається із дозувально-фасувального 3 і пакувального модулів 5, а також зі станини 1, блока керування 4, транспортера для відводу готової продукції 2.

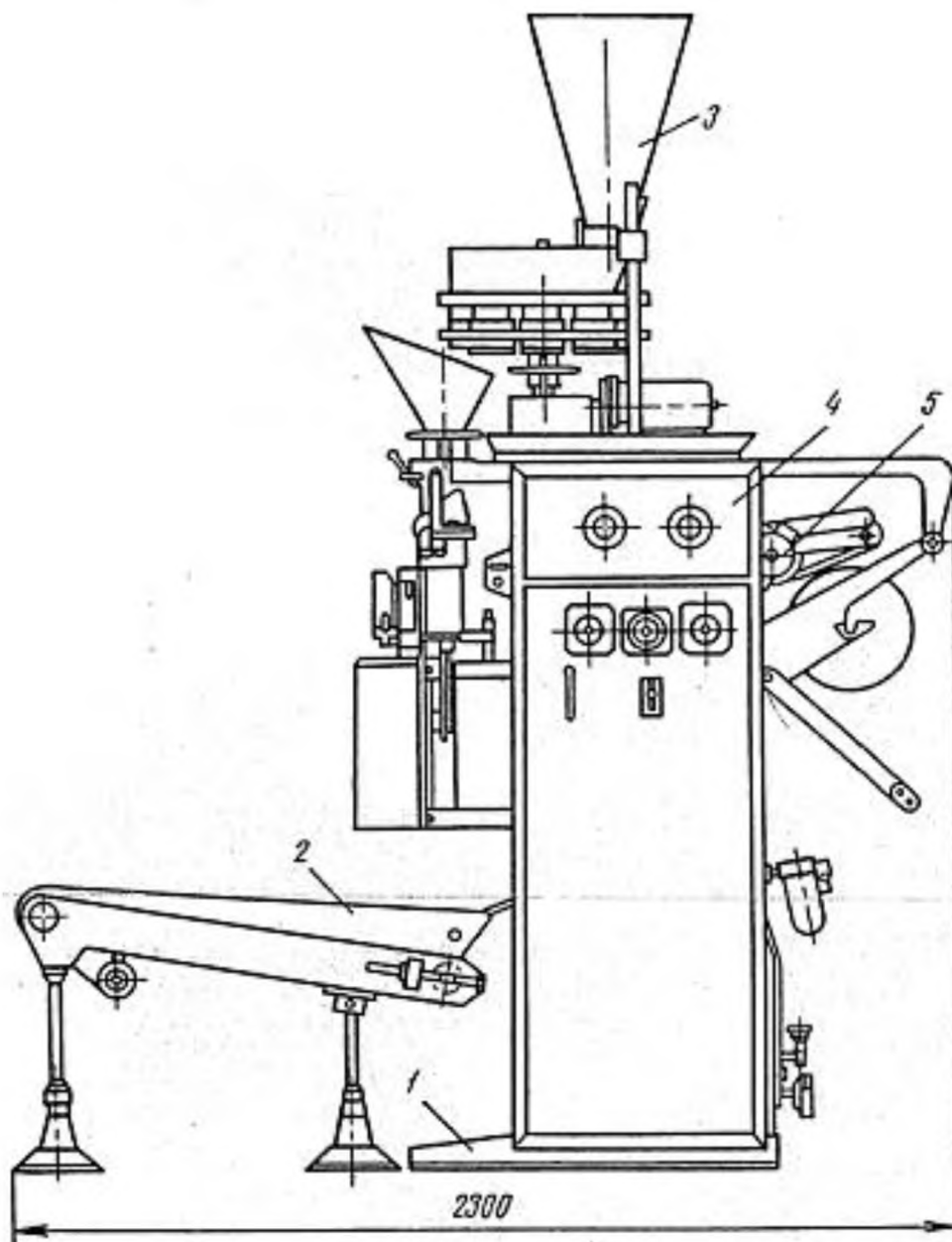


Рисунок 2.1 – Автомат А5-АР5-Б: 1 – станина; 2 – транспортер; 3 – дозувально-фасувальний модуль; 4 – блок керування; 5 – пакувальний модуль

Змн.	Лист	№ документа	Підпис	Дата

016Б-25.00.00.00.000 ПЗ

Лист

17

Оскільки дозувальний модуль автомата у даній кваліфікаційній роботі підлягає модернізації і детально проаналізований у п. 2.4, опишемо принцип роботи пакувального модуля (рис. 2.2).

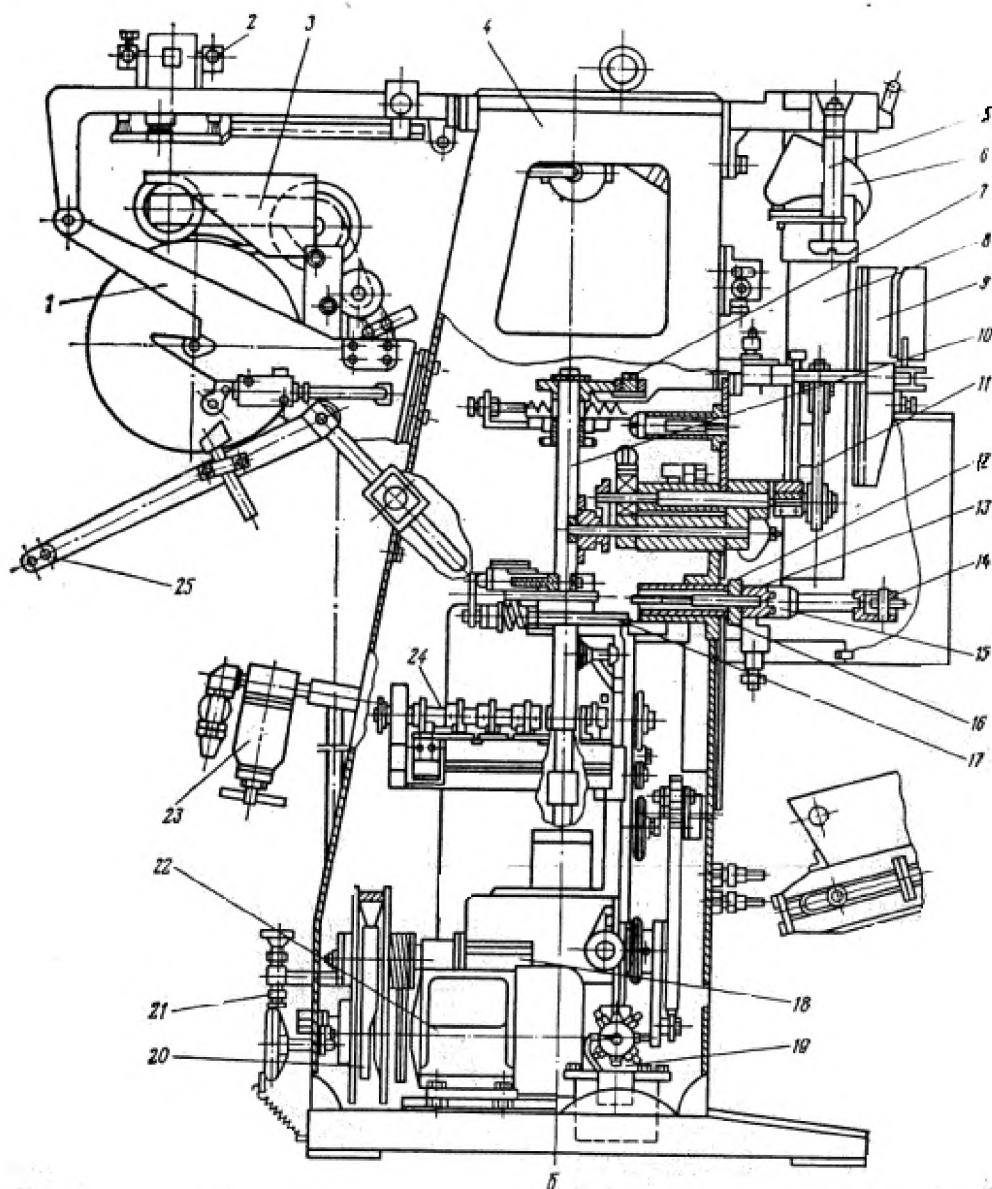


Рисунок 2.2 – Пакувальний модуль автомата А5-АР5-Б^

1 – рулонотримач; 2 – фотоелемент; 3 – механізм розмотування плівки; 4 – станина; 5 – стійки; 6 – рукавоутворювач; 7 – привод поздовжньої губки зварювання; 8 – труба рукавоутворювача; 10 – вал; 11 – ролики розмотування плівки; 12, 17 – приводи поперечних губок зварювання; 13 – задня губка поперечного зварювання; 14 – передня губка поперечного зварювання; 15 – ніж; 16 – привод ножа; 18 – редуктор; 19 – пристрій для змощування 20 – клинопасова передача; 21 – кран; 22 – електродвигун; 23 – пневмосистема

Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата

016Б-25.00.00.00.000 ПЗ

Лист

18

Всі механізми автомата встановлені на станині 4. Механізм подачі плівки складається із рулонотримача 1, направляючих роликів 25 та механізму розмотування плівки 3, який встановлений на осі, закріпленій на кронштейнах рулонотримача 1. Для центрування плівки по фотомітці автомат обладнаний фотоелементом 2.

