

Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет робототехніки та штучного інтелекту
(повне найменування факультету)

Кафедра робототехніки
(повна найменування кафедри)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»
АНАЛІЗ РОБОТИ НАПІВАВТОМАТУ УФС–30
ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ ЙОГО КОНСТРУКЦІЇ
ДЛЯ ФАСУВАННЯ КРУП У ПОЛІМЕРНІ
ПАКЕТИ**

спеціальність 131 Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Металообробне обладнання та роботизовані виробничі системи»
(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи ІМ(МОРВС)–42
ХОМЮК Анатолій Іванович

(підпис)
Керівник: к.т.н., доцент
ВАЛЕЦЬКИЙ Богдан Петрович

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 2026 р.
к.т.н., доцент
Гарант освітньої програми:
ПРИДАЛЬНИЙ Борис Іванович

(підпис)

Луцьк – 2026 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет транспорту та механічної інженерії
Кафедра прикладної механіки та мехатроніки

Перший (бакалаврський) рівень

Освітня програма: «Металообробне обладнання та роботизовані виробничі системи»

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ПМіМ

_____ Р. РЕДЬКО

«__» _____ 2026 року

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

ХОМІЮКА Анатолія Івановича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Аналіз роботи напівавтомату УФС–30
та вдосконалення його конструкції для фасування круп у полімерні пакети

Керівник роботи Валецький Богдан Петрович, к.т.н., доцент

затверджені наказом ЛНТУ від 31 грудня 2025 року № 962/01–07

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи 01.06.2026р.

3. Вихідні дані до роботи звіт з переддипломної практики, Загальний вигляд
автомату УФС–30, продукт та нормативні дані.

4. Зміст розрахунково–пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Технологічна, технічна, експлуатаційна частини. Охорона праці.

Загальні висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням
обов'язкових креслень)

Креслення споживчої та транспортної тари, загальний вигляд пакувальної
машини, складальне креслення конструкції вузла

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання

02.02.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Технологічна частина</i>	<i>11.04.2026</i>	
2.	<i>Конструкторська частина</i>	<i>25.04.2026</i>	
3.	<i>Експлуатаційна частина</i>	<i>02.05.2026</i>	
4.	<i>Охорона праці</i>	<i>09.05.2026</i>	
5.	<i>Висновки та пропозиції</i>	<i>12.05.2026</i>	
6.	<i>Формування списку використаних джерел</i>	<i>15.05.2026</i>	
7.	<i>Формування додатків</i>	<i>19.05.2026</i>	
8.	<i>Оформлення ілюстративного матеріалу</i>	<i>20.05.2026</i>	
9.	<i>Нормоконтроль</i>	<i>27.05.2026</i>	
10.	<i>Інструментальна перевірка на академічний плагіат</i>	<i>28.05.2026</i>	
11.	<i>Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту</i>	<i>31.05.2026</i>	

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Хомюк А.І.
(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи _____
(підпис)

Валецький Б.П.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Хомюк А.І. Аналіз роботи напівавтомату УФС–30 та вдосконалення його конструкції для фасування круп у полімерні пакети . Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Металообробне обладнання та роботизовані виробничі системи» спеціальності 131 Прикладна механіка. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2026.

У технологічній частині роботи наведено характеристику гречки як об'єкта пакування, здійснено обґрунтований вибір матеріалів для споживчої та транспортної упаковки. Спроектовано споживчу і транспортну тару, визначено та обґрунтовано об'єм упаковки й конструктивні особливості пакування, підібрано допоміжні пакувальні засоби. Крім того, виконано розрахунок ескізів етикеток, розроблено схеми маркування, а також визначено умови штабелювання ящиків під час зберігання і транспортування продукції.

У роботі подано загальний вигляд пакувального автомата, пневматичну схему його роботи, складальне креслення вузла зварювання поперечного шва пакета, а також робочі креслення окремих деталей і вузлів.

В експлуатаційній частині розглянуто питання монтажу, ремонту та умов експлуатації машини, наведено особливості роботи окремих вузлів. Також виконано загальні технічні розрахунки та наведено опис транспортно-складської системи дільниці.

У розділі «Охорона праці» проаналізовано основні аспекти безпеки виробництва, охорони навколишнього середовища, а також заходи пожежної безпеки на дільниці фасування гречки.

Ключові слова: ФОРМУВАЛЬНИЙ КОМІР, РОЛИКИ, РУЛОН, ПЛІВКА, РУКАВОУТВОРЮВАЧ, ПАЧКА, ГРЕЧКА;

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ		
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	Аналіз роботи напівавтомату УФС-30 для фасування круп у полімерні пакети		
Розробив	Хомюк А.І.						
Перевірів	Валецький Б.П.						
Н.контр.							
Затв.	Придальний Б.І.						
					Літ.	Аркуш	Аркушів
					д	З	
					ЛНТУ, ФРАІ, Каф.РТ, ІМ(МОРВС)-42		

ANNOTATION

KHOMIUK A I. Analysis of the operation of the УФС–30 semi automatic machine and improvement of its design for packing cereals into polymer bags. Manuscript.

Qualification work for the bachelor's degree in "Metalworking equipment and robotic production systems", specialization 131 Applied Mechanics. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2026.

The technical section of the thesis provides a description of buckwheat as a product to be packaged and presents a well-founded selection of materials for consumer and transport packaging. Consumer and transport packaging has been designed, the packaging volume and structural features have been determined and justified, and auxiliary packaging materials have been selected. In addition, label designs have been drafted, marking schemes developed, and conditions for stacking boxes during storage and transport of the product determined.

The thesis presents a general view of the automatic packaging machine, a pneumatic diagram of its operation, an assembly drawing of the cross-seam welding unit, as well as working drawings of individual parts and assemblies.

The operational section examines issues relating to the installation, repair and operating conditions of the machine, and outlines the specific features of individual assemblies. General technical calculations have also been carried out, and a description of the site's transport and storage system is provided.

The 'Occupational Health and Safety' section analyses the main aspects of production safety, environmental protection, and fire safety measures at the buckwheat packaging section.

Key words: FORMING COLLAR, ROLLERS, ROLL, FILM, HOSE FORMATOR, PACK, BUCKWHEAT.

					040.Б–26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	10
1.1 Аналіз пакованої продукції.....	10
1.2 Проектування споживчої та транспортної тари.....	22
1.2.1 Проектування споживчої тари.....	22
1.2.2 Проектування транспортної тари	23
1.3 Опис технологічної схеми пакування.	25
РОЗДІЛ 2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	27
2.1 Опис конструкції та роботи	27
2.2 Розрахунок продуктивності машини	32
2.3 Опис пневматичної схеми пакувальної машини	35
2.4 Розрахунок основних виконавчих механізмів	37
2.5 Визначення періодичності поповнення запасів матеріалів	44
2.6 Дослідження показників ефективності роботи машини	46
РОЗДІЛ 3 ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА	55
3.1 Монтаж, ремонт і умови експлуатації машини, особливості експлуатації вузла.	55
3.2 Опис транспортно–складської системи ділянки пакування.....	58
3.3 Загальні розрахунки для розробки транспортно–складської системи ділянки	58
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ	61
4.1 Аналіз виробництва	61

					040.Б–26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

4.2 Заходи для приведення шкідливих виробничих факторів до нормативних вимог	62
4.3 Заходи для охорони навколишнього середовища	63
4.4 Розрахункова частина. Розрахунок штучного освітлення	64
4.5 Пожежна безпека.....	69
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	72
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:	73

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

ВСТУП

Пакувальна галузь формує сукупність сучасних технологічних рішень, у межах яких закладаються реальні резерви для підвищення якості готової продукції та зростання ефективності виробничих процесів. Технологічні системи і комплекси слугують практичним інструментом упровадження цих можливостей у серійне й масове виробництво.

Процес розробки технологічного комплексу охоплює кілька взаємопов'язаних напрямів, зокрема: створення ефективного технологічного процесу, що гарантує належний рівень якості пакування виробів, а також проектування й налаштування спеціалізованого обладнання, здатного забезпечити стабільну та економічно доцільну продуктивність підприємства.

Пакування харчових продуктів і сировини має низку специфічних вимог, які потребують постійної уваги з боку виробників і торговельних структур. Некоректно обраний тип упаковки може негативно впливати на властивості продукції, рівень її споживчої привабливості, конкурентні позиції на ринку, а також спричиняти зростання витрат на виробництво, транспортування та зберігання. Водночас раціональні пакувальні рішення сприяють підвищенню економічної результативності й оптимізації процесів реалізації товарів.

Упаковка виконує важливі логістичні та інформаційні функції: спрощує облік, покращує умови вантажообігу, полегшує проведення комерційних операцій і допомагає донести до споживачів ключові характеристики продукту. Її дизайн і функціональні властивості відіграють істотну роль у формуванні вибору покупців різних вікових і соціальних груп.

Ключовим елементом пакувальної системи є тара, яка повинна відповідати очікуванням споживачів, забезпечувати зручне фасування й надійне пакування продукції. Крім цього, тара має ефективно захищати вміст від несприятливих зовнішніх впливів, механічних ушкоджень, псування та можливих фальсифікацій у процесі обігу.

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сучасні підходи до пакування харчових товарів дедалі більше спираються на використання інформаційних технологій, автоматизацію та модульний принцип побудови обладнання. За умов посилення конкуренції на ринках збуту значення упаковки суттєво зростає, що підтверджується практикою реалізації більшості категорій продовольчої продукції та тенденціями розвитку харчової промисловості.

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз пакованої продукції

1.1.1 Характеристика продукту, що пакується.

Гречка є важливим дієтичним продуктом харчування, що відзначається високою поживною цінністю та значним вмістом вітамінів і мінеральних елементів. Серед усього асортименту круп вона заслужено посідає одне з провідних місць за корисними властивостями та позитивним впливом на організм людини.

Основним напрямом використання гречки є виробництво гречаної крупи, яка широко застосовується в кулінарії для приготування різноманітних страв. Окрім цього, гречка є цінною медоносною культурою, а також знаходить застосування у фармацевтичній промисловості під час виготовлення окремих лікувально–профілактичних засобів.

У харчовій промисловості використовують кілька різновидів гречаної продукції, серед яких розрізняють ядрицю – цілі очищені зерна, великий і дрібний проділ (подрібнене зерно різної фракції), смоленську крупу з високим ступенем подрібнення, а також гречане борошно. Кожен із цих видів має свої особливості та сферу застосування.

З цільної або дробленої гречаної крупи готують широкий спектр страв, зокрема каші, супи, запіканки, пудинги й котлети. Завдяки легкій засвоюваності та високій поживності гречка широко використовується в лікувальному й дитячому харчуванні, а також рекомендована у раціонах дієтичного спрямування. Гречану муку використовують для приготування млинців, оладок, коржів і галушок» Калорійність: в 100 г гречки в середньому міститься близько 343 ккал. [5].

Корисні властивості гречки. Гречана каша широко рекомендується у лікувально–профілактичному харчуванні при ожирінні, цукровому діабеті, артриті, варикозному розширенні вен, порушеннях роботи травної системи,

					040.Б–26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

атеросклерозі, гіпертонічній хворобі та інших патологіях серцево–судинної системи. Незважаючи на відносно високу енергетичну цінність, гречка належить до дієтичних продуктів. Це пояснюється тим, що значна частка її жирних кислот є поліненасиченою, що позитивно впливає на жировий обмін та сприяє зниженню рівня холестерину в організмі людини.

Важливою особливістю гречки є високий вміст харчових волокон, які уповільнюють засвоєння вуглеводів і запобігають різким коливанням рівня глюкози в крові. Завдяки низькому глікемічному індексу гречана крупа відіграє суттєву роль у раціоні осіб, хворих на цукровий діабет, слугуючи безпечною альтернативою картоплі та хлібобулочним виробам. Крім того, гречка містить значні кількості фолієвої кислоти, яка бере участь у процесах кровотворення, підвищує адаптаційні можливості організму та його стійкість до іонізуючого випромінювання й інших несприятливих чинників навколишнього середовища [5].

Білок, що входить до складу гречаної крупи, вирізняється високою біологічною повноцінністю та містить 18 амінокислот, у тому числі значну кількість незамінних. За своєю поживною цінністю він майже не поступається білкам курячих яєць і сухого молока. Окрім харчової цінності, гречка має й лікувальні властивості. Так, гречаний мед застосовують при анемії, атеросклерозі, серцево–судинних захворюваннях, а також при ураженнях шкіри та шлунково–кишкового тракту.

У народній медицині відвар зерен гречки рекомендують під час простудних захворювань, а також як природний відхаркувальний засіб при сухому кашлі. Мазі та припарки, виготовлені з гречаного борошна, використовують для лікування шкірних хвороб і новоутворень. Свіже листя рослини прикладають до відкритих ран і гнійників, а подрібнену суху сировину застосовують у вигляді присипки, зокрема в догляді за дітьми [7].

Сировиною для виробництва гречаної крупи типу «ядриця» є насіння рослин роду гречки (*Fagopyrum Gaertn.*), що належить до родини гречкових (*Polygonaceae*) [7]. У межах цього роду виділяють чотири види, з яких у

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

сільськогосподарській практиці найбільшого поширення набули два: гречка культурна (*Fagopyrum esculentum*) та гречка татарська (*Fagopyrum tataricum*) .