Рукавоутворювач 6 закріплений на двох стійках 5. Його основу становить вертикальна труба 8, навколо якої утворюється рукав із плівки під час її протягування роликками 11. Продукт під час фасування через приймальний бункер подається в пакет, утворений навколо вертикальної формувальної труби.

Для зварювання поздовжнього шва пакета встановлена губка поздовжнього зварювання 9, яка отримує рух від механізму 7. Зварювання поперечного шва пакета виконується у позиції під рукавоутворювачем передньою 14 та задньою 13 губками поперечного зварювання, які отримують рух від механізмів 17 та 12. Пакет від рукава відділяється ножом 15, який розміщений у губці 13 і приводиться в рух від механізму 16. В середині станини розміщений командний апарат 24, який синхронізує роботу виконавчих механізмів та привод. Кінематична частина автомата складається із електродвигуна 22 із клинопасовою передачею 20 та редуктора 18, від якого рух передається на вертикальний вал 10.

Зварювання плівки виконується термоімпульсним способом. Зварні губки охолоджуються водою, яка надходить в автомат через кран 21 із водопровідної мережі, повітря для охолодження швів пакета подається із пневмосистеми 23. Змашування автомата виконується пристроєм 19, встановленого внизу автомата [9].

2.2. Опис кінематично-пневматичної схеми модернізованого модуля дозування

Кінематична схема – це зв'язана послідовність кінематичних ланок, яка при передачі руху від його джерела забезпечує всі необхідні рухи всіх основних і допоміжних органів при найменшій кількості передавальних механізмів та джерел руху.

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Лист
Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата		19

Опис елементів кінематичної системи модернізованого модуля представлено нижче.

Робота стаканчикового дозатора полягає в наступному (рис. 2.1): із підготовчого бункера 1 продукт подається у верхній стаканчик 3, який в об'ємний спосіб відмірює потрібну дозу продукту. Запірна заслінка 6 виконує функцію своєчасного висипання продукту. Поки стаканчик наповнюється продуктом, заслінка притискається до його дна за рахунок ролика, який рухається по копіру. У позиції над приймальним бункером 7 пакувального блоку заслінка відкривається і продукт фасується через приймальний бункер у рукавоутворювач автомата. У позиції вивантаження дози верхня частина стакана перекривається нерухомим клапаном. Регулювання дози може змінюватись з допомогою механізму 8 шляхом збільшення чи зменшення відстані між верхнім 2 та нижнім 4 дисками і, відповідно, – внутрішнього об'єму стаканчиків [7, 9].

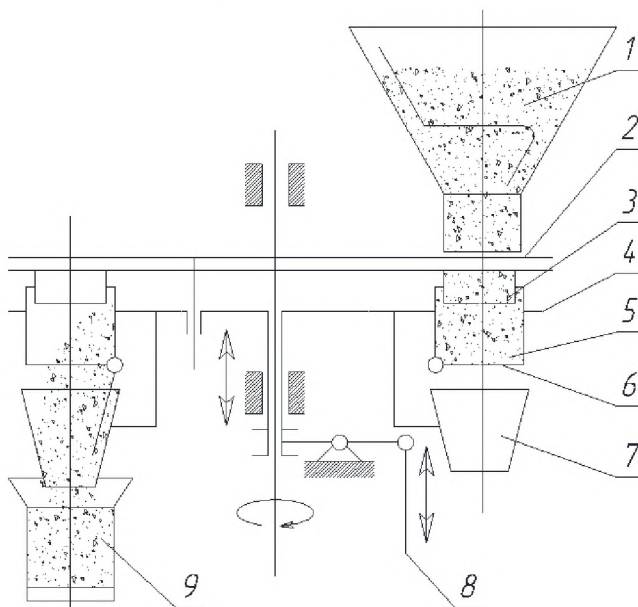


Рисунок 2.3 – Кінематична схема стаканчикового дозатора:

1 – підготовчий бункер; 2 – верхній диск; 3 – верхній стаканчик; 4 – нижній диск;
5 – нижній стаканчик; 6 – запірна заслінка; 7 – приймальний бункер пакувального модуля автомата; 8 – регулюючий механізм; 9 – продукт

Обидва стаканчикових дозатори приводяться рух від індивідуальних двигунів. Привод каруселей дозаторів здійснюється через конічну зубчасту передачу.

Також до складу модернізованого дозувального модуля входить ваговий дозатор (рис. 2.4), який забезпечує точне відмірювання малих доз продукту.

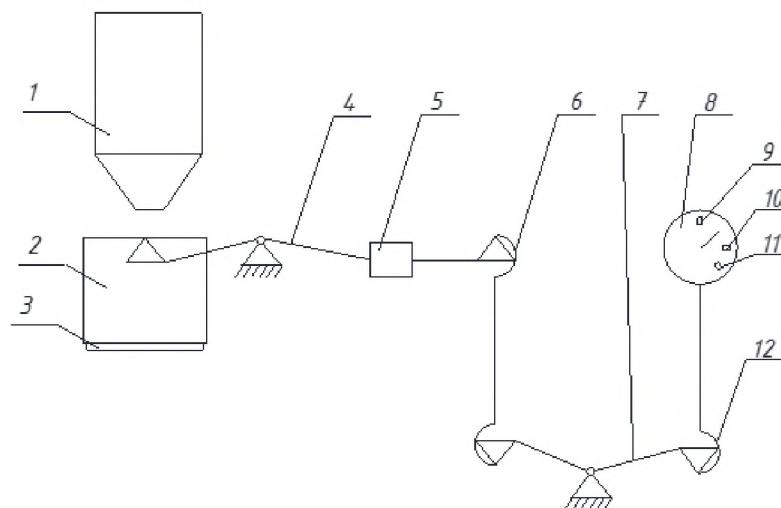


Рисунок 2.4 – Схема вагового дозатора: 1 – бункер; 2 – зважувальна ємність; 3 – заслінка; 4, 7 – важелі; 5 – противага; 6, 12 – тяга; 8 – індикатор; 9, 10, 11 – давачі

До складу вагових дозаторів входять: механізм живлення (бункер), зважувальна місткість, зважувальна система. Продукція подається у зважувальну місткість 2 із бункера 1. Зважувальна ємність 2 підвішена на призмах малого плеча вантажоприймального важеля 4. Дно зважувальної місткості виконано у вигляді відкидної заслінки 3.

Велике плече важеля 4 за допомогою тяг 6, 12 і проміжного важеля 7 зв'язано з індикатором 8, на якому встановлено давачі грубої маси 10 і точності 11. Формування дози починається з моменту контакту стрілки з давачем 9.

На великому плечі важеля 4 розміщена противага 5.

Керування роботою живильника і механізмом відкривання дна зважувальної місткості здійснюється за сигналом давачів 9 та 10.

На початку циклу зважування живильник працює з найвищою продуктивністю і за ступенем наповнення зважувальної місткості продукцією стрілка індикатора переміщається до давача 9 – так завершується грубе формування дози. Давач 10 дає команду на перехід бункера в режим малої продуктивності – тонкого зважування. При досягненні величини дози давач дає команду на припинення набору продукту

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Лист
Змн.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		21

і відкриття заслінки 3 зважувальної ємності. Відкривання заслінки може здійснюватись пневматичним або електромагнітним приводом.

Після вивантаження порції продукту із зважувальної ємності стрілка повертається в початкове положення і знову спрацьовує давач 9. Після цього цикл дозування повторюється [9].

Всі дозатори розміщені в один ряд у положенні над приймальним лотком дозувального блоку.

Приймальний лоток має довжину, яка забезпечує приймання відміряних доз від всіх дозаторів одночасно. Висипання суміші у приймальний бункер пакувального блоку автомата відбувається завдяки забезпеченню коливного руху переднього краю лотка вертикально вниз. Коливання виконується за рахунок важільної системи з двох важелів – переднього і заднього. Передній важіль з'єднаний зі штоком пневмоциліндра. Коли шток пневмоциліндра приймає початкове положення, то лоток перехиляється і продукт висипається у приймальний бункер. Коли ж шток виштовхується, то лоток повертається у горизонтальне положення.

Кінематично-пневматична схема модернізованого модуля дозування представлена у графічній частині роботи.

2.3. Розрахунок продуктивності пакувального автомата

Циклова продуктивність лінії $Q_{ц}$ – це кількість продукції, що виготовляється за одиницю часу при безперервній роботі обладнання, тобто за умови безперервного чергуванні циклів [7, 9].

Пакувальний автомат А5-АР5-Б складається із модулів і вузлів з жорстким міжопераційним зв'язком. Продуктивність обладнання такого типу визначається за формулою:

$$Q_{ц} = \frac{p}{T_i},$$

де p – кількість паралельних потоків виробів (для однопотокових ліній $p = 1$);

T_i – тривалість робочого циклу, с.

										Лист
										22
Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата	016Б-25.00.00.00.000 ПЗ					

Автомат містить вузли, робота яких характеризується різною тривалістю робочого циклу (див. табл. 1.2), тому його продуктивність будемо визначати продуктивністю найменш продуктивного пристрою – дозатора:

$$Q_{\text{ц}} = 1 / T_{\text{max}} = 1 / 1,5 = 40 \text{ пак./хв} = 2400 \text{ пак./год.}$$

Технічна продуктивність обладнання, що включає його простоювання при відмовах окремих вузлів і відновленні їх працездатності, визначається з виразу:

$$Q_{\text{т}} = Q_{\text{ц}} \cdot K_{\text{Г}}$$

де $K_{\text{Г}}$ – коефіцієнт готовності технологічної машини, який розраховується за формулою:

$$K_{\text{Г}} = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{K_{\text{Г}_i}} - 1 \right)},$$

де $K_{\text{Г}_i}$ – коефіцієнт готовності i -го вузла в машині;

n – кількість вузлів у машині.

Значення коефіцієнта готовності автомата А5-АР5-Б визначимо як:

$$Q_{\text{т}} = Q_{\text{ц}} \cdot K_{\text{Г}} = 2400 \cdot 0,88 = 2112 \text{ пак./год.}$$

2.4. Опис конструкції та роботи модернізованого модуля дозування

Пакування кількох видів сипких продуктів, або комбінування сипких і дрібноштучних виробів (сухі сніданки, чай з наповнювачами, тощо) в одній упаковці набуває все більшого розповсюдження.

У даній роботі запропоновано варіант структурної модернізації модуля багатокомпонентного дозування. Він представлений у вигляді дозувально-фасувального блоку, який складається із трьох окремих дозаторів – двох об'ємного типу (стаканчикових) та одного вагового, відповідної кількості завантажувальних бункерів, а також живильника, виконаного у вигляді рухомого лотка. Лоток призначений для об'єднання сформованих дозаторами доз продукції в одну порцію з подальшою передачею її на запакування.

Такий тип конструкції має ряд переваг: продукти, які входять до складу суміші, дозуються незалежно один від одного; можна вибрати потрібний дозатор

										Лист
Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата	016Б-25.00.00.00.000 ПЗ					23

залежно від гранулометричного складу та реологічних властивостей продукту та потрібної маси однієї дози; кількість залучених до технологічного процесу дозаторів визначається потрібною кількістю компонентів суміші.

Усі пристрої змонтовані на рамі над пакувальним модулем автомата. Рама є зварною конструкцією. Вона складається з дев'яти поперечин, семи стійок, дев'яти кронштейнів, двох осей. Дозатори та лоток кріпляться до рами за допомогою болтів, гайок та шайб.

Стаканчикові дозатори мають типову структуру та складаються з бункера, верхнього та нижнього дисків, трьох верхніх та нижніх стаканчиків, втулки, вала, гвинта для регулювання відстані між дисками, трьох заслінок із роликами. На валі закріплюється спочатку втулка, потім верхній диск. Верхній диск має три наскрізні отвори для закріплення на ньому трьох верхніх стаканчиків та отвори гвинтів. Потім кріпиться друга втулка і нижній диск із закріпленими на ньому стаканчиками. З нижньої сторони диска прикріплюються заслінки з роликами, які призначені для попередження передчасного висипання продукту із стаканчиків. Нижче до валу прикріплений копір на відстані, рівній висоті ролика. Коли ролик знаходить на копір, заслінка відкривається і продукт висипається у лоток. Регулювальний гвинт кріпиться нижче і з'єднаний з копіром поперечиною. Таким чином, при підніманні чи опусканні нижнього диска копір залишається на однаковій відстані, що забезпечує рівне переміщення роликів по ньому. Об'єм дози регулюється шляхом зменшення чи збільшення відстані між верхнім і нижнім дисками.

Ваговий дозатор складається із вібралотка, вантажопідйомного ковша, бункера. На початку дозування вібралоток дозатора забезпечує подачу продукту у ківш. При досягненні заданої маси дози подача продукту припиняється. Для розвантаження дно ковша відкривається і продукт пересипається в лоток. Встановлення необхідної дози виконується з пульта керування, на якому відображаються поточні значення параметрів роботи.

										Лист
Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата	016Б-25.00.00.00.000 ПЗ					24

Оскільки висота бункера порівняно незначна, тиск на стінки зазвичай визначається без урахування тертя сипкого матеріалу об стінки бункера і вважається направленим перпендикулярно до площини стінки або дна.

Розрахуємо бункери для двох видів продуктів (пластівці та родзинки) для порівняння, прийнявши, що розміри бункерів однакові.

Розрахунковий вертикальний тиск сипкого матеріалу P_V на горизонтальну площину визначаємо за формулою:

$$P_V = 1,3 \cdot \gamma \cdot h$$

де γ – питома вага матеріалу;

h – висота шару матеріалу над даною точкою.