Обидва види є однорічними трав'янистими рослинами з прямим голим стеблом, стрижневою кореневою системою й великим блискучим листям стрілоподібно–серцеподібної форми, що почергово розміщується на стеблах. Плід гречки – тригранний горішок з гострими або притупленими ребрами. Волинська гречка характеризується меншою вимогливістю до ґрунтово–кліматичних умов порівняно з культурною і раніше вирощувалася в окремих районах північної Волині. Проте через дрібні плоди з товстою оболонкою вона не виправдала себе як круп'яна культура й нині вважається небезпечним засмічувачем посівів культурної гречки.

У межах виду культурної гречки розрізняють два підвиди: звичайну та багатolistу. Їхні плоди можуть відрізнятися формою (крилаті, безкрилі або проміжні варіанти), а також мати різне забарвлення, що впливає на технологічні властивості зерна та якість готової крупи [7].

Розміри гранул гречки та деякі її характеристики наведені в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Фізико–механічні властивості насіння гречки і її характерних засмічувачів

Найменування насіння	Розміри насіння, мм			Критична швидкість, м/сек.	Коефіцієнт тертя по сталі	Питома вага, г/см
	Довжина	ширина	товщина			
Гречка	4,2–8	2,8–5,2	2–4,2	2,5–9,5	0,37–0,7	1,2–1,32
Редька дика	3–3,5	2–5,5	2–5	–	–	0,8–0,9
Гречка татарська	4–5,6	2,2–3,6	2,2–3,6	–	–	1,2–1,5
Кукіль	2,8–4,4	2–2,8	1,6–3	6,9–9,8	–	1,2–1,3
Гречка беріzkова	2–3,6	1,6–2,8	1,6–2,6	3,6–7,9	–	1–1,3
Березка польова	2,4–4,3	1,4–3,4	1,1–2,8	4,5–10	–	0,97

Показники якості гречки. Оцінювання якості гречаної крупи здійснюють відповідно до вимог ДСТУ 7697:2015 «Крупи гречані. Технічні умови». Під час контролю якості визначають сукупність органолептичних, фізико-хімічних та санітарно-гігієнічних показників, які характеризують товарні й споживчі властивості продукту.

Колір. Забарвлення гречаної крупи залежить від виду культури, наявності пігментів в оболонках зерна та ендоспермі, а також від умов технологічної обробки й подальшого зберігання. Свіжа крупа повинна мати рівномірний колір, характерний для відповідного виду і сорту. За тривалого або неналежного зберігання можливі зміни відтінку. Визначення кольору проводять візуально при розсіяному природному світлі або за штучного освітлення, рівномірно розсипавши крупу тонким шаром на чорному склі чи папері.

Запах. Для доброякісної гречаної крупи характерний слабо виражений, приємний запах, властивий даному продукту. Виникнення затхлих, пліснявих або сторонніх запахів свідчить про псування, порушення умов зберігання чи недотримання товарного сусідства. Такі запахи не допускаються. З метою інтенсифікації оцінювання крупу поміщають у фарфорову чашку, накривають склом та витримують на водяній бані, нагрітій до кипіння, протягом 5 хвилин.

Смак. Якісна гречана крупа має нейтральний або злегка солодкуватий смак. Кислий чи прогірклий присмак є ознакою зниження якості та свідчить про її несвіжість або окиснення жирів.

Вологість. Цей показник є одним із найважливіших, оскільки істотно впливає на терміни зберігання та поживну цінність крупи. Підвищена вологість спричиняє швидке псування продукту через розвиток мікрофлори, тоді як суха крупа здатна зберігатися тривалий час без погіршення якості. Максимально допустимий рівень вологості гречаної крупи становить 14%. Вміст вологи визначають шляхом висушування наважки подрібненої крупи в

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

сушильній шафі протягом 40 хвилин із подальшим розрахунком різниці мас до і після висушування у відсотках до маси зразка.

Наявність сторонніх домішок. До домішок відносять бур'янисті включення, неочищені зерна з залишками квіткових та плодових оболонок, зіпсоване зерно (загниле, запліснявіле, з вираженими змінами кольору), а також биті зерна – фрагменти ендосперму певної крупності. Якщо кількість домішок перевищує допустимі норми, крупу відносять до нижчого сорту або визнають нестандартною.

Для визначення вмісту домішок відбирають наважку масою від 10 до 100 г, просівають її через відповідні сита, відокремлюючи мучку та биті зерна. Залишки на ситах аналізують вручну, виділяючи домішки й виражаючи їх кількість у відсотках від маси наважки. Наявність домішок погіршує зовнішній вигляд продукції, скорочує строки її зберігання й негативно впливає на харчову та смакову цінність.

Вміст доброякісного зерна. Цей показник характеризує частку повноцінної крупи в загальній масі та є визначальним критерієм під час встановлення товарного сорту.

Металомагнітні домішки. Їх вміст не повинен перевищувати 3 мг на 1 кг продукту, оскільки такі включення становлять небезпеку для здоров'я людини і можуть спричинити пошкодження шлунково–кишкового тракту. Визначення проводять шляхом огляду всієї поверхні крупи, рівномірно розсипаної на гладкій площині шаром товщиною до 0,5 см, з використанням магніту.

Зараженість шкідниками. Наявність живих комірних шкідників у гречаній крупі не допускається. Для контролю 1 кг продукту просівають через сита, ретельно оглядають пробу, підраховують шкідників та визначають їх вид.

Гречану крупу пакують у чисті, сухі мішки з рядна або полімерних матеріалів місткістю до 70 кг, які не мають сторонніх запахів та не уражені шкідниками. Мішки зашивають машинним способом. Кожна пакувальна

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

одиниця повинна містити маркувальний ярлик із паперу або картону, де зазначають найменування підприємства–виробника, його місцезнаходження, назву продукції, вид і сорт крупи, масу нетто, дату виготовлення, номер нормативного документа та номер пакувальника.

Для зручності підведемо підсумки і опишемо кожен сорт за ДСТУ 7697:2015 (Таблиця 1.2)

Таблиця 1.2 – Характеристика сортів гречки

Найменування показника	Характеристики і норми для			
	Перший сорт	Другий сорт	Третій сорт	Проділ
Колір	Кремовий з жовтуватим або зеленуватим відтінком; для швидкорозварюючої крупи – коричневий різних відтінків			
Запах	Властивий гречаній крупі, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий			
Смак	Властивий гречаній крупі, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий			
Вологість (%) не більше: для поточного споживання	14			
Вологість (%) не більше: для тривалого зберігання та дострокового завантаження	13			
Доброякісне ядро, %, не менше:	99,2	98,4	97,5	98,3
у тому числі:				
колоті ядра, не більше:				
зерна пшениці, не більше	3,0	4,0	5,0	–
	–	–	2,0	–
У плівці зерна (%) не більше	0,3	0,4	0,7	–
Сміттева домішка (%) не більше:	0,4	0,5	0,6	0,7
Мучка (%) не більше	–	–	–	0,5
Зіпсовані ядра (%) не більше	0,2	0,4	1,2	0,5
Розварюваність, хв (для крупи швидкорозварюючої)	15	15	15	15
Зараженість шкідниками хлібних запасів	Не допускається	Не допускається	Не допускається	Не допускається
Металомагнітні домішки на 1 кг крупи, мг, не більше	3	3	3	3

У торговельну мережу гречана крупа надходить у фасованому вигляді, упакована в паперові, картонні або полімерні пакети масою 0,5 кг та 1 кг.

Зберігання крупи здійснюють у сухих, чистих і добре вентильованих складських приміщеннях, що не заражені комірними шкідниками, з обов'язковим дотриманням чинних санітарно-гігієнічних вимог. Під час зберігання необхідно підтримувати стабільний температурний режим із температурою не вище встановлених норм (оптимальні умови – від –5 до +5 °С) та відносну вологість повітря в межах 60–70 %, уникаючи різких коливань цих показників.

Не дозволяється зберігати гречану крупу разом із продуктами, що мають різко виражені запахи, оскільки вона легко їх поглинає. За дотримання рекомендованих умов строк зберігання гречаної крупи (ядриці) становить до 20 місяців.

Кінцеву дату реалізації продукту обов'язково зазначають на споживчій упаковці відповідно до вимог нормативної документації.

1.1.2 Вибір типу матеріалу для споживчої і транспортної упаковки

Як зазначалося раніше, різні види круп, у тому числі гречану, фасують у споживчу тару, виготовлену з паперу, картону або полімерних матеріалів. Серед полімерних пакувальних матеріалів найчастіше застосовують поліпропілен, що зумовлено його експлуатаційними властивостями та зручністю використання.

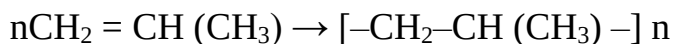
Кожен із перелічених пакувальних матеріалів має власні переваги й недоліки порівняно з іншими. Так, картон характеризується високою жорсткістю та формостійкістю, що забезпечує добрий захист продукту від механічних пошкоджень, однак поступається паперу й полімерним матеріалам за бар'єрними властивостями. Полімерні пакети, зокрема з поліпропілену, відзначаються підвищеною волого- та жиронепроникністю, що забезпечує кращий захист крупи від негативного впливу навколишнього середовища та продовжує термін її зберігання.

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З огляду на наведені характеристики пакувальних матеріалів, для фасування гречаної крупи доцільно обрати поліпропіленову плівку, яка поєднує достатню міцність, стійкість до вологи та зручність у використанні під час зберігання й реалізації продукції.

1.1.2.1 Технічні характеристики поліпропілену

Поліпропілен одержують полімеризацією пропілену в присутності металокомплексних каталізаторів, наприклад, каталізаторів Циглера–Натта (наприклад, суміш TiCl_4 і AlR_3):



Міжнародне позначення – PP. Поліпропілен виробляють у формі порошку білого кольору або у вигляді гранул із насипною щільністю в межах 0,4–0,5 г/см³. Залежно від призначення матеріал може випускатися стабілізованим, пофарбованим або без додавання барвників.

Фізико–механічні властивості. Порівняно з поліетиленом, поліпропілен має меншу щільність (близько 0,91 г/см³, що є одним із найнижчих показників серед пластмас), водночас він є більш твердим і характеризується підвищеною зносостійкістю. Матеріал вирізняється високою термостійкістю: початок розм'якшення відбувається за температури приблизно 140 °С, а температура плавлення становить близько 175 °С. Поліпропілен не схильний до корозійного розтріскування, проте проявляє високу чутливість до дії світла та кисню повітря, що суттєво зменшується за наявності стабілізуючих добавок.

Механічна поведінка поліпропілену під час розтягування значною мірою залежить від температурних умов і швидкості прикладання навантаження, навіть більшою мірою, ніж у поліетилену. За зниження швидкості деформації спостерігається підвищення значень механічних показників матеріалу. Натомість при високих швидкостях розтягування руйнівне напруження поліпропілену істотно зменшується і може бути нижчим за межу текучості.

Переробка. Поліпропілен добре піддається формуванню різними методами переробки, серед яких екструзія, вакуумне та пневматичне

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

формування, екструзійно–видувне і інжекційно–видувне формування, лиття під тиском, компресійне та інжекційне лиття. Це забезпечує широкі технологічні можливості його використання у промисловості.

Застосування. Поліпропілен широко застосовують для виготовлення пакувальних плівок, мішків, тари, труб, деталей технічного обладнання, виробів побутового призначення та нетканих матеріалів. Окрім цього, він використовується як електроізоляційний матеріал, а також у будівництві – для забезпечення вібро– та шумоізоляції міжповерхових перекриттів у системах типу «плаваюча підлога».

Під час кополімеризації пропілену з етиленом отримують некристалізуючі сополімери, які за своїми властивостями нагадують каучук і характеризуються підвищеною хімічною стійкістю та опором процесам старіння. Для тепло– і віброізоляційних цілей широко використовують пінополіпропілен (ППП), який за характеристиками близький до пінополіетилену. Також з ППП виготовляють декоративні екструзійні профілі, що можуть замінювати пінополістирольні матеріали.

Зведемо всі технічні характеристики поліпропілену в таблицю (табл.1.3).

Таблиця 1.3 – Технічні характеристики поліпропілену

Характеристика	Значення
Густина, $г/см^3$	0,9
Насипна густина, $кг/см^3$	530
Масова частка золи, %	0,031
Масова доля летучих речовин, %	0,04
Текучість розплаву, грам за 10хв	3,2
Частка нерозчинних речовин, %	95,7
Вміст хлору, Ррт	35,0
Максимальне навантаження на розтяг, не менше Мра	1300
Ударна в'язкість по Ізоду з надрізом при 23С, не менше в Дж/м ²	3,5

Практичне застосування. Поліпропіленові листи типу «Полівуплен» широко застосовують у виробництві різноманітних ємнісних конструкцій,

зокрема резервуарів, плавальних басейнів, відстійників, сховищ, накопичувальних баків та інших герметичних об'єктів. Під час виконання монтажних робіт із використанням поліпропіленових листів необхідно враховувати ряд специфічних властивостей цього матеріалу, які відрізняють його від традиційних конструкційних матеріалів.