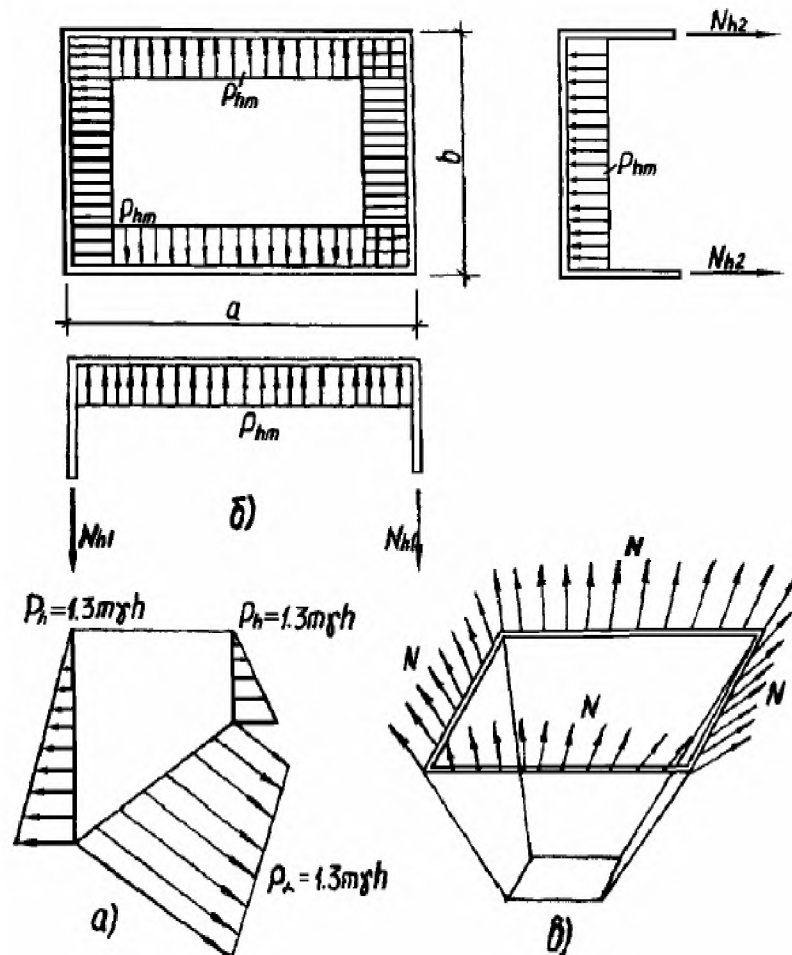


Рисунок 2.5 – Епюри для розрахунку тисків у бункері: а) епюра тиску матеріалу на стінки бункера; б) епюра розподілу навантажень при визначенні горизонтальних розтягуючих зусиль N в симетричному бункері; в) визначення вертикальних розтягуючих зусиль

Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата

Для бункера з пластівцями:

$$P_v1 = 1,3 \cdot 18 \cdot 1 = 23,4 \text{ кНм}^2.$$

Для бункера з родзинками:

$$P_v2 = 1,3 \cdot 24 \cdot 1 = 31,2 \text{ кНм}^2.$$

Розрахунковий горизонтальний тиск на горизонтальну площину:

$$P_h = 1,3 \cdot \lambda \cdot \gamma \cdot h$$

де λ – коефіцієнт бокового тиску, що рівний відношенню горизонтального тиску до вертикального та обчислюється за виразом:

$$\lambda = \frac{P_h}{P_v} = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right),$$

де φ – кут внутрішнього тертя матеріалу, що зазвичай приймається рівним куту природного відкосу:

$$\lambda_1 = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{30^\circ}{2}\right) = 0,33$$

$$\lambda_2 = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{42^\circ}{2}\right) = 0,19$$

Підставивши отримані значення, розраховуємо P_h :

$$P_{h1} = 1,3 \cdot 0,33 \cdot 18 \cdot 1 = 7,72 \text{ кНм}^2$$

$$P_{h2} = 1,3 \cdot 0,19 \cdot 24 \cdot 1 = 5,92 \text{ кНм}^2$$

Розрахунковий тиск на похилі стінки бункера визначається за формулою:

$$p_\alpha = 1,3 \cdot m_0 \gamma \cdot h,$$

$$m_0 = \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha,$$

де α – кут нахилу до горизонтальної площини.

Розраховуємо m_0 (для обох випадків однакове):

$$m_0 = \cos^2 55^\circ + \sin^2 55^\circ = 0,9;$$

$$p_\alpha 1 = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 18 \cdot 1 = 21,06;$$

$$p_\alpha 2 = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 1 = 28,08.$$

Горизонтальне зусилля розтягу від роспирання матеріалу на одиницю висоти призматичної частини бункера визначається за формулами:

$$N_m = p_h \frac{b}{2},$$

										Лист
Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата						27

$$N_{h2} = p_h \frac{a}{2},$$

де a і b – розміри призматичної частини бункера;

p_{hm} – розрахунковий середній горизонтальний тиск до визначеної глибини.

Підставивши значення, одержимо:

$$N_{h1} 1 = 7,72 \cdot \frac{0,4}{2} = 1,5;$$

$$N_{h2} 2 = 7,72 \cdot \frac{0,4}{2} = 1,5;$$

$$N_{h1} 1 = 5,92 \cdot \frac{0,4}{2} = 1,1;$$

$$N_{h1} 2 = 5,92 \cdot \frac{0,4}{2} = 1,1.$$

Для похилої частини бункера горизонтальне розтягуюче зусилля на одиницю висоти визначається:

$$N_{h1} = p_{cm} \frac{b_1 \cdot \sin \alpha}{2};$$

$$N_{h1} = p_{cm} \frac{a_1 \cdot \sin \alpha}{2}.$$

де p_{cm} розрахунковий середній тиск на похилі стінки бункера.

$$p_{cm} = 1,3 \cdot m_0 \cdot \gamma \cdot h + 1,1 \cdot g \cdot \cos \alpha_1$$

де g – маса 1 м^2 стінки бункера.

Тоді:

$$p_{cm} 1 = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 18 \cdot 1 + 1,1 \cdot 10 \cdot \cos 55^\circ = 27,3;$$

$$p_{cm} 2 = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 1 + 1,1 \cdot 10 \cdot \cos 55^\circ = 34,3;$$

$$N_{h1} 1 = 27,3 \cdot \frac{0,4 \cdot \sin 55^\circ}{2} = 4,4 \text{ кН};$$

$$N_{h1} 1 = 27,3 \cdot \frac{0,4 \cdot \sin 55^\circ}{2} = 4,4 \text{ кН};$$

$$N_{h1} 2 = 34,3 \cdot \frac{0,4 \cdot \sin 55^\circ}{2} = 5,6 \text{ кН};$$

$$N_{h1} 2 = 34,3 \cdot \frac{0,4 \cdot \sin 55^\circ}{2} = 5,6 \text{ кН}.$$

У вертикальному напрямі розтягуючі зусилля для призматичної частини бункера визначаємо з виразу:

$$N = \frac{1,1 \cdot G_1 + 1,3 \cdot G_2}{2 \cdot (a + b)}$$

де G_1 , G_2 – маса бункера і матеріалу, що повністю заповнює бункер.

										Лист
Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата						28

016Б-25.00.00.00.000 ПЗ

$$N1 = \frac{1,1 \cdot 6 + 1,3 \cdot 50}{2 \cdot (0,4 + 0,4)} = 44,7 \text{ кН}$$

$$N2 = \frac{1,1 \cdot 6 + 1,3 \cdot 70}{2 \cdot (0,4 + 0,4)} = 61 \text{ кН}$$

Як видно з результатів обчислень, розрахункові тиски, зусилля розтягу у горизонтальному та вертикальному напрямках обох продуктів відрізняються один від одного, що пояснюється різними фізичними властивостями обох продуктів.

Виконаємо розрахунок однорядного радіально-упорного кулькового підшипника, з допомогою якого обертається карусель стаканчикowego дозатора, згідно методики [7].

Початкові дані:

Тип підшипника – 46207 (ДСТУ 8338:2008).

Зовнішній діаметр $D = 62$ мм;

Внутрішній діаметр $d = 30$ мм;

Число кульок $z = 12$.

1. Динамічна вантажопідйомність розраховується за формулою:

$$C = f_c (i l_{eff} \cos \alpha)^{\frac{7}{9}} z^{\frac{3}{4}} D^{\frac{29}{27}},$$

де f_c – довідковий коефіцієнт для підшипників;

i – число рядів тіл котіння в підшипнику;

l_{eff} – фактична довжина контакту ролика з кільцем, що має найменшу протяжність контакту, мм;

α – номінальний кут контакту, що рівний куту між лінією дії результуючого навантаження на тіло котіння і площиною, що перпендикулярна осі підшипника, градуси;

Z – число тіл котіння в одному ряду;

D – номінальний зовнішній діаметр підшипника, мм.

Для вибраного підшипника динамічна вантажопідйомність становитиме:

$$C = 4,76(1 \cdot 12 \cdot \cos 45^\circ)^{\frac{7}{9}} 12^{\frac{3}{4}} 62^{\frac{29}{27}} = 2263 \text{ кгс}$$

2. Еквівалентне динамічне навантаження:

										Лист
Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата						29

$$P = XVF_r + YF_a$$

де X – коефіцієнт радіального навантаження

Y – коефіцієнт осьового навантаження

V – коефіцієнт обертання;

F_r – стале за величиною і напрямком радіальне навантаження, кгс;

F_a – стале за величиною і напрямком осьове навантаження, кгс.

Підставивши відомі величини, розрахуємо P :

$$P = 0,66 \cdot 1,2 \cdot 400 + 1 \cdot 240 = 556,8 \text{ кгс}$$

3. Номінальна довговічність:

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^\rho,$$

де ρ - степеневий показник, для кулькових підшипників $\rho=3$.

Підставивши значення, отримаємо:

$$L = \left(\frac{2263}{556,8}\right)^3 = 67,14 \text{ млн. обертів.}$$

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Лист
Змн.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		30

дев'яти поперечин, семи стійок, дев'яти кронштейнів, двох осей. Дозатори та лоток на раму кріпляться за допомогою болтів, гайок та шайб.

Стаканчикові дозатори складаються з верхнього та нижнього дисків, трьох верхніх та нижніх стаканчиків, втулки, вала, гвинта для регулювання відстані між дисками, три заслінки із роликами. На валі фіксується спочатку втулка, потім верхній диск, який закріплюється нерухомо. У диску є три наскрізні отвори для закріплення на ньому трьох верхніх стаканчиків. Затим кріпиться друга втулка і нижній диск із закріпленими стаканчиками. Після цього з нижньої сторони диска прикріплюються заслінки з роликами, які призначені для попередження передчасного висипання продукту із стаканчиків. Нижче по валу кріпиться копір на відстані, рівній висоті ролика.

Монтаж модернізованого модуля рекомендується виконувати у такому порядку:

- встановити раму на станині автомата монтажними гвинтами;
- здійснити монтаж стаканчикових дозаторів на раму і закріпити гвинтами;
- виставити двигуни на кронштейн рами і під'єднати їх до стаканчикових дозаторів;
- прикріпити на раму ваговий дозатор;
- встановити приймальний лоток у положенні під дозаторами та закріпити його на рамі.

При експлуатації дозаторів необхідно слідкувати за достатньою кількістю мастила в підшипникових вузлах. Рухомі частини дозатора при зношуванні слід реставрувати або замінювати новими.

Капітальний ремонт обладнання повинен виконуватись у наступній послідовності:

1. Перевірка на точність роботи перед розборкою.
2. Вимірювання зносу поверхонь, які піддаються тертю, перед ремонтом базових деталей.
3. Повний демонтаж складальних одиниць, які потребують ремонту.
4. Очищення всіх деталей від забруднення.

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Лист
Змн.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		32

5. Огляд і дефектація всіх деталей: виявлення поверхневих дефектів, тріщин, вибоїн, раковин, механічних пошкоджень, зносу та деформації за допомогою оглядів та вимірювань; розробка ескізів деталей на яких немає креслень для подальшого виготовлення.

6. Уточнення попередньо складеної відомості дефектації. Визначення дефектів автомату в цілому, кожної складальної одиниці і окремо кожної деталі.

7. Заміна зношених деталей або їх встановлення зварюванням, наплавленням, металізацією, хромуванням, склеюванням за допомогою пластичних деформацій.

8. Встановлення направляючих поверхонь.

9. Ремонт системи змащування.

10. Збирання всіх вузлів, укомплектованими новими або встановленими деталями та збирання автомату. Перевірка правильності взаємодії пристроїв та всіх механізмів автомату [9, 13].

3.2. Опис транспортно-складської системи дільниці

Виробнича дільниця складається з цеху підготовки або виготовлення продукції I, цеху пакування II, складу багат шарової плівки для виготовлення споживчої упаковки III, складу розгортки ящиків для виготовлення транспортних одиниць IV, складу стретч-плівки для загортання палет транспортної упаковки V, складу палетів VI, складу готової продукції VII.

Підготовлена продукція завантажується у бункери модернізованого дозувального модуля пакувального автомата А5-АР5-Б пакувального цеху II. Багат шарова плівка в рулонах подається до автомата зі складу III, а зі складу IV надходять розгортки гофрокартонних ящиків до обандеролувальної машини. та Стретч-плівка і дерев'яні європіддони надходять до палетайзера зі складів V та VI відповідно.

Обгорнуті стретч-плівкою з допомогою палетайзера вантажні одиниці відвантажуються до складу готової продукції VII.

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Лист
Змн.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		33

3.3. Розрахунок вантажопотоків дільниці та періодичності поповнення запасів матеріалів

Виконаємо розрахунок вантажопотоків дільниці пакування [6].

1. Періодичність поповнення бункерів визначимо з виразу:

$$T_{роб} = \frac{M}{Q_{ц} \cdot m},$$

де $Q_{ц}$ – продуктивність автомата, пак./год;

M – ємність бункера, кг;

m – витрата маси продукції на одну упаковку, кг.

Тоді максимальна тривалість пезперервної роботи стаканчикового дозатора 1 без для основного продукту поповнення бункера становитиме:

$$T_{max1} = \frac{40}{40 \cdot 1} = 1 \text{ хв.}$$

Тривалість безперервної роботи стаканчикового дозатора 2 для додаткового продукту становитиме:

$$T_{max2} = \frac{40}{40 \cdot 0,1} = 10 \text{ хв.}$$

Тривалість безперервної роботи вагового дозатора 3 для додаткового продукту становитиме:

$$T_{max3} = \frac{40}{40 \cdot 0,05} = 20 \text{ хв.}$$

2. Періодичність заміни рулону з плівкою.

Для виготовлення споживчої упаковки застосовується багатошарова плівка в рулонах. Визначимо періодичність заміни рулону.

Рулон багатошарової плівки шириною 380 мм і товщиною 230 мкм має зовнішній діаметр намотки 520 мм. Діаметр гільзи, на яку намотується плівка, становить 70 мм.

Розрахуємо довжину плівки в рулоні за виразом:

$$L = 2 \cdot \pi \cdot R_m \cdot n,$$

де n – кількість шарів плівки в рулоні;

										Лист
										34
Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата						

R_m – радіус рулону.

Радіус рулону визначається за виразом:

$$R_m = \frac{R+r}{2} = \frac{260+35}{2} = 147,5 \text{ мм},$$

де R – зовнішній радіус рулону, мм.

r – радіус гільзи, мм.

Кількість шарів плівки в рулоні становитиме:

$$n = \frac{R-r}{h} = \frac{260-35}{0,23} = 978,$$

де h – товщина плівки в рулоні, $h = 0,230$ мм.

Тоді довжина плівки в рулоні буде:

$$L = 2 \cdot \pi \cdot R_m \cdot n = 2 \cdot 3,14 \cdot 147,5 \cdot 978 = 905921,4 \text{ мм} \approx 906 \text{ м}.$$

Швидкість використання плівки (швидкість розмотування рулону) визначається з виразу:

$$v = Q_{\text{ц}} \cdot l,$$

де $Q_{\text{ц}}$ – циклова продуктивність автомату, шт/хв;

l – висота пакета, м.

Фасувально-пакувальний автомат А5-АР5-Б має продуктивність 40 пак./хв.; довжина плівки, яка витрачається на виготовлення одного пакета, становить 270 мм. Швидкість розмотування рулону буде рівною:

$$v = Q_{\text{ц}} \cdot l = 40 \cdot 0,27 = 10,8 \text{ м/хв} = 648 \text{ м/год}$$

Тоді тривалість використання одного рулону складе:

$$T_{\text{зам}} = \frac{L}{v} = \frac{906}{648} = 1,4 \text{ год.}$$

Отже, рулон з плівкою необхідно змінювати кожні 1 годину 24 хвилин роботи автомата.

										Лист
Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата						35

3.4. Розрахунок кількості обслуговуючого персоналу дільниці

Для забезпечення належної роботи пакувального обладнання слід дотримуватись правил його систематичного догляду та ремонту.

Обслуговування виробничого обладнання виконується на двох рівнях [13].

Перший рівень забезпечують наладчики, оператори.

Наладчик здійснює поточне технічне обслуговування технологічних машин, спостерігає за роботою лінії пакування, відновлює працездатний стан обладнання у випадку відмов та реєструє відмови, що виникли, у відповідному журналі обліку. Наладчик також виконує сервісне обслуговування, що якого входять ремонт обладнання, проміжний контроль якості та відбраковування виробів.