Листи з поліпропілену добре піддаються механічній обробці. Їх можна різати, стругати, фрезерувати, а також обробляти на тому самому або подібному обладнанні, яке використовується для обробки деревини. Це значно спрощує процес виготовлення конструкцій і зменшує витрати на спеціалізоване обладнання.

З'єднання поліпропіленових листів між собою здійснюється кількома основними способами:

– Механічне з'єднання із застосуванням болтів або заклепок. Цей метод є досить поширеним, однак через схильність поліпропілену до лінійного температурного розширення такі з'єднання не забезпечують повної герметичності та високої міцності. Основною перевагою механічного способу є можливість роз'ємного з'єднання, що в окремих випадках є технологічно необхідним.

– Склеювання. Даний спосіб також використовується на практиці, проте його ефективність є обмеженою. Незважаючи на високу хімічну стійкість поліпропілену, більшість клейових з'єднань не забезпечують достатньої міцності та довговічності. Тому застосування клеїв під час роботи з поліпропіленом допускається лише після консультацій із фахівцями та підбору спеціалізованих адгезивних складів.

– Зварювання. Найбільш надійним і економічно доцільним способом з'єднання поліпропіленових елементів є зварювання. У практичній діяльності найчастіше застосовують декілька видів цього методу, серед яких особливо ефективним є поліфузійне зварювання.

Поліфузійне зварювання передбачає попередній нагрів з'єднуваних поверхонь до заданої температури протягом визначеного проміжку часу з

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

подальшим притисканням елементів один до одного при строго регламентованому зусиллі. Цей технологічний процес є досить складним і зазвичай застосовується в умовах промислового виробництва. Водночас отриманий шов характеризується високою міцністю, яка може досягати 80–90 % міцності основного матеріалу. Метод поліфузійного зварювання дозволяє з'єднувати поліпропіленові листи практично будь-якої товщини.

Дещо менш міцним, але достатньо надійним є екструзійне зварювання, що здійснюється з використанням ручного екструдера. Суть цього способу полягає у введенні додаткового присадочного матеріалу – поліпропіленового дроту, який попередньо розплавляється у гвинтовому роторі екструдера та наноситься в зоні шва. Якість екструзійного зварювання значною мірою залежить від досвіду оператора, оскільки ручний режим роботи ускладнює точне дотримання оптимальної швидкості та тиску. Незважаючи на це, даний метод широко застосовується при з'єднанні поліпропіленових листів значної товщини.

Найменшу міцність має зварний шов, який утворюється в процесі з'єднання листів за допомогою фена – пістолета з гарячим повітрям. При даному способі зварювання нагрівається як додатковий матеріал, так і місця з'єднання самих деталей. Конструкції сучасних фенів поки недостатньо досконалі, внаслідок чого підтримувати задану температуру повітря, що нагрівається вкрай складно. При цьому на зміну температури впливає швидкість зварювання: негативних наслідків не уникнути як у випадку занадто повільного зварювання (матеріал перегрівається і деградує), так і при надто високій швидкості (температура нагріву недостатня, що впливає на міцність шва). Даний спосіб зварювання застосуємо лише для з'єднання листів, товщина яких не перевищує 0,6 см. Для формування групової упаковки використовується термоусадочна плівка. Термозбіжні плівки (термоусадочні плівки) – це різновид пакувальних плівок, особливою властивістю яких є здатність збігатися під дією температури та приймати форму виробу, що пакується. Термозбіжна плівка застосовується для індивідуальної упаковки

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

харчових і нехарчових продуктів завдяки своїм бар'єрним властивостям притаманним полімерним матеріалам. Вона захищає продукцію від впливу зовнішнього середовища і значно збільшує строк придатності продуктів харчування. Продукти побутового і господарського призначення, упаковані в термозбіжну плівку, також захищені від ушкоджень при транспортуванні, вантаже–розвантажувальних роботах, зберіганні товару. Даний вид плівки має високу прозорість і блиск, що значно поліпшує зовнішній вигляд товарів. Основними властивостями термозбіжних плівок є :

- універсальність застосування;
- простота використання;
- високий рівень усадки;
- гарні оптичні властивості;
- недороге встаткування для термозбігу;
- можливість використання як для індивідуальної, так і групової упаковки;
- легкість обробки практично на всіх типах термозбіжних машин;
- можливість контакту з харчовими продуктами. Вибір об'єму споживчої упаковки

Об'єм тари визначають за розмірами і конфігурацією пакованого продукту. Для забезпечення збереження фасованого продукту і нормальної роботи обладнання необхідно мати вільний демпферний об'єм, що складає 8–10% від повного об'єму упаковки. Для знаходження об'єму пачки разом з продуктом можна застосувати закон Архімеда: «Будучи зануреним в рідину, тіло витісняє рівно стільки, скільки і становить його обсяг.». Цей метод полягає в наступному: беремо мірну ємність, в яку наливаємо визначену кількість рідини, занурюємо туди тіло, фіксуємо величину нового об'єму. Знаючи початковий і кінцевий об'єми, методом віднімання другого від першого знаходимо об'єм пачки.

Початковий об'єм – $V_0 = 2$, л.;

					040.Б–26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кінцевий об'єм – $V_1 = 3.25$, л.;

Об'єм пачки – $V_{пачки} = 3,25 - 2 = 1,25$, л.

1.2 Проектування споживчої та транспортної тари.

1.2.1 Проектування споживчої тари

Для фасування гречаної крупи як споживчу упаковку обрано поліпропіленовий пакет (рисунок 1.2), який виготовляється методом термічного зварювання. Конструкція пакета передбачає наявність двох поперечних і одного повздовжнього зварних швів, що забезпечує достатню міцність, герметичність та стійкість упаковки під час зберігання й транспортування продукції.

Полімерний пакет є одноразовою м'якою споживчою тарою у вигляді рукава з плоским дном і відкритою горловиною, призначеною для наповнення сипкими харчовими продуктами. Номінальна місткість пакета становить до $1,25 \pm 0,05$ дм³, що відповідає встановленим вимогам щодо об'єму упаковки та забезпечує зручність фасування, зберігання й реалізації гречаної крупи.

Використання поліпропіленового пакета як споживчої тари є доцільним завдяки його високим бар'єрним властивостям, механічній міцності, хімічній інертності та придатності до контакту з харчовими продуктами. Крім того, така упаковка забезпечує привабливий зовнішній вигляд товару й можливість нанесення необхідної маркувальної інформації.

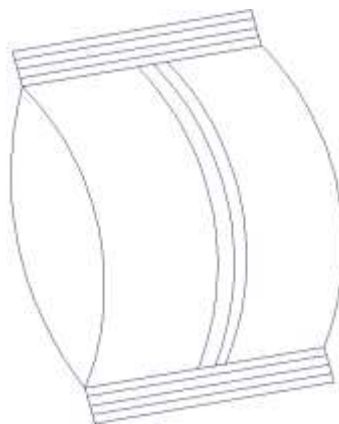


Рисунок 1.1 – Полімерний пакет

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Для визначення розмірів пакету користуємося ДСТУ 7275:2012.[3]
Враховуючи, що ширина плівки, яку можна використовувати на автоматі моделі УФС–30 рівна 425мм, розрахуємо параметри пакету за ДСТУ 8401: 2015 (рис. 1.2)

$L=380\text{mm}$ – ширина розгортки;

$l=180\text{mm}$ – ширина пакета;

$l_1=(0.55\dots0.65)\times l=(0.55\dots0.65)\times 180\approx 100\text{mm}$ – ширина зворотніх частин пакету;

$h=250\text{mm}$ – довжина пакету

$B=270\text{mm}$ – довжина розгортки

$C=20\text{mm}$ – ширина зварного шва

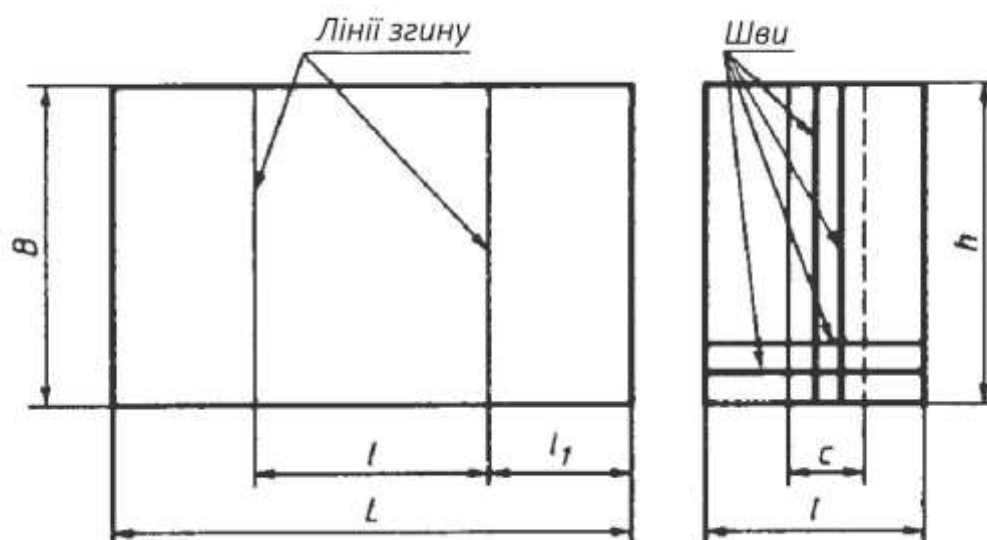


Рисунок 1.2 – Розгортка упаковки

1.2.2 Проектування транспортної тари

Як транспортну упаковку для перевезення фасованої гречаної крупи обрано стандартний євро-піддон розміром $1200 \times 800 \times 150$ мм, у поєднанні зі стрейч-плівкою, якою фіксується палета з продукцією. Використання стрейч-плівки забезпечує стійкість вантажу, захист від механічних пошкоджень і впливу зовнішніх чинників під час транспортування та зберігання. Схема розміщення упакованої продукції на піддоні наведена на рисунку 1.3.

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

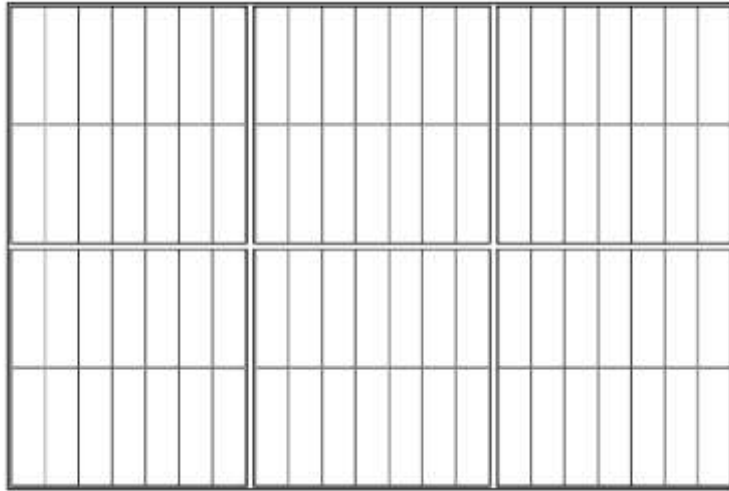


Рисунок 1.3 – Схема розташування продукту на піддоні

Для визначення кількості стреч-плівки, яку необхідно витратити для обмотування одного піддона з продуктом задаємося наступними значеннями:

1. Розміри піддона:

- 1200мм – довжина піддону
- 800мм – ширина піддону
- 1600мм – висота піддону разом з продуктом

2. 400мм – ширина плівки

3. 6 – кількість шарів плівки

Визначаємо витрату стреч-плівки на один піддон з продуктом:

– кількість плівки для одного шару:

$$((1200 + 800) \times 2) \times \frac{1600}{400} = 8000mm = 8m$$

– загальна кількість плівки:

$$8000 \times 6 = 42000mm = 42m$$

Отже для того, щоб обгорнути один піддон готової продукції необхідно 42 метри стреч-плівки шириною 400мм.

Розробка допоміжних пакувальних засобів

У кожен мішок вкладається етикетка, яка містить інформацію про кількість товару в мішку, інформацію про виробника товару, його контактні дані та ін..

1.3 Опис технологічної схеми пакування.

Технологічний процес пакування гречки в пакети наведена в табл. 1.4

Таблиця 1.4 – Технологічний процес пакування гречки в пакети

№ операції	Назва операції	Функціональний вузол	Допоміжні операції	Тривалість, с
005	Виготовлення тари		Контроль якості	0.8
	1. Подача пакувального матеріалу	Рулонотримач Механізм подачі плівки		0.5
	2. Формування пакету	Рукавоутворювач		0.5
	3. Зварювання поздовжнього шва	Механізм поздовжнього зварювання		1
010	Протягування рукава	Механізм протяжки		0.5
015	Фасування продукту	Дозатор	Контроль дози продукту	1
020	Запаковування			1
	1. Поперечне зварювання	Механізм поперечного зварювання		1
	2. Відрізання	Механізм відрізання		0.5
025	Відведення пакету з готовою продукцією від автомата	Транспортер		0.5

Автомат функціонує таким чином. Поліпропіленова плівка періодично подається з рулону 1 та послідовно проходить через систему напрямних валків 2, фотодатчик 3 і надходить до рукавоутворюючого комірця 5. У комірці плівка згортається у форму рукава.

Кромки поліпропіленової плівки накладаються одна на одну та з'єднуються за допомогою губок повздовжнього зварювання 6, у результаті чого формується повздовжній зварний шов рукава. Подальше переміщення рукава здійснюється губками поперечного зварювання 7, які одночасно виконують зварювання поперечних швів і відрізання готового пакета з продуктом 9.

Після відрізання упакований продукт падає на транспортер 10, який забезпечує відведення готової продукції від фасувального автомата для подальших операцій транспортування або групового пакування.

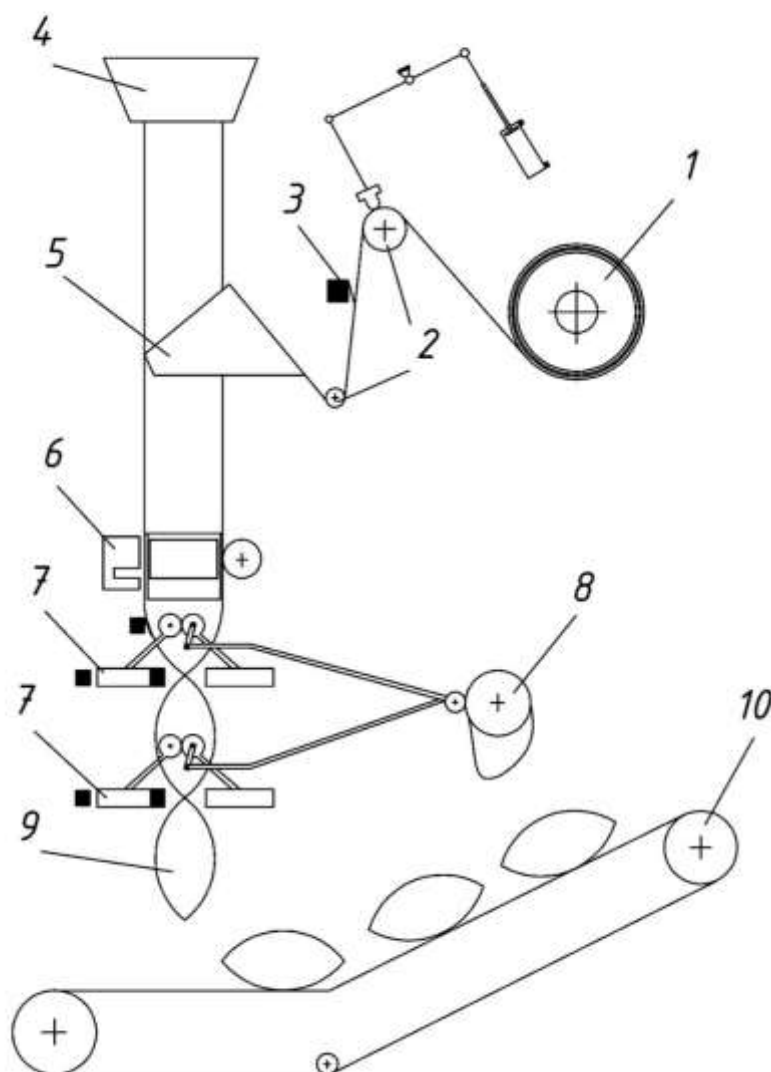


Рисунок 1.4 – Технологічна схема пакування сипких продуктів в полімерні пакети.

РОЗДІЛ 2

КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Опис конструкції та роботи

Автомат вертикальний пакувальний УФС–30А (рис. 2.1) призначений для фасування та пакування сипких продуктів у поліпропіленову плівку. Обладнання працює в повністю автоматичному режимі та забезпечує стабільну якість пакування за заданих технологічних параметрів.

До основних конструктивних елементів автомата належать: станина 1, бункер для продукту 2, ваговий дозатор 3, рукавоутворювальний вузол 4, механізм поперечного зварювання 5, механізм поздовжнього зварювання 6, а також пульт керування 7, за допомогою якого здійснюється контроль і налаштування роботи обладнання.

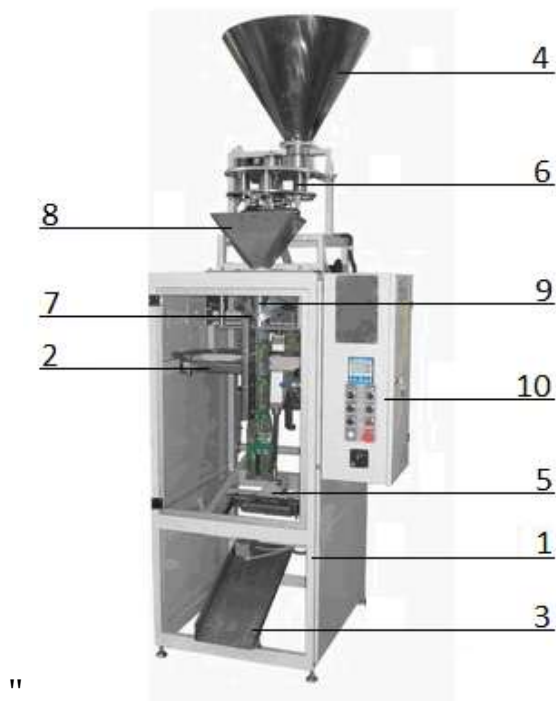


Рисунок 2.1 – Загальний вигляд автомату УФС– 30А:

1– станина; 2– механізм поздовжнього зварювання; 3– відвідний лоток;
4– бункер; 5– механізм поперечного зварювання; 6– дозатор;
7– рукавоутворювач; 8– воронка; 9– труба формуюча; 10– пульт керування

					040.Б–26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Автомат укомплектований дозатором дискретної дії об'ємного дозування маятникового типу. За технічним завданням замовника автомат може комплектуватися іншими типами дозаторів.

Таблиця 2.1 – Технічні дані автомату УФС–30–А

№	Характеристика	Значення
1	Тип дозатора	об'ємний стаканчиковий
2	Продуктивність	до 30
3	Маса продукту, що фасується (межі налагодження дозатора)	від 200 гр до 1000гр
4	Допустима похибка (при дозуванні не більше 0,14%), %	
	для дози 250 г	± 2%
	для дози 500 г	± 2%
5	Розміри пакету:	
	Довжина, мм	не більше 300
	Ширина, мм	180
	Ширина горизонтального шва, мм	16 ± 0,5
6	Пакувальний матеріал	Плівка поліпропіленова
7	Товщина плівки, мкм	20– 60
8	Ширина рулону, мм	380
9	Зовнішній діаметр рулону, мм	не більше 400
10	Параметри мережі живлення:	
	Напруження, В	220
	Частота, Гц	50
	Установлена потужність, кВт	1,25
11	Тиск стиснутого повітря, кГс/см	6

12	Затрата стиснутого повітря, л/хв	210
13	Габаритні розміри автомата, мм	
	Довжина	1400
	Ширина	1050
	Висота (з об'ємним дозатором)	2500
	Маса, кг	240

Для організації повноцінної пакувальної лінії автомат може експлуатуватися у комплекті із завантажувальним транспортером, який у автоматичному режимі забезпечує підтримання необхідного рівня продукту в живильному бункері дозатора, а також із відповідним транспортером для відведення готової продукції.

Основа машини виконана у вигляді зварної конструкції, на якій змонтовані всі робочі вузли та механізми обладнання.

Ваговий дозатор призначений для точного відмірювання дози сипкого продукту та подачі її у формувальну трубу. Як чутливі елементи в дозаторі використовуються тензометричні датчики, принцип дії яких базується на перетворенні сили тиску вантажу на ваговимірювальну платформу в електричний сигнал, пропорційний масі продукту. Отриманий сигнал надходить до термінала дозатора, де обробляється та формується кінцевий результат зважування.

Вузол розмотування плівки складається з вала з установленим рулоном пакувального матеріалу та оснащений пристроєм зворотного динамічного гальмування. Фрикційний гальмівний механізм через тягу з'єднаний із коливними роликами лабіринтної системи. Під час протягування плівки ролики переміщуються вгору, зменшуючи тиск гальмівного паса на шків вала розмотування. Величина гальмівного моменту залежить від ступеня стиснення пружини фрикційного гальма.

Вузол формування рукава являє собою рукавоутворювальний пристрій, призначений для згортання поліпропіленової плівки в рукав та подачі дозованого продукту всередину сформованої оболонки.

Вузол протягування плівки забезпечує рівномірне переміщення рукава після зварювання пакета. Він виконаний у вигляді плити, з'єднаної через важіль з коливним ексцентриком, яка здійснює обертово–поступальний рух у вертикальній площині. Ексцентрик оснащений механізмом регулювання ексцентриситету, що дозволяє змінювати відстань між верхньою (ВМТ) та нижньою (НМТ) мертвими точками руху плити. На плиті розміщені вузли поперечного зварювання та відрізання. Протягування відбувається одночасно зі зварюванням поперечного шва шляхом фіксації рукава у ВМТ та зміщення його на величину ходу плити.

Вузли повздовжнього та поперечного зварювання виконані у вигляді прямокутних нагрівальних колодок, призначених для нагрівання полімерного матеріалу до температури зварювання. Температурний режим підтримується системою терморегулювання. Змикання зварних губок здійснюється пневмоциліндрами, які створюють необхідний тиск для якісного з'єднання матеріалу.

Механізм повздовжнього зварювання формує поздовжній шов рукава та складається з нагрівальної колодки з електронагрівачем і термодатчиком, що приводиться в дію пневмоциліндром. Механізм поперечного зварювання забезпечує формування поперечного шва і відрізання готового пакета, маючи консольне кріплення та шарнірне переміщення у вертикальній площині.

Вузол відрізання виконаний у вигляді плоского ножа, який приводиться в дію окремим пневмоциліндром. Лінія різку розташовується між поперечними швами суміжних пакетів.

Відвідний лоток слугує для спрямування готової продукції на транспортер, який подає пакети в зону укладання у транспортну тару.

Пульти керування є металевим корпусом, усередині якого розміщена електрична апаратура керування. На передній панелі встановлені: контролер,

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перемикач режимів «Ручний» – «Автоматичний», кнопки керування вертикальним зварюванням та режимом «1 пакет», перемикач увімкнення відвідного транспортера, перемикач «1–доза–2» для вибору кількості доз в одній упаковці, перемикач керування дозатором, кнопки «Автомат», «Стоп», «Аварія» та автомат захисту електромережі.

Автомат функціонує таким чином. На початковому етапі здійснюється заправлення пакувального матеріалу. Для цього з рулону знімають оправку, після чого рулон полімерної плівки встановлюють на рулонотримач і фіксують за допомогою гайки. Далі плівку протягують навколо напрямного валика. Для забезпечення правильного входження плівки на рукавоутворювач 4 необхідно наскрізно відрізати її край. Завдяки загостреній формі край плівки заводять у зазор між рукавоутворювачем 7 і формувальним воротом.

Краї плівки, накладені один на одного, з'єднуються у повздовжньому напрямку механізмом 6 шляхом зварювання нагрітим повітрям із використанням зварювальної головки. Механізм поперечного зварювання 5 формує нижній зварний шов пакета, а також здійснює протягування сформованого рукава на крок, що відповідає заданій висоті упаковки.

За допомогою дозатора 3 відмірюється встановлена доза продукту, яка надходить із бункера та через воронку рукавоутворювача подається всередину сформованого плівкового рукава. Після цього відбувається герметизація пакета: утворюється верхній поперечний зварний шов, і готовий пакет відокремлюється від рукава за допомогою механізму відрізання, вбудованого у поперечні зварювальні губки.

Сформовані та запаяні пакети потрапляють на відповідний лоток, звідки за допомогою транспортера подаються на укладальний стіл для формування транспортної упаковки.

Одним із ключових етапів створення сучасних автоматизованих пакувальних ліній є проєктування транспортно–технологічної системи дільниці пакування. Значення транспортних процесів зростає зі збільшенням продуктивності лінії, по–перше, через підвищення кількості транспортних

					040.Б–26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

операцій та ускладнення технологічного маршруту; по—друге, через зростання швидкостей вантажопотоків, що ускладнює синхронізацію взаємодії матеріальних потоків із робочими циклами пакувального обладнання.

Основним призначенням транспортної системи є забезпечення своєчасної доставки вантажів зі складу до відповідних виробничих ділянок; подача, орієнтація та встановлення упаковок або виробів на технологічне обладнання у визначений момент часу; знімання готової продукції з машин з подальшим транспортуванням за заданим маршрутом; накопичення вантажів та їх подача у необхідний час; а також доставка напівфабрикатів і готових виробів до складських приміщень.

2.2 Розрахунок продуктивності машини

Циклова продуктивність машини $Q_{\text{ц}}$ – це кількість продукції, що випускається за одиницю часу при безперебійній роботі машини, тобто при безперервному чергуванні циклів.