Оператор готує обладнання до пуску, виконує необхідні гігієнічні заходи та неавтоматизовані операції, такі як заміна рулону з плівкою, зважування пакетів для контролю допустимих відхилень дозування і т.д. Оператор також разом із наладчиком може брати у регулюванні виробничого обладнання чи його переналагодженні.

До другого рівня обслуговування належать слюсарі-ремонтники і електрики.

Слюсар-ремонтник виконує планове технічне обслуговування і позапланові ремонтні роботи, реєструє планові та позапланові ремонти, здійснює періодичний профілактичний огляд обладнання, шукає разом із наладчиком дефекти, які варто усунути при найближчому плановому ремонті.

Електрик виконує пуско-налагоджувальні роботи при запуску обладнання в експлуатацію (заземлення, занулення), слідкує за станом електромережі, справністю електричної систем устаткування; спостерігає за станом електроустановок і за дотриманням правил його експлуатації; здійснює інструктаж обслуговуючого персоналу з електробезпеки; усуває відмови, викликані несправністю електричних засобів; обслуговує систему керування устаткуванням.

Отже, що для обслуговування автомата А5-АР5-Б потрібно задіяти 7 осіб обслуговуючого персоналу, з яких: працівник для безперебійної подачі продукції до бункетів – 1 чол., оператор автоамата – 1 чол., налагоджувальник – 1 чол., слюсар-ремонтник – 1 чол., електрик – 1 чол., укладальник споживчих паковань у

											Лист
Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата							36

ящики та їх обандеролювання – 1 чол., вантажник – для виготовлення палетів та відвантаження їх на склад – 1 чол.

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Лист
Змн.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		37

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1. Аналіз виробництва

У випадку роботи на виробництві некваліфікованого персоналу, недостатнього дотримання чи порушенням ним правил техніки безпеки, гігієнічних та інших умов праці виникають небезпечні ситуації, які потенційно можуть завдати шкоди здоров'ю людини та призвести до трагічних наслідків.

Для запобігання таких небажаних наслідків необережності чи недбалості на підприємстві розробляють системні заходи, які зменшують ймовірність настання подій, небезпечних для життя та здоров'я працівників, забруднення навколишнього середовища і, у тому числі аварійних ситуацій.

Тому передусім необхідно забезпечити:

- технологічний контроль параметрів процесу;
- наявність і справність протиаварійного захисного блокування та сигналізації.

В якості заходів організаційного характеру передбачається наступне:

- до обслуговування обладнання допускаються особи, які пройшли медичний огляд, мають відповідну підготовку та кваліфікацію і отримали дозвіл на роботи з підвищеним рівнем безпеки;
- обслуговуючий персонал повинен постійно слідкувати за справністю запобіжної та сигналізуючої апаратури.

4.2. Заходи для приведення шкідливих виробничих факторів до нормативних вимог

Створення оптимальних мікрокліматичних умов у виробничих приміщеннях є складним завданням, вирішити яке можна з допомогою ряду заходів та засобів:

1. Вдосконалення технологічних процесів та виробничого устаткування. Зокрема, впровадження нових технологій, спрямованих на зменшення кількості

										Лист
										38
Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата	016Б-25.00.00.00.000 ПЗ					

вивільного в навколишнє середовище тепла від нагрівних елементів дасть можливість запобігти перегріву виробничих приміщень. Також ефективним є застосування з цією метою теплоізоляції устаткування та захисних екранів. В якості теплоізоляційних матеріалів широко використовуються азбест, склотканина, азбоцемент, керамзит, мінеральна вата, пінопласт.

2. Раціональне розміщення технологічного устаткування. Основні джерела тепла рекомендується розміщувати безпосередньо під аераційним пристроєм, біля зовнішніх стін будівлі і в один ряд на такій відстані один від одного, щоб теплові потоки від них не перехрещувались на робочих місцях.

3. Автоматизація та дистанційне управління технологічними процесами. Це дозволяє в багатьох випадках запобігти залученню праці людини у виробничих зонах, де діють несприятливі фактори.

4. Раціональна вентиляція, опалення та кондиціювання повітря. Дані заходи є найбільш розповсюдженими способами нормалізації мікроклімату у виробничих приміщеннях. В холодний період року забезпечувати нормальні теплові умови в габаритних та полегшених промислових будівлях досить складно та часто економічно недоцільно. Найбільш раціональним варіантом в цьому випадку є застосування променистого нагрівання постійних робочих місць та окремих діляниць. Захист від такого негативного фактору як протяг досягається шляхом щільного закривання вікон, дверей та інших отворів, а також облаштуванням повітряних і повітряно-теплових завіс на дверях і проходах.

5. Використання засобів індивідуального захисту. Для профілактики перегрівання чи переохолодження працівники мають бути забезпечені індивідуальними засобами захисту. Спецодяг повинен мати зручний покрій, бути повітро- та волого проникним (бавовняним, з льону, грубововняного сукна). Також обслуговуючий персонал повинен бути забезпечений індивідуальними засобами захисту від шуму

6. Раціоналізація режимів праці та відпочинку. Це досягається скороченням тривалості робочої зміни, введенням додаткових перерв, створенням умов для

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Лист
Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата		39

35-50 мм і кутова сталь (40×40...60×60 мм з товщиною стінок не менше 3,5 мм і довжиною 2,5-3 м); також сталеві шини з площею перерізу 100 мм², або пруткова сталь з діаметром не менше 10 мм. Вертикальні заземлювачі з'єднують між собою смугою зі сталі зварюванням у контур. Сталева смуга при цьому повинна мати діаметр перерізу не менше 6 мм [14-19].

Розрахуємо параметри штучного заземлювального пристрою з використанням природних заземлювачів.

Початкові дані:

Захисту підлягає електрообладнання пакувальної ділянки.

Виконання мережі: глухозаземлена нейтраль; напруга мережі – 380 В.

Вимірний опір розтікання струму в природному заземлювачі $R_{П.З} = 14$ Ом.

Тип додаткового штучного заземлення – кутова сталь 40×40 мм довжиною $l_B = 3$ м.

Глибина закладання заземлювачів $H_0 = 0,8$ м.

Ширина з'єднувальної стрічки $B_C = 0,04$ м.

Ґрунт – пісок; склад – однорідний; вологість – нормальна. Кліматична зона – III.

Послідовність розрахунку параметрів заземлення:

1. Визначаємо допустиме (нормативне) значення опору розтікання струму в заземлювальному пристрої. Згідно з ПУЕ $R_D \leq 4$ Ом [17-19].

2. Знаходимо розрахунковий питомий опір піску при нормальній вологості для кліматичної зони III:

$$\rho_{розр} = \rho_{табл} \cdot K_c,$$

де $\rho_{табл}$ – приблизне табличне значення питомого опору ґрунту, рекомендоване для розрахунку;

K_c – коефіцієнт сезонності.

При $\rho_{табл} = 300$ Ом·м, $K_c = 1,3$ [19], отже, $\rho_{розр}$ становитиме:

$$\rho_{розр} = 300 \cdot 1,3 = 390 \text{ (Ом·м)}.$$

3. Розраховуємо відстань H (рис. 4.1) від поверхні землі до середини вертикального заземлювача з виразу:

										Лист
Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата						41

$$H = H_0 + \frac{l}{2},$$

де l – довжина заземлювача, м;

H_0 – глибина закладіння заземлювача, м.