Для більшості технологічних машин, які видають за робочий цикл один виріб, тобто для яких $p = 1$, циклова продуктивність визначиться як:

$$Q_{\text{ц}} = 1 / T$$

Виходячи з попередніх даних (табл. 2.2) було зазначено, що трудомісткість технологічної операції складає 2 секунди, так як операції технологічного процесу машини відбуваються паралельно і трудомісткість визначається тривалістю найдовшої, то продуктивність визначимо наступним чином:

Продуктивність машини $Q_{\text{ц}} = 60/2 = 30$ пакетів/хв.

Технічна продуктивність автомату враховує його простоювання при відмовах і відновленні працездатності, визначиться як

$$Q_T = Q_{\text{ц}} \cdot K_z$$

K_z – коефіцієнт готовності, який визначає ймовірність того, що технологічна машина буде в працездатному стані в довільний момент часу,

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

окрім запланованих періодів, під час яких її використання за призначенням не передбачається.

При $K_z = 0,9$ технічна продуктивність автомату складе:

$$Q_T = 30 \cdot 0,9 = 27 \text{ пакетів/хв.}$$

Розрахунок часу дозування. Визначимо час об'ємного дозування гречки міркою діаметром $D=100\text{мм}$, маса дози $M=1000\text{г}$. Для добре сипких продуктів значення емпіричного коефіцієнта $B=50$.

Визначимо швидкість висипання:

$$g = B\sqrt{R} = 50\sqrt{0,055} = 11,2 \text{ м/с}$$

Площа отвору висипання:

$$F = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,1^2}{4} = 0,008 \text{ м}^2$$

Розрахунковий час наповнення тари продуктом визначається за формулою: $\tau = \frac{M}{g \cdot \rho \cdot F} = \frac{1}{11,2 \cdot 50 \cdot 0,008} \approx 2 \text{ с}$

де ρ – насипна густина гречки ($\rho = 50 \text{ кг/м}^3$).

"Визначаємо продуктивність елеватора (норії). Він використовується для подавання гречки, підйому сипких продуктів до бункерів фасувальних бункерів фасувальних автоматів тощо.

Продуктивність норії визначають за формулою, кг/год.

$$M = 3600 \cdot \rho \cdot \frac{V_k \cdot v \cdot \phi}{l},$$

$V_k = 700^{10^{-6}}$ – місткість ковша, м^3

$\rho = 850$ – насипна густина матеріалу, кг/м^3

$v = 0,2$ – швидкість руху норії, м/с

$\phi = 0,8$ – коефіцієнт заповнення ковша

$l = 0,3$ – відстань між ковшами, м

$$M = 3600 \cdot 850 \cdot \frac{700^{10^{-6}} \cdot 0,2 \cdot 0,8}{0,3} = 1140 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$$

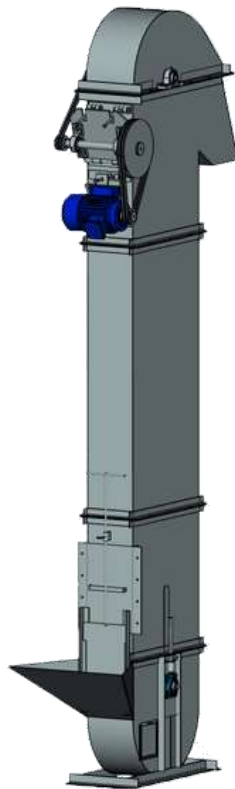


Рисунок 2.2. Елеватор (норія) для подачі сипких продуктів

Продуктивність транспортера безперервної дії призначеного для відведення готових виробів (пакетів з гречкою), визначаємо за формулою:

$$Q = 3600 \cdot v/a, \text{ шт/год}$$

де $v=0,22$ – швидкість руху транспортера, м/с

$a=0,5$ – середня відстань між вантажами, м

$$Q = 3600 \cdot 0,22/0,5 = 1584 \text{ шт/год}$$

Продуктивність загального транспортера безперервної дії призначеного для перенесення готових виробів (пакетів з гречкою) до стола накопичувача, визначаємо за формулою:

$$Q = 3600 \cdot v/a, \text{ шт/год}$$

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

де $v=0,22$ – швидкість руху транспортера, м/с

$a=0,2$ – середня відстань між вантажами, м: $Q = 3600 \cdot 0,22/0,25 = 3168$ шт/год.

2.3 Опис пневматичної схеми пакувальної машини

Робота пневматичної системи автомата УФС–30А здійснюється наступним чином. Стиснене повітря від компресора надходить до системи пневморозподілу. Компресор повинен забезпечувати стабільний робочий тиск на рівні 0,6 МПа. Контроль тиску в пневмомережі здійснюється за допомогою фільтра–регулятора, який також виконує функцію сигналізації у разі порушень режиму роботи.

Підготовлене повітря з установленим тиском подається через колектор до пневморозподільників. Пневморозподільники керують подачею повітря до виконавчих механізмів, забезпечуючи їх рух із заданою швидкістю та плавністю роботи.

Пневматична схема наведена на рис. 2.3.

Для забезпечення рівномірного та плавного переміщення виконавчих органів у пневмосистемі застосовуються дроселі. Кожен пневмоциліндр обладнаний двома дроселями. Принцип їх роботи полягає в наступному: під час подачі повітря від пневморозподільника в одному напрямку один дросель вільно пропускає повітря до виконавчого механізму, тоді як другий створює протитиск, що забезпечує плавність руху. При зміні напрямку переміщення пневмоциліндра дроселі змінюють свої функції на протилежні.

Регулювання швидкості переміщення штоків пневмоциліндрів здійснюється за допомогою дроселів, розміщених безпосередньо на циліндрах або пневморозподільниках.

Зварювальна головка поздовжнього нагрівача призначена для формування та охолодження поздовжнього зварного шва рукава з поліпропіленової плівки. Вона складається з двох функціональних частин: нагрівальної та охолоджувальної.

					040.Б–26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Частина стисненого повітря, підведена від пневмоклапана, надходить до нагрівальної секції, де нагрівається за допомогою ніхромової спіралі. Нагріте повітря через отвори нагрівальної пластини спрямовується на накладені одна на одну краї рухомого плівкового рукава, унаслідок чого здійснюється зварювання поздовжнього шва.

Інша частина холодного стисненого повітря надходить до охолоджувальної частини зварювальної головки. Інтенсивність потоку регулюється спеціальним гвинтом. Потік холодного повітря забезпечує охолодження зварного шва після нагрівання, що сприяє його стабілізації та підвищенню міцності з'єднання.

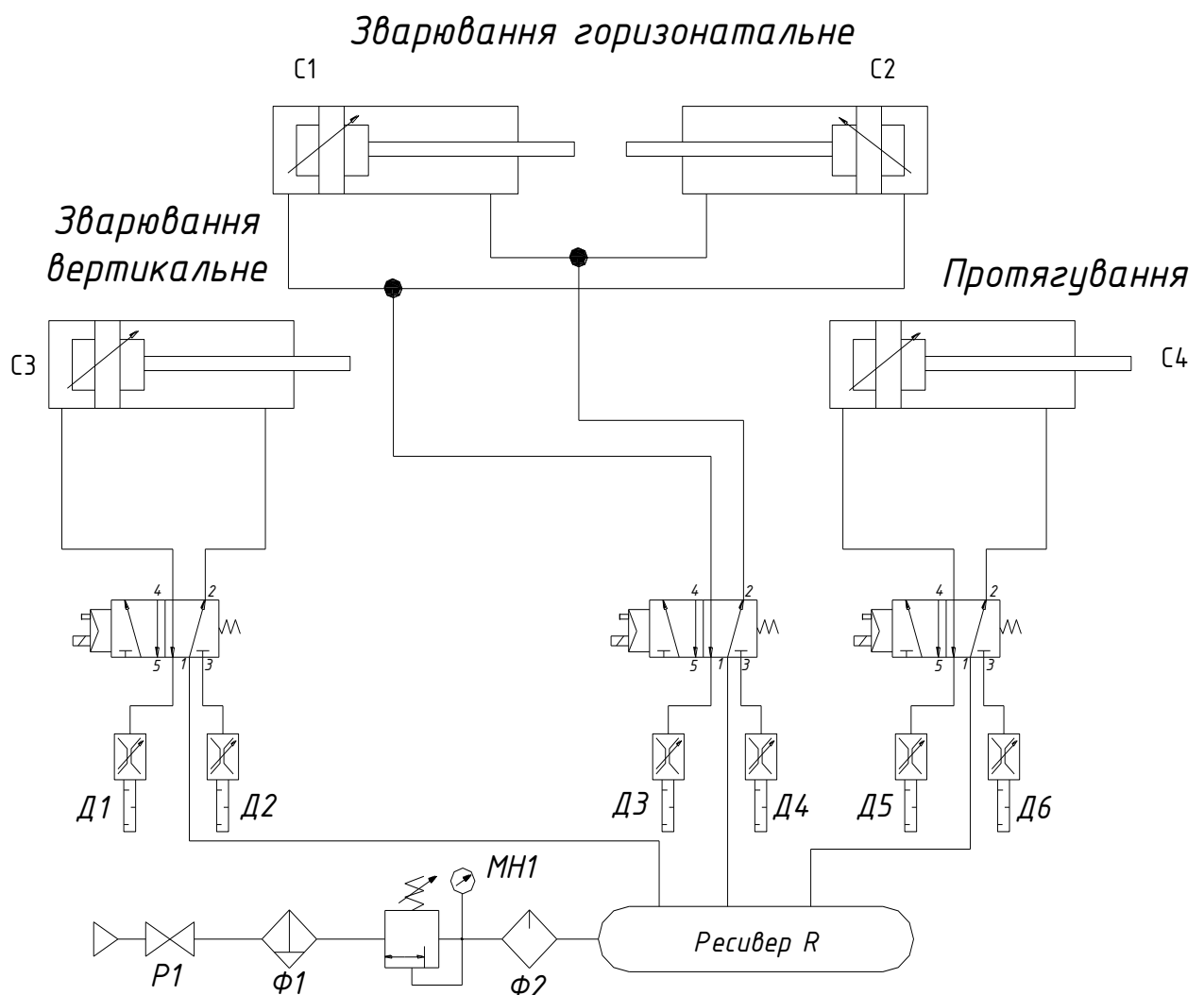


Рисунок 2.3 – Пневматична схема автомату

Основними елементами пневматичної схеми є: кран, фільтр вологовідділювач, стабілізатор тиску, манометр, ресивер, мастилорозпилювач, пневморозподільники, дроселі, пневмоциліндри.

2.4 Розрахунок основних виконавчих механізмів

Основними виконавчими механізмами, що виконують операції з виготовлення упаковки є зварні губки, які приводяться в дію від пневмоциліндрів, тому проведемо їх проектний розрахунок.

Розрахунок поршневого пневмоциліндра. (Губка зварювання поздовжнього шва).

Дано: $P_{ки} = 1200$ Н – корисна сила на штоку циліндра при штовхаючій дії;

$P_{кт} \geq 1000$ Н – корисна сила на штоку циліндра при тягнучій дії:

$p = 0,5$ МПа (5 кгс/см²) – тиск повітря у пневмережі

$L = 70$ мм – хід штока;

$t_{сн} = 0,5$ с – час спрацьовування пневмоциліндра:

$n = 1$ хв⁻¹ – частота спрацьовування пневмоциліндра.

1. Визначаємо діаметр гільзи пневмоциліндра з урахуванням механічного ККД пневмоциліндра при заданій корисній штовхаючій силі.

Приймаємо: $\eta_m = 0,8$ – механічний ККД пневмоциліндра.

$p_{втр} = 0,1$ МПа – втрати тиску у пристроях підготовки повітря пневмосистеми машини.

Тоді тиск повітря у пневмоциліндрі:

$p = p_m - p_{втр} = 0,5 - 0,1 = 0,4$ МПа (4 кгс/см²).

Діаметр гільзи циліндра:

$$D_{ш} = 2 \sqrt{\frac{P_{шт}}{\pi \cdot p \cdot \eta_m}} = 2 \sqrt{\frac{120}{3,14 \cdot 4 \cdot 0,8}} = 6,91 \text{ см},$$

де $P_{ки}$ – корисна сила на штоку циліндра при штовхаючій дії;

p – тиск повітря у пневмережі;

$\eta_m = 0,8$ – механічний ККД пневмоциліндра.

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Приймаємо найближче більше рекомендоване значення за додатковим рядом стандартних величин $D_{ш} = 70$ мм ,приймаємо діаметр штока $d_{ш} = 22$ згідно табл. 3.4.

Таблиця 2.2 – Основні значення діаметрів пневмоциліндрів та штоків

D	Основний	25	32	40	50	60	80	100	120	160	200
	Додатковий	–	36	45	55	70	90	110	140	180	220
d	Основний	8	10	12	16	20	25	32	40	50	60
	Додатковий	–	–	14	18	22	28	36	45	55	70

2. Визначаємо значення тягнучої сили.

Силу на штоку при тягнучій дії визначаємо згідно рівняння:

$$P_{кт} = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot p \cdot (1 - \frac{d}{D}) \cdot \eta_{мц}}{4} = \frac{3,14 \cdot 7^2 \cdot 4 \cdot (1 - \frac{22}{70}) \cdot 0,8}{4} = 337,6 \text{ кгс} = 3311,85 \text{ Н},$$

що є більше від заданої, тобто задовольняє поставлені вимоги.

$$P_{кт} \geq 1000 \text{ Н} = 100 \text{ кгс}$$

де: D – діаметр гільзи пневмоциліндра;

p – тиск повітря в пневмомережі;

$\eta_{мц}$ – механічний ККД пневмоциліндра.

3. Визначаємо внутрішній діаметр $d_{тр}$ трубопроводу з умови забезпечення часу спрацювання пневмоциліндра $t_{сп} = 0,5$ с, при ході штока $L = 70$ мм.

$$d_{мп} = \sqrt{\frac{D^2 \cdot L}{v_m \cdot t_{cn}}} = \sqrt{\frac{0,07^2 \cdot 0,07}{25 \cdot 0,5}} = 5,23 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 5,23 \text{ мм}$$

D – діаметр гільзи пневмоциліндра;

L – хід штока;

$V_t = 25$ м/с – рекомендована швидкість руху повітря в трубопроводі;

$t_{сп}$ – час спрацювання пневмоциліндра;

вибираємо трубу з внутрішнім діаметром $d_{тр} = 6$ мм

4. Визначаємо витрати повітря при роботі пневмоциліндра:

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L \cdot \frac{p}{p_a} \cdot n + \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot L \cdot \frac{p}{p_a} \cdot n = \frac{\pi}{4} \cdot L \cdot \frac{p}{p_a} \cdot n \cdot (2 \cdot D^2 - d^2) \cdot 10^{-6} =$$

$$= \frac{3,14}{4} \cdot 7 \cdot \frac{4}{1} \cdot 1 \cdot (2 \cdot 7^2 - 2,2^2) \cdot 10^{-6} = 0,002 \frac{\text{м}^3}{\text{хв}}$$

де D – діаметр пневмоциліндра;

d – діаметр штока;

L – хід штока;

p – тиск повітря у пневмоциліндрі;

t_{сп} – час спрацьовування пневмоциліндра;

n – частота спрацьовування пневмоциліндра;

5. Всі технічні дані пневмоциліндра занесемо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Розрахункові значення пневмоциліндра

№	Параметр	Задане	Розраховане	Прийняте
1	Штовхаюча сила	1200 Н	1200 Н	—
2	Тягнуча сила	1000 Н	1000 Н	—
3	ККД	—	—	0,8
4	Тиск в мережі	0,5 МПа	—	0,4 МПа
5	Час спрацювання	0,5 с	—	0,5 с
6	Частота спрацювання	1 хв ⁻¹	—	1 хв ⁻¹
7	Діаметр гільзи циліндра D	—	6,91	70 мм
8	Діаметр штока d	—	—	22 мм
9	Хід штока L	70	—	70 мм
10	Діаметр трубопровода d _{тр}	—	5,23	6 мм
11	Витрата повітря Q	—	0,002 м ³ /хв	—

Розрахунок поршневого пневмоциліндра. (Губки зварювання поперечного шва).

В даному автоматі губки зварювання поперечного шва приводяться в рух від однакових пневмоциліндрів, тому їх проектний розрахунок буде ідентичним.

Дано: $P_{ки} = 1200$ Н – корисна сила на штоку циліндра при штовхаючій дії;

$P_{кт} \geq 1000$ Н – корисна сила на штоку циліндра при тягнучій дії;

$p = 0,5$ МПа (5 кгс/см²) – тиск повітря у пневмережі

$L = 100$ мм – хід штока;

$t_{cn} = 0,6$ с – час спрацьовування пневмоциліндра:

$n = 1,2$ хв⁻¹ – частота спрацьовування пневмоциліндра.

1. Визначаємо діаметр гільзи пневмоциліндра з урахуванням механічного ККД пневмоциліндра при заданій корисній штовхаючій силі.

Приймаємо: $\eta_m = 0,8$ – механічний ККД пневмоциліндра.

$p_{втр} = 0,1$ МПа – втрати тиску у пристроях підготовки повітря пневмосистеми машини.

Тоді тиск повітря у пневмоциліндрі:

$$p = p_m - p_{втр} = 0,5 - 0,1 = 0,4 \text{ МПа.}$$

Діаметр гільзи циліндра:

$$D_{ш} = 2 \sqrt{\frac{P_{шт}}{\pi \cdot p \cdot \eta_m}} = 2 \sqrt{\frac{120}{3,14 \cdot 4 \cdot 0,8}} = 6,91 \text{ см}$$

де: $P_{шт}$ – корисна сила на штоку циліндра при штовхаючій дії;

p – тиск повітря у пневмомережі;

$\eta_m = 0,8$ – механічний ККД пневмоциліндра.

Приймаємо найближче більше рекомендоване значення $D_{ш} = 80$ мм, приймаємо діаметр штока $d_{ш} = 25$ мм за основним рядом стандартних величин.

2. Визначаємо значення тягнучої сили.

Силу на штоку при тягнучій дії визначаємо згідно рівняння:

$$P_{кт} = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot p \cdot (1 - \frac{d}{D}) \cdot \eta_{ш}}{4} = \frac{3,14 \cdot 8^2 \cdot 4 \cdot (1 - \frac{25}{80}) \cdot 0,8}{4} = 442 \text{ кгс} = 4331,6 \text{ Н},$$

що є більше від заданої, тобто задовольняє поставлені вимоги.

$$P_{кт} \geq 1000 \text{ Н} = 100 \text{ кгс}$$

де: D – діаметр гільзи пневмоциліндра;

d – діаметр штока;

p – тиск повітря в пневмомережі;

$\eta_{ш}$ – механічний ККД пневмоциліндра

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Визначаємо внутрішній діаметр $d_{тр}$ трубопроводу з умови забезпечення заданого часу спрацювання $t_{сп} = 0,6$ с, при ході штока $L = 100$ мм.

$$d_{mp} = \sqrt{\frac{D^2 \cdot L}{v_m \cdot t_{cn}}} = \sqrt{\frac{0,08^2 \cdot 0,1}{25 \cdot 0,6}} = 6,5 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 6,5 \text{ мм}$$

D – діаметр гільзи пневмоциліндра;

L – хід штока;

$V_T = 25$ м/с – рекомендована швидкість руху повітря в трубопроводі;

$t_{сп}$ – час спрацювання пневмоциліндра;

вибираємо трубу з внутрішнім діаметром $d_{тр} = 8$ мм

4. Визначаємо витрати повітря при двосторонній роботі пневмоциліндра:

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L \cdot \frac{p}{p_a} \cdot n + \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot L \cdot \frac{p}{p_a} \cdot n = \frac{\pi}{4} \cdot L \cdot \frac{p}{p_a} \cdot n \cdot (2 \cdot D^2 - d^2) \cdot 10^{-6} =$$

$$= \frac{3,14}{4} \cdot 10 \cdot \frac{4}{1} \cdot 1,2 \cdot (2 \cdot 8^2 - 2,5^2) \cdot 10^{-6} = 0,0045 \frac{\text{м}^3}{\text{хв}}$$

5. Всі технічні дані пневмоциліндра занесемо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Розрахункові значення пневмоциліндра

№	Параметр	Задане	Розраховане	Прийняте
1	Штовхаюча сила	1200Н	1200Н	—
2	Тягнуча сила	1000Н	1000Н	—
3	ККД	—	—	0,8
4	Тиск в мережі	0,5МПа		0,4МПа
5	Час спрацювання	0,6с	—	0,6с
6	Частота спрацювання	1,2 хв ⁻¹	—	1,2 хв ⁻¹
7	Діаметр гільзи циліндра	—	6,91	80мм
8	Діаметр штока d	—	—	25мм
9	Хід штока L	100	—	100мм
10	Діаметр трубопроводу $d_{тр}$	—	6,5	8мм
11	Витрата повітря Q	—	0.0045м ³ /хв	—

Розрахунок поршневого пневмоциліндра. (Механізм розмотування плівки, і протягування рукава)

Дано:

$P_{кш} = 900 \text{ Н}$ – корисна сила на штоку циліндра при штовхаючій дії;

$P_{кт} \geq 800 \text{ Н}$ – корисна сила на штоку циліндра при тягнучій дії:

$p = 0,5 \text{ МПа}$ (5 кгс/см^2) – тиск повітря у пневмомережі

$L = 280 \text{ мм}$ – хід штока;

$t_{сп} = 0,4 \text{ с}$ – час спрацьовування пневмоциліндра:

$n = 0,8 \text{ хв}^{-1}$ частота спрацьовування пневмоциліндра.

1. Визначаємо діаметр гільзи пневмоциліндра з урахуванням механічного ККД пневмоциліндра при заданій корисній штовхаючій силі.

Приймаємо: $\eta_m = 0,8$ – механічний ККД пневмоциліндра.

$p_{втр} = 0,1 \text{ МПа}$ – втрати тиску у пристроях підготовки повітря пневмосистеми машини.

Тоді тиск повітря у пневмоциліндрі:

$$p = p_m - p_{втр} = 0,5 - 0,1 = 0,4 \text{ МПа.}$$

Діаметр гільзи циліндра:

$$D_{ш} = 2 \sqrt{\frac{P_{шм}}{\pi \cdot p \cdot \eta_m}} = 2 \sqrt{\frac{90}{3,14 \cdot 4 \cdot 0,8}} = 5,98 \text{ см}$$

де: $P_{кш}$ – корисна сила на штоку циліндра при штовхаючій дії;

p – тиск повітря у пневмомережі;

$\eta_m = 0,8$ – механічний ККД пневмоциліндра.

Приймаємо найближче більше рекомендоване значення $D_{ш} = 80 \text{ мм}$, приймаємо діаметр штока $d_{ш} = 25$ згідно табл.

2. Визначаємо значення тягнучої сили.

Силу на штоку при тягнучій дії визначаємо згідно рівняння:

$$P_{кт} = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot p \cdot (1 - \frac{d}{D}) \cdot \eta_{ни}}{4} = \frac{3,14 \cdot 8^2 \cdot 4 \cdot (1 - \frac{25}{80}) \cdot 0,8}{4} = 442 \text{ кгс},$$

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

що є більше від заданої, тобто задовольняє поставлені вимоги.

$$P_{\text{кт}} \geq 900\text{Н} = 90 \text{ кгс}$$

де: D – діаметр гільзи пневмоциліндра;

d – діаметр штока;

p – тиск повітря в пневмомережі;

$\eta_{\text{мц}}$ – механічний ККД пневмоциліндра;

3. Визначаємо внутрішній діаметр $d_{\text{тр}}$ трубопроводу з умови забезпечення заданого часу спрацьовування $t_{\text{сп}} = 0,4$ с, при ході штока $L = 280$ мм.

$$d_{\text{мп}} = \sqrt{\frac{D^2 \cdot L}{v_m \cdot t_{\text{сн}}}} = \sqrt{\frac{0,08^2 \cdot 0,28}{25 \cdot 0,4}} = 13,4 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 13,4 \text{ мм}$$

D – діаметр гільзи пневмоциліндра;

L – хід штока;

$V_{\text{т}} = 25$ м/с – рекомендована швидкість руху повітря в трубопроводі;

$t_{\text{сп}}$ – час спрацьовування пневмоциліндра.

Вибираємо трубу з внутрішнім діаметром $d_{\text{тр}} = 15$ мм

4. Визначаємо витрати повітря при роботі пневмоциліндра:

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L \cdot \frac{p}{p_a} \cdot n + \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot L \cdot \frac{p}{p_a} \cdot n = \frac{\pi}{4} \cdot L \cdot \frac{p}{p_a} \cdot n \cdot (2 \cdot D^2 - d^2) \cdot 10^{-6} =$$
$$= \frac{3,14}{4} \cdot 28 \cdot \frac{4}{1} \cdot 0,8 \cdot (2 \cdot 8^2 - 2,5^2) \cdot 10^{-6} = 0,0085 \frac{\text{м}^3}{\text{хв}}$$

де: D – діаметр пневмоциліндра;

d – діаметр штока;

L – хід штока;

p – тиск повітря у пневмоциліндрі;

$t_{\text{сп}}$ – час спрацьовування пневмоциліндра;

n – частота спрацьовування пневмоциліндра.

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

5. Всі технічні дані пневмоциліндра занесемо в таблицю 3.4.

Таблиця 2.5 – Розрахункові значення пневмоциліндра

№	Параметр	Задане	Розраховане	Прийняте
1	Штовхаюча сила	900Н	900Н	
2	Тягнуча сила	800Н	800Н	
3	ККД			0,8
4	Тиск в мережі	0,5МПа		0,4МПа
5	Час спрацювання	0,4с		0,4с
6	Частота спрацювання	0,8 хв ⁻¹		0,8 хв ⁻¹
7	Діаметр гільзи циліндра D		5,98	80мм
8	Діаметр штока d			25мм
9	Хід штока L	280		280мм
10	Діаметр трубопровода d _{тр}		13,4	15мм
11	Витрата повітря Q		0.0085м³/хв	

2.5 Визначення періодичності поповнення запасів матеріалів

Періодичність зміни рулонних матеріалів. Для формування упаковки в автоматі використовується рулон поліпропіленової плівки.