Підставивши значення, одержимо:

$$H = H_0 + \frac{l_B}{2} = 0,8 + \frac{3}{2} = 2,3 \text{ (м)}.$$

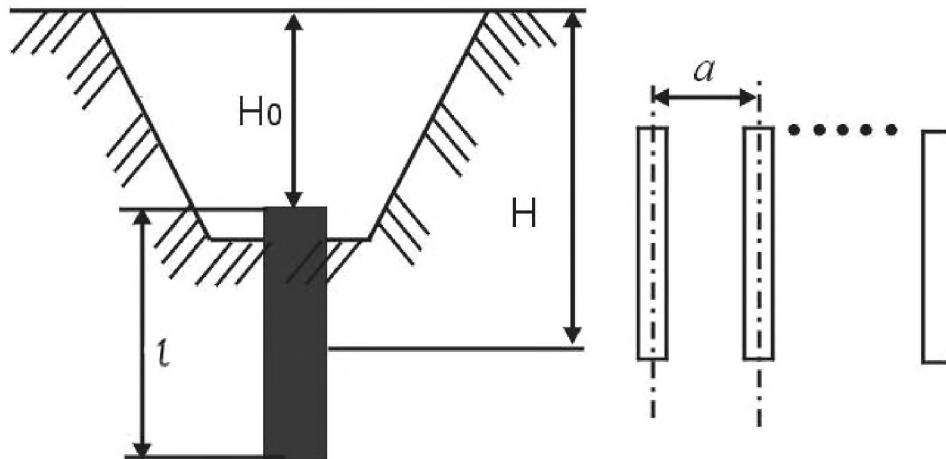


Рисунок 4.1 – Схема розташування заземлювача в ґрунті

4. Знайдемо опір розтікання струму в одному вертикальному заземлювачі за формулою:

$$R_B = 0,366 \frac{\rho_{\text{ПОЗР}}}{l_B} \left(\lg \frac{2l_B}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4H + l_B}{4H - l_B} \right).$$

При $d = 0,95 \cdot B_K = 0,95 \cdot 0,04 = 0,038$ м отримаємо:

$$R_B = \frac{390}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left(\lg \frac{2 \cdot 2,3}{0,038} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 2 + 3}{4 \cdot 2 - 3} \right) = 112 \text{ (Ом)}.$$

5. Визначимо опір розтікання струму штучного заземлення з виразу:

$$R_D = \frac{R_{\text{П.З}} \cdot R_{\text{Ш}}}{R_{\text{П.З}} + R_{\text{Ш}}}.$$

Якщо врахувати, що штучні і природні заземлювачі з'єднані паралельно та їх загальний опір не перевищує $R_D = 4$ Ом, то:

$$R_{\text{Ш}} = \frac{R_D \cdot R_{\text{П.З}}}{R_{\text{П.З}} - R_D} = \frac{4 \cdot 14}{14 - 4} = 5,6 \text{ Ом}.$$

Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата

6. Знайдемо орієнтовну кількість вертикальних заземлювачів n_{op} за формулою:

$$n_{op} = \frac{R_B}{R_{III} \cdot \eta_B},$$

де η_B – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів.

При $\eta_B = 1$:

$$n_{op} = \frac{112}{5,6 \cdot 1} = 20 \text{ (шт.)}.$$

7. При відомій орієнтовній кількості вертикальних заземлювачів n_{op} , і відношенні відстані між заземлювачами до їх довжини a/l , визначаємо довідкове значення [19] коефіцієнта використання η_B вертикальних заземлювачів.

Заземлювачі розташовані по контуру; $n_{op} = 20$ шт, тоді $\eta_B = 0,44$.

8. Визначаємо необхідну кількість вертикальних заземлювачів:

$$n_B = \frac{n_{op}}{\eta_B} = \frac{20}{0,44} = 45 \text{ (шт.)}.$$

9. Визначаємо розрахунковий опір розтікання струму у вертикальних заземлювачах $R_{POЗP.B}$.

$$R_{POЗP.B} = \frac{R_B}{n_B \cdot \eta_B}.$$

При $n_B = 45$ шт:

$$R_{POЗP.B} = \frac{122}{45 \cdot 0,44} = 5,7 \text{ (Ом)}.$$

10. Визначаємо довжину з'єднувальної стрічки L_c за формулою:

$$L_c = 1,05 \cdot a (n_B - 1).$$

Підставивши значення, будемо мати:

$$L_c = 1,05 \cdot 3 \cdot 45 = 142 \text{ м}.$$

11. Визначаємо опір розтікання струму в горизонтальному заземлювачі, R_r за формулою:

$$R_r = \frac{\rho_{POЗP}}{L_c} \lg \frac{2L_c^2}{H_0 B_c},$$

де B_c – ширина стрічки.

										Лист
Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата						43

016Б-25.00.00.00.000 ПЗ

Підставивши відомі значення, отримаємо:

$$R_{\Gamma} = R_{\Gamma} = \frac{390}{2 \cdot 3,14 \cdot 142} \lg \frac{2 \cdot (142)^2}{0,8 \cdot 0,04} = 6 \text{ Ом.}$$

12. Визначаємо коефіцієнт використання горизонтального заземлювача η_{Γ} при розташуванні вертикальних заземлювачів відповідно до вихідних даних (в ряд, або по контуру).

Згідно довідкових значень [19], коефіцієнт використання горизонтального заземлювача при $a/l=1$, $n_B=45$, отримавши $\eta_{\Gamma} = 0,22$.

13. Визначаємо розрахунковий опір розтікання струму в горизонтальному заземлювачі (з'єднувальній стрічці) $R_{\text{РОЗР.}\Gamma}$ з врахуванням η_{Γ} :

$$R_{\text{РОЗР.}\Gamma} = \frac{R_{\Gamma}}{\eta_{\Gamma}} = \frac{6}{0,22} = 27,3 \text{ (Ом).}$$

14. Визначаємо розрахунковий опір розтікання струму у вертикальних та горизонтальних заземлювачах $R_{\text{РОЗР}}$, який повинен бути не більше R_{Δ} :

$$R_{\text{РОЗР.}} = \frac{R_{\text{РОЗР.В}} \cdot R_{\text{РОЗР.}\Gamma}}{R_{\text{РОЗР.В}} + R_{\text{РОЗР.}\Gamma}} = \frac{5,7 \cdot 27,3}{5,7 + 27,3} = 4,4 \text{ (Ом)}$$

Визначаємо загальний опір розтікання струму в штучному та природному заземлювачах:

$$R_{\text{ЗАГ.}} = \frac{R_{\text{П.З}} \cdot R_{\text{РОЗР.}}}{R_{\text{П.З}} + R_{\text{РОЗР.}}} = \frac{14 \cdot 4,4}{14 + 4,4} = 2,6 \text{ Ом.}$$

Оскільки отримане загальне розрахункове значення опору $R_{\text{ЗАГ.}} < R_{\Delta}$ (2,6 Ом < 4 Ом), то розтікання струму в природному та штучному заземлювачах відповідає вимогам ПУЕ, ПТЕ та ПТБ.

Схема заземлення наведена на рис. 4.2.

										Лист
Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата						44

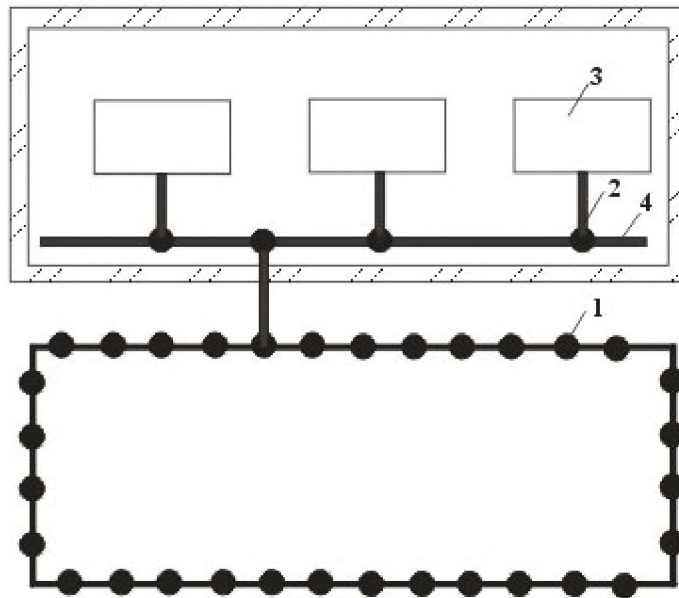


Рисунок 4.2 – Схема захисного заземлення: 1 – заземлюючий пристрій;
2 – заземлюючі провідники; 3 – обладнання, що заземлюється; 4 – внутрішня магістраль заземлення.

4.5 Пожежна безпека

Забезпечення пожежної безпеки – невід’ємна складова державної політики щодо охорони життя та здоров’я людей, національного багатства та навколишнього середовища. Відповідно до статті 4 Закону України «Про пожежну безпеку» державні органи виконавчої влади та органи самоврядування в межах своєї компетенції організують розробку та впровадження заходів щодо запобігання пожежам, засобів та їх гасіння, забезпечення пожежної безпеки населених пунктів і об’єктів.