Визначимо періодичність заміни рулону плівки, що використовується для створення упаковки для фасування гречки довжиною 230мм. Рулон плівки товщиною 50 мкм і шириною 380 мм має зовнішній діаметр намотки 300мм. , а сама плівка намотується на гільзу 70 мм.

Визначаємо спочатку довжину плівки в рулоні

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

де n – кількість шарів плівки в рулоні;

R_m – середній радіус рулону.

Середній радіус рулону визначається за виразом:

$$R_m = (R + r) / 2 = (150 + 35) / 2 = 92,5 \text{ мм.}$$

R , r – зовнішній радіус рулону і радіус гільзи.

Кількість шарів плівки в рулоні визначиться як

$$n = (R - r) / h = (150 - 35) / 0,05 = 2380,$$

h – товщина плівки, рівна 50 мкм.

Тоді довжина плівки в рулоні:

$$L = 2 \pi \cdot R_m \cdot n = 2 \cdot 3,14 \cdot 92,5 \cdot 2380 = 1336 \text{ м.}$$

Швидкість використання плівки (швидкість розмотування рулону)
визначиться як

$$v = Q_{ц} \cdot l ,$$

$Q_{ц}$ – теоретична продуктивність машини;

l – довжина одного пакету.

Якщо пакувальний автомат має продуктивність 30 циклів / хвилину, а крок відрізування плівки в рулоні 230 мм., то швидкість розмотування рулону буде рівною

$$v = Q_{ц} \cdot l = 30 \cdot 0,23 = 6,9 \text{ м/хв.} = 414 \text{ м/год.}$$

Тоді тривалість використання одного рулону складе

$$T_{\text{зам}} = L / v = 1336 / 414 = 3,2 \text{ год.}$$

Тривалість роботи машини без зміни рулону може розраховуватись інакше. Із одного рулону плівки може бути N циклів виготовлення пакетів.

$$N = L / l = 1336 / 0,23 = 5808 \text{ пакети.}$$

Час заміни рулону:

$$T_{\text{зам.}} = N / Q_{ц} = 5808 / 1800 = 3,2 \text{ год.}$$

Таким чином, встановлення нового рулону потрібно проводити кожні 3 год. роботи машини.

Визначимо періодичність заміни рулону плівки, що використовується для обмотування палет з продуктом, а саме з стрейч плівки ДСТУ EN ISO 527-1, у вигляді коробки 800/600/1500. Стандартний рулон поліетиленової збіжної плівки товщиною 25 мкм і шириною 500 мм має зовнішній діаметр намотки 500 мм, а саме плівка намотана на гільзу діаметром 70 мм.

Визначаємо спочатку довжину плівки в рулоні за формулою:

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

де n – кількість шарів плівки в рулоні

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n=(R-r)/h=(250-35)/0.025=8600,$$

де $h=0,025\text{мм}$ – товщина плівки

R_m – середній радіус рулона, мм

$$R_m=(R+r)/2=(250+35)/2=107,5\text{ мм}$$

Тоді довжина плівки в рулоні:

$$L=2\cdot\pi\cdot R_m\cdot n=2\cdot 3,14\cdot 107,5\cdot 8600=5805860\text{ мм}=5805\text{м}$$

Швидкість використання плівки буде становити:

$$v=Q_{ц}\cdot l,$$

де $Q_{ц}$ – теоретична продуктивність машини, l – довжина одного пакету.

Якщо пакувальний автомат має продуктивність 3 палети/год, а довжина одного палету складає 11200мм (тому що палету обгортається двічі), то швидкість розмотування рулону буде рівною

$$v=Q_{ц}\cdot l=3\cdot 11,2=33,6\text{ м/год}$$

Тоді тривалість використання одного рулону складає:

$$T_{\text{зам}}=L/v=5805/33,6=172\text{ год}$$

Отже, заміну нового рулону потрібно проводити кожні 172 год. роботи.

2.6 Дослідження показників ефективності роботи машини

Одним із найважливіших показників ефективності функціонування машин для пакування сипких матеріалів є надійність, яка зазвичай виступає основним критерієм оцінювання якості обладнання під час розв'язання задач оптимізації.

У виробничих умовах надійність пакувальної машини визначають за спеціальною методикою, що передбачає проведення хронометражних спостережень за її роботою. Такий підхід полягає у фіксації проміжків часу, протягом яких машина перебуває в працездатному та непрацездатному станах. Непрацездатність настає у випадку виникнення несправностей у роботі функціональних вузлів і механізмів, тобто при відмові обладнання. При цьому необхідність налагодження хоча б одного з основних механізмів призводить до повної зупинки машини.

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.6. – Періоди працездатного стану та відмов автомату УФС–30А

№ відмови	Напряцювання на відмову, хв	Сумарна тривалість роботи, хв	Тривалість відновлення, хв	Механізм автомата, який відмовив					
				Стаканчиковий дозатор	Механізм подачі пливки	Механізм формування	Механізм повздовжнього зварювання	Механізм поперечного зварювання	Блок керування
i	t_i	Σt_i	T_i	S_1	S_2	S_4	S_5	S_6	S_7
1	10	10	4					•	
2	84	94	5						•
3	76	170	2		•				
4	143	313	6			•			
5	173	486	4				•		
6	90	576	2					•	
7	258	834	3						•
8	198	1032	2						•
9	156	1188	3		•				
10	87	1275	1					•	
11	243	1518	3				•		
12	56	1574	5			•			
13	78	1652	7		•				
14	234	1886	5						•
15	215	2101	1					•	
16	95	2196	2	•					
17	64	2260	8			•			
18	123	2383	3		•				
19	287	2670	5					•	
20	63	2733	2	•					
21	147	2880	4				•		
22	221	3101	6			•			
23	251	3352	4		•				
24	156	3508	1				•		
25	76	3584	7					•	
26	249	3844	3						•
27	303	4136	5			•			
28	310	4446	3	•					
29	67	4513	6					•	
30	198	4711	5			•			
Σ				3	5	6	4	7	5

Аналіз результатів хронометражу роботи та простоїв автомата УФС–30А виявив наявність типових відмов, до яких належать:

- надмірне розсіювання дози продукту;
- незадовільна якість зварного шва;
- зміщення або заминання стрічки пакувального матеріалу;
- відмови в роботі датчиків.

Тривалість безвідмовної роботи, а також час, необхідний для усунення відмов, фіксувалися з високою точністю (табл. 2.6). На основі отриманих даних визначали інтервали безвідмовної роботи автомата, одночасно реєструючи, який саме вузол або механізм ставав причиною відмови.

Оскільки порушення в роботі дозатора, пов'язані з відхиленням маси дозованого продукту від заданого значення, можуть усуватися без зупинки роботи автомата, тривалість відновлення працездатності в цьому випадку приймалася рівною часу, необхідному для виготовлення однієї упаковки. Продуктивність пакувального автомата УФС–30А становить 30 пакетів за хвилину, що відповідає тривалості виготовлення одного пакета приблизно 2 секунди.

На наступному етапі результати згрупуємо за інтервалами і побудуємо діаграму розподілу тривалості безвідмовної роботи. Для цього вибираємо базу, яка дещо перевищує найбільше фіксоване значення тривалості безвідмовної роботи, яку розподіляємо на 8 інтервалів. У нашому випадку база 320 хв. При кількості інтервалів $n=8$. Тоді величина інтервалу:

$$\Delta t = \frac{t_{\max}}{n} = \frac{320}{8} = 40 \text{ хв}$$

Усі конкретні реалізації випадкової величини – тривалості безвідмовної роботи – поділимо за відповідними інтервалами (табл.2.7.). За даними перших трьох рядків таблиці побудована діаграма розподілу тривалості безвідмовної роботи автомата (рис.2.4.).

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.7 – Розподіл періодів безвідмовної роботи автомата

Параметри розподілу	Номер інтервалу							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Межі інтервалу	0–40	40–80	80–120	120–160	160–200	200–240	240–280	280–320
Середина інтервалу	20	60	100	140	180	220	260	300
Кількість випадків	1	7	4	5	3	3	4	3
Статистична функція надійності	0,967	0,733	0,6	0,433	0,3	0,233	0,1	0
Імовірнісна функція надійності	0,7738	0,5988	0,4634	0,3586	0,2775	0,2147	0,1661	0,1286

Середню тривалість безвідмовної роботи пакувальних автоматів визначимо з виразу:

$$m_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \Delta N_i \cdot t_i ,$$

де N – загальна кількість періодів безвідмовної роботи автомата;

n – кількість інтервалів;

ΔN_i – кількість випадків потрапляння в i -й інтервал;

t_i – середина i -го інтервалу.

Отже, середня тривалість безвідмовної роботи автомата УФС–30А:

$$m_t = \frac{1}{30} (1 \cdot 20 + 7 \cdot 60 + 4 \cdot 100 + 5 \cdot 140 + 3 \cdot 180 + 3 \cdot 220 + 4 \cdot 260 + 3 \cdot 300) = 156 \text{ хв},$$

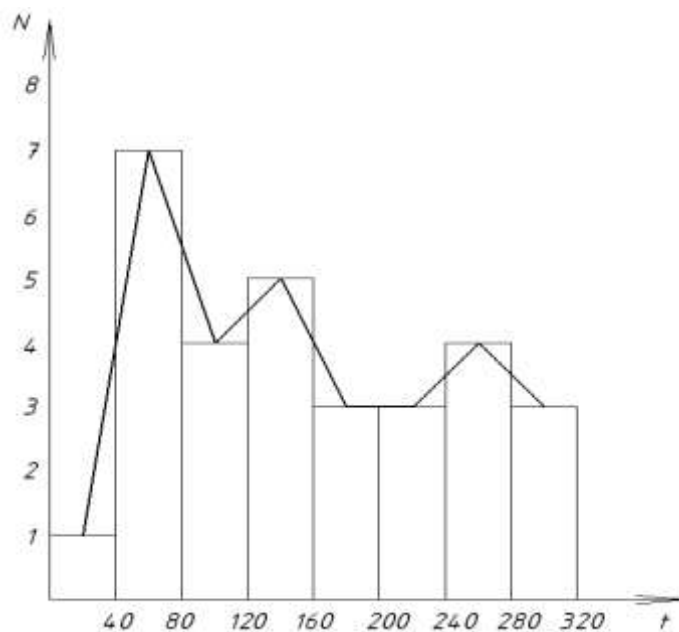


Рисунок 2.4 – Діаграма розподілу часу безвідмовної роботи автомата

Далі будуємо графік функції надійності автомата. Припустимо, що ймовірність переходу автомата в працездатний стан після усунення відмови дорівнює 1. Згідно з даними таблиці 2.6, серед 30 зафіксованих періодів безвідмовної роботи лише в одному випадку автомат після ввімкнення працював менше ніж 40 хв, тоді як у решті 29 випадків тривалість безвідмовної роботи перевищувала 40 хв.

Тоді статистичну ймовірність того, що автомат пропрацює після ввімкнення понад 40 хв, визначаємо за формулою:

$$P(t > 40) = \frac{n_{t>40}}{N} = \frac{29}{30} \approx 0,97$$

де $n_{t>40}$ – кількість періодів безвідмовної роботи тривалістю понад 40 хв;

N – загальна кількість спостережень.

Отримане значення свідчить про високий рівень надійності пакувального автомата УФС–30А в заданому часовому інтервалі та може бути використане для побудови емпіричної кривої функції надійності.

$$P^*(40) = \frac{1}{30}(30 - 1) = \frac{29}{30} = 0,967$$

Статистична ймовірність того, що автомат пропрацює більше 80 хв.

$$P^*(80) = \frac{1}{30}(30 - (1 + 7)) = \frac{22}{30} = 0,733$$

Статистична ймовірність того, що автомат пропрацює більше 120 хв.

$$P^*(120) = \frac{1}{30}(30 - (1 + 7 + 4)) = \frac{18}{30} = 0,6$$

Статистична ймовірність того, що автомат пропрацює більше 160 хв.

$$P^*(160) = \frac{1}{30}(30 - (1 + 7 + 4 + 5)) = \frac{13}{30} = 0,433$$

Статистична ймовірність того, що автомат пропрацює більше 200 хв.

$$P^*(200) = \frac{1}{30}(30 - (1 + 7 + 4 + 5 + 3)) = \frac{10}{30} = 0,3$$

Статистична ймовірність того, що автомат пропрацює більше 240 хв.

$$P^*(240) = \frac{1}{30}(30 - (1 + 7 + 4 + 5 + 3 + 3)) = \frac{7}{30} = 0,233$$

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Статистична ймовірність того, що автомат пропрацює більше 280 хв.

$$P^*(280) = \frac{1}{30} (30 - (1 + 7 + 4 + 5 + 3 + 3 + 4)) = \frac{3}{30} = 0,1$$

Ймовірнісна функція автомата визначається за формулою:

$$P(t) = e^{-\frac{t}{m_t}}, \quad P(40) = e^{-\frac{40}{156}} = 0,7738$$

Значення ймовірнісної функції для решти інтервалів автомата визначається аналогічно.