Відповідно до діючого законодавства відповідальність за дотримання промисловим підприємством протипожежних норм та правил покладається безпосередньо на керівника.

Власники установ, підприємств, організацій, або їх орендарі зобов’язані:

- розробляти системні заходи щодо забезпечення протипожежної безпеки;
- відповідно до нормативних актів з пожежної безпеки розробляти і затверджувати інструкції, положення, інші нормативні акти, що діятимуть на даному підприємстві, здійснювати регулярний контроль за їх додержанням;

- забезпечувати дотримання протипожежних вимог норм, правил, стандартів, а також виконання приписів і постанов органів державного пожежного нагляду;
- організовувати навчання своїх працівників, знайомлячи з правилами пожежної безпеки та заходами щодо їх забезпечення;
- утримувати в справному стані пожежну техніку, засоби протипожежного захисту і зв'язку, обладнання та інвентар, не допускати їх використання не за призначенням;
- створювати матеріально-технічну базу для підрозділу протипожежної охорони відповідно до встановленого порядку;
- надавати на вимогу державної пожежної охорони відомості та документи про стан пожежної безпеки промислових об'єктів;
- впроваджувати використання автоматичних засобів виявлення та гасіння пожеж;
- вчасно інформувати пожежну охорону про несправність протипожежної техніки, систем захисту, водопостачання тощо;
- проводити службові розслідування випадків пожеж, зокрема для виявлення причин їх виникнення [14, 17, 19].

Виробниче приміщення, в якому здійснюється запакування харчових продуктів за параметрами вибухобезпеки відноситься до категорії Д. Ступінь вогнестійкості будівлі даного призначення – II. Потенційно можливі пожежі відносяться до класу Е (пожежі, які пов'язані з горінням електроустановок).

Виробничі приміщення та склади підприємства повинні бути оснащені первинними засобами пожежогасіння у кількості, яка регламентована вимогами нормативних документів .

Для автоматичного виявлення пожежі на дільниці пакування продукції має бути встановлена протипожежна апаратура на основі датчиків, котрі реагують на появу диму [16, 18].

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Лист
Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата		46

ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі проведено аналіз сипкої та дрібноштучної продукції як об'єктів пакування та наведено опис плівкових пакувальних матеріалів, придатних для пакування розглядуваної продукції. Виконано вибір споживчої і транспортної тари.

Описано технологічну схему пакування сипкої і дрібноштучної продукції. Детально представлено будову та принцип роботи пакувального автомата А5-АР5-Б, який виконує технологічний процес пакування продукції у споживчу упаковку.

Модернізовано модуль дозування з метою підвищення універсальності пакувального автомата, а саме – забезпечення можливості формування сумішей продукції із регульованим складом. Даний модуль надає широкі можливості комбінування сипких і дрібноштучних продуктів в потрібному ваговому співвідношенні.

Набуто практичних навичок конструювання механізмів. Результатом проектування є загальний вигляд модернізованого автомата А5-АР5-Б та складальне креслення модернізованого вузла дозування. Також у графічній частині роботи представлено технологічну схему модернізованого пакувального автомата та та кінематичну схему модуля дозування.

Виконано розрахунок параметрів структурних елементів дозувального модуля.

Розраховано вантажопотоки дільниці пакування і обґрунтовано кількість обслуговуючого персоналу для належної експлуатації пакувального обладнання.

В розділі з охорони праці та навколишнього середовища виконано розрахунок захисного заземлення з використанням природних заземлювачів.

										Лист
										47
Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата	016Б-25.00.00.00.000 ПЗ					

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сегеда І. В. Товарознавство: продовольчі товари : навч. посібник / І. В. Сегеда ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. – 224 с.

2. Сирохман І. В. Товарознавство пакувальних матеріалів і тари : підручник / І. В. Сирохман, В. М. Завгородня, В. Т. Лебединець. – Київ : Знання, 2014. – 543 с..

3. Пакувальні матеріали та їх фізико-хімічні властивості : підручник / А. І. Соколенко, В. С. Костюк, К. В. Васильківський та ін. ; Нац. ун-т харч. технол. – Київ : Кондор, 2015. – 396 с.

4. Угрин Я. М. Основи пакувальної справи. Полімерна тара: навч.-метод. посіб. / Я. М. Угрин, Ю. Й. Хведчин, І. І. Регей ; ред.: А. С. Главацький, Ю. О. Шостачук. – Львів : Укр. акад. друкарства, 2011. – 160 с.

5. ДСТУ 2887-94 Пакування та маркування : веб-сайт. URL: Терміни та визначення https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=56884 (дата звернення 25.03.2025).

6. Гавва, О. М. Пакувальне обладнання в 3 кн. Кн. 2. Обладнання для групового пакування / О. М. Гавва, А. П. Беспалько, А. І. Волчко. - К. : "Упаковка", 2007. – 136 с.

7. Пальчевський Б. О., Крестьянполь О. А., Бондарчук Д. В. та ін. Розрахунок функціональних пристроїв пакувальних машин: навч. посібник / За ред. проф. Б. О. Пальчевського. – Луцьк: Вежа-Друк, 2014. – 264 с.

8. Функціонально-модульне проектування пакувальних машин : монографія / О. М. Гавва, , Л. О. Кривопляс-Володіна, , С. В. Токарчук та ін.; за ред. О. М. Гавви; Нац. ун-т харч. технол. – Київ : Сталь, 2015. – 547 с.

9. Гавва О.М. Пакувальне обладнання : Підручник / О. М. Гавва, А. П. Беспалько, А.І. Волчко, О. О. Кохан. – К.: ІАЦ «Упаковка», 2010. – 744 с.

10. Системна інженерія пакувальних машин-автоматів : монографія / О. М. Гавва, Л. О. Кривопляс-Володіна, С. В. Токарчук, Л. В. Марцинкевич, О. О. Гавва. – Київ : Сталь, 2023. – 466 с.

					0165-25.00.00.00.000 ПЗ	Лист
Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата		48

11. Створення та модернізація транспортно-технологічних механізмів машин і обладнання [Електронний ресурс] : монографія / О. Л. Ляшук, Р. Б. Гевко, В. О. Дзюра [та ін.]. – Тернопіль : ТНТУ, 2019. – 167 с.

12. Основи проєктування пакувальних машин [Текст] : Методичні вказівки до практичних занять для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми «Прикладна механіка» галузь знань 13 Механічна інженерія спеціальності 131 Прикладна механіка денної та заочної форм навчання / уклад. О. М. Залета. – Луцьк : Луцький НТУ, 2020. – 36 с.

13. Гавва О. М. Сертифікація, гігієнічне забезпечення та метрологічна атестація пакувального обладнання : навч. посіб. / О. М. Гавва, А. П. Беспалько, С. В. Токарчук ; МОН України, Нац. ун-т харч. технол. – Київ : НУХТ, 2014. – 268 с.

14. Коваль В.І. Управління охороною праці в промисловості: навч. посібник / В.І. Коваль, В.А. Скороходов. – ВД «Професіонал», 2005. – 448с.

15. Охорона праці в галузі [текст] : навчальний посібник / П. С. Атаманчук, В. В. Мендерецький, О. П. Панчук, Р. М. Білий. – К.: «Центр учбової літератури», 2017. – 322 с.

16. Голінько В.І. Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.

17. Основи охорони праці: підручник / М.С. Одарченко, А.М. Одарченко, В. І. Степанов, Я.М. Черненко. – Харків: Стиль-Издат, 2017. – 334 с.

18. Основи охорони праці : підручник / М. С. Одарченко, А. М. Одарченко, В. І. Степанов, Я. М. Черненко. – Х. : Стиль-Издат, 2017. – 334 с.

19. Грибан В. Г. Охорона праці: навч. посібник [для студ. вищ. навч. закл.] / В. Г. Грибан, О. В. Негодченко — К.: Центр учбової літератури, 2009. – 280 с.

20. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» : веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text> (дата звернення 25.05.2024).

21. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» : веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (дата звернення 26.05.2024).

										Лист
Змн..	Лист	№ документа	Підпис	Дата	016Б-25.00.00.00.000 ПЗ					49

ДОДАТКИ

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Лист
Змн.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		50