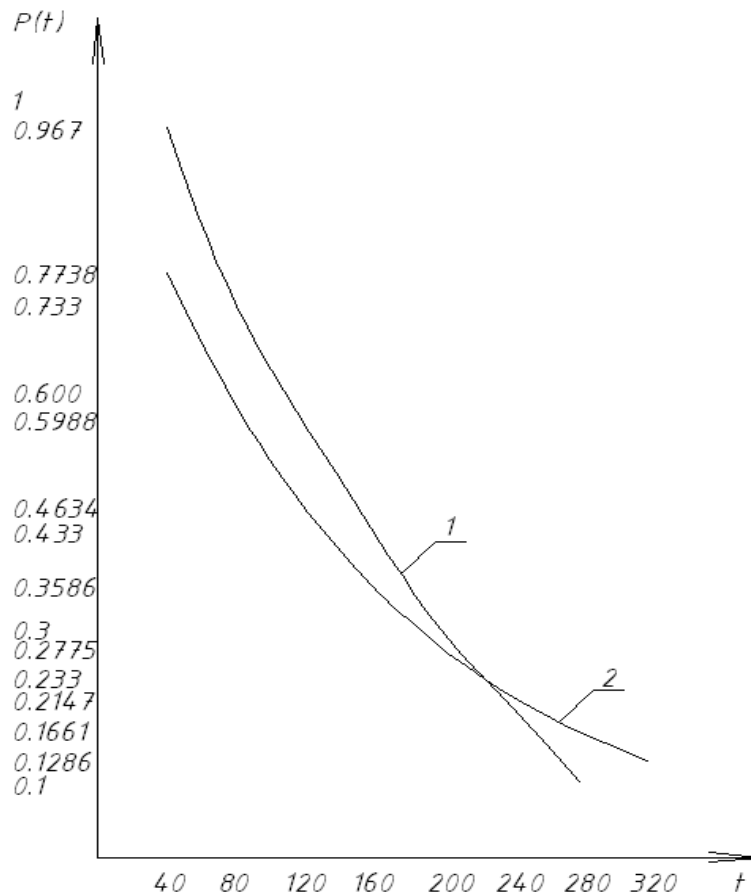


Рисунок 2.5 – Статична(1) та ймовірнісна (2) функції надійності автомата

Визначення показників ремонтпридатності автомата.

Показники ремонтпридатності автомата розраховуються аналогічно.

Виберемо базу $\tau_{\max} = 8$ хв, яку розподілимо на $n = 4$ інтервали. Тривалість одного інтервалу:

$$\Delta \tau = \frac{\tau_{\max}}{n} = \frac{8}{2} = 4 \text{ хв}$$

Усі реалізації випадкової величини – тривалості відновлень працездатності – розподілимо за відповідними інтервалами (табл.2.8.).

Таблиця 2.8 – Розподіл часу відновлюваних робіт

Параметри розподілу	Номер інтервалу			
	1	2	3	4
Межі інтервалу	0–2	2–4	4–6	6–8
Середина інтервалу	1	3	5	7
Кількість випадків	3	11	10	6

Середню тривалість відновлення працездатності пакувальних автоматів визначимо з виразу:

$$m_{\epsilon} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \Delta N_i \cdot \tau_i ,$$

де N – загальна кількість періодів відновлення працездатності автомату;

n – кількість інтервалів;

ΔN_i – кількість випадків потрапляння в i -й інтервал;

τ_i – середина i -го інтервалу.

Середня тривалість відновлення працездатності автомата УФС–30А буде:

$$m_{\epsilon} = \frac{1}{30} (3 \cdot 1 + 11 \cdot 3 + 10 \cdot 5 + 6 \cdot 7) = 4,27 \text{ хв},$$

Коефіцієнт готовності автомата:

$$K_{\Gamma i} = \frac{m_{cpi}}{m_{cpi} + m_{npi}} ,$$

де m_{cpi} – середній час напрацювання на відмову i -го ФМ;

m_{npi} – середня тривалість відновлення працездатності i -го ФМ.

Середній час напрацювання на відмову обчислимо за формулою:

$$m_{cp} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n t_i ,$$

де N – кількість періодів безвідмовної роботи ФМ;

t_i – тривалість безвідмовної роботи.

Середня тривалість відновлення працездатності (час простою):

					040.Б–26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$m_{np} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n T_i,$$

де – N – кількість відмов ФМ;

T_i – тривалість відновлення.

Одержані результати розрахунків занесені в табл. 7.4.

Таблиця 2.9 – Характеристики надійності функціональних модулів
автомату моделі УФС–30А

Відмо	Функціональний модуль	Інтервали безвідмовної роботи, хв	Тривалість відновлення, хв	m_{cp}	m_{np}	$K_{Гі}$
S_1	Дозатор	2196–537–1713	2–2–3	1482	2,33	0,9984
S_2	Механізм подачі плівки	170–1018–634–731–969	2–3–7–3–4	704,4	3,8	0,9946
S_4	Механізм формування складки	313–1261–686–841–1035–575	6–5–7–6–5–5	785,2	5,67	0,9948
S_5	Механізм поздовжнього зварювання	486–1032–1362–628	4–3–4–1	877	3	0,9966
S_6	Механізм поперечного зварювання	10–566–699–826–569–914–929	4–2–1–1–5–7–6	644,7	3,71	0,9943
S_7	Блок керування	94–740–198–854–1958	5–3–2–5–3	768,8	3,6	0,9954

Найменший рівень надійності було зафіксовано у вузла поперечного зварювання. Це пояснюється, з одного боку, тим, що в обох автоматах губки поперечного зварювання виконують не лише основну функцію з формування зварних швів, а й низку допоміжних операцій, зокрема протягування плівкового рукава та відрізання готових пакетів. У зв'язку з цим під час розрахунку коефіцієнта готовності $K_{Г}$ даного функціонального механізму враховувалися відмови, які виникали як у процесі зварювання, так і під час переміщення плівки.

З іншого боку, зниження надійності вузла обумовлене можливістю потрапляння продукту на контактні поверхні зварних губок, що призводить до утворення неякісного зварного шва або браку упаковки. Усунення таких відмов, як правило, полягає у механічному очищенні зварних губок від залишків продукту та відновленні їх нормального робочого стану.

Надійність автомату УФС–30А становитиме:

$$K_{\Gamma}^{УФС} = \frac{1}{1 + \left(\frac{1}{0,9984} - 1 \right) + \left(\frac{1}{0,9946} - 1 \right) + \left(\frac{1}{0,9948} - 1 \right) + \left(\frac{1}{0,9966} - 1 \right) + \left(\frac{1}{0,9943} - 1 \right) + \left(\frac{1}{0,9954} - 1 \right)} = 0,955,$$

З врахуванням одержаних значень K_{Γ} визначимо технічну продуктивність дослідженого автомата:

$$Q_T = K_{\Gamma} \cdot Q_y = 0,955 \cdot 30 = 28,65 \text{ пак/хв.};$$

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 Монтаж, ремонт і умови експлуатації машини, особливості експлуатації вузла.

3.1.1 Монтаж та технічне обслуговування пакувальної машини

Порядок установки. Автомат може бути встановлений як на фасувальній дільниці, так і на окремих крупозаводах.

Автомат постачається у заводській упаковці, в жорсткому ящику.

Під час встановлення необхідно забезпечити вільний простір навколо автомата не менше 1 м, а з фронтальної сторони – не менше 1,5 м.

Після розпакування слід перевірити зовнішній стан обладнання та наявність усіх комплектувальних елементів відповідно до пакувального листа.

Усі оброблені поверхні деталей необхідно очистити від антикорозійного покриття та змастити тонким шаром машинного масла. Робочі органи, що контактують із продуктом і пакувальним матеріалом, очищають від антикорозійного складу, промивають розчином харчової соди, далі гарячою водою та ретельно просушують. Після цього пофарбовані поверхні протирають від пилу.

Основний бункер та механізм подачі продукту встановлюються заводом–замовником безпосередньо на місці експлуатації автомата. Місткість бункера визначається залежно від маси порції та продуктивності обладнання.

Автомат встановлюють на робочому місці та вирівнюють за рівнем. Улаштування спеціального фундаменту не потребується.

Підготовка до роботи. Заправити автомат пакувальним матеріалом. Для цього знімають оправку рулону, демонтують конус із гайкою, встановлюють рулон плівки та фіксують його гайкою. Після цього оправку з рулоном повертають на місце. Плівку протягують, огинаючи напрямні валки. Для введення плівки в рукавоутворювач край плівки підрізають навскіс і гострим кутом заводять у зазор між рукавоутворювачем та формувальною трубою.

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обережно протягують плівку до механізму поперечного зварювання. При цьому гумові протягувальні ролики мають бути відведені від труби.

Увімкнути подачу води для охолодження вузла поперечного зварювання.

Подати стиснене повітря в пневмосистему.

Порядок роботи. Пуск автомата на холостому ході.

Прокрутити автомат ривками на один–два оберти, користуючись кнопкою «Проба».

Відвести зварювальну головку вбік, відрегулювати подачу повітря, увімкнути перемикач «Повздовжня зварка» та прогріти головку протягом 3 хвилин.

Перемикачем «Поперечна зварка» подати напругу на нагрівальний елемент.

Натиснути кнопку «Пуск» для увімкнення електродвигуна.

Переконалися у справній роботі всіх механізмів.

Увімкнути дозатор.

Зупинку автомата здійснюють кнопкою «Стоп».

Пуск автомата з продуктом

Заправити пакувальний матеріал так, щоб поперечні нагрівачі могли коректно протягувати плівку.

Заповнити бункер продуктом.

Виконати операції, описані в пунктах 2 і 3 підрозділу холостого пуску, та підвести повздовжній нагрівач до сформованого рукава.

Підвести протягувальні ролики й одночасно увімкнути дозатор.

Увімкнути тумблер центрування етикетки (за наявності).

Зауваження щодо налаштування. Довжина пакета регулюється залежно від маси дози та фізичних властивостей продукту. У разі використання центрувальної етикетки довжину пакета встановлюють на 1–2 мм меншою за крок між мітками на етикетній стрічці.

					040.Б–26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дії після завершення роботи. Після закінчення зміни або зупинки автомата необхідно:

Вимкнути дозатор.

Зупинити роботу автомата.

Відвести повздовжній нагрівач і вимкнути нагрівання перемикачем «Повздовжня зварка».

Відключити автомат від електромережі кнопкою на пульті керування.

Продути автомат стисненим повітрям через обдувний клапан.

Перекрити подачу стисненого повітря.

3.1.2. Умови експлуатації та техніки безпеки

До роботи з автоматом допускаються лише працівники, які пройшли обов'язковий інструктаж з охорони праці, правил техніки безпеки та вимог промислової санітарії, а також ознайомлені з особливостями експлуатації обладнання.

Категорично забороняється:

- Запускати автомат без попереднього повідомлення персоналу та без перевірки його технічного стану;
- Виконувати роботу на обладнанні у незастебнутому або невідповідному спецодязі;
- Під час функціонування автомата знімати захисні кожухи, здійснювати змащування або будь-які регулювальні операції;
- Залишати на поверхнях автомата інструмент, деталі чи сторонні предмети.

Зовнішні поверхні обладнання повинні постійно утримуватися у чистому стані, без нашарувань бруду, пилу та масляних плям. Робоча зона обслуговування має бути впорядкованою, чистою та вільною від предметів, які не належать до виробничого процесу. Автомат повинен бути оснащений справною та надійною системою заземлення відповідно до діючих норм і вимог, установлених для даного підприємства.

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У разі простою обладнання протягом тривалого часу необхідно обов'язково відключати повздовжній нагрівальний елемент з метою запобігання перевитраті енергії та можливих несправностей.

3.2 Опис транспортно–складської системи дільниці пакування

Виробнича дільниця включає фасувально-пакувальну дільницю VII, склад напівфабрикату I, склад плівки для споживчої упаковки II, склад матеріалу для групової упаковки III, склад плівки для транспортної упаковки IV, склад палет V, а також склад готової продукції VI.

Напівфабрикат у мішках доставляється на склад I, після чого за допомогою транспортера подається безпосередньо до фасувально-пакувального автомата дільниці VII. Пакувальні плівки зі складів II, III та IV транспортуються електрокаром до фасувального автомата, термоусадочної установки та палетайзера відповідно. До другого термоусадочного автомата плівка після доставки електрокаром подається за допомогою підвісного транспортера, що забезпечує зручність і безперервність виробничого процесу.

Палети зі складу V подаються до зони формування транспортної упаковки за допомогою електрокара в кількості, необхідній для поточної роботи обладнання. Після укладання продукції на піддон і обгортання його стреч-плівкою на палетайзері сформована транспортна одиниця переміщується електрокаром до складу готової продукції VI.

Готова транспортна упаковка масою 528,2 кг зберігається на складі готової продукції, звідки в подальшому здійснюється її відвантаження та транспортування споживачеві для реалізації.

3.3 Загальні розрахунки для розробки транспортно–складської системи дільниці

Площа складів, необхідна для функціонування даного виробництва можна розрахувати за формулою:

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{ck} = \frac{m_z \cdot t}{D \cdot g_1 \cdot K_B},$$

де S_{ck} – площа складу;

m_z – маса тари, напівфабрикату і готової продукції, що проходить через це на протязі року, (т);

t – нормативний час збереження вантажів на складі;

g_1 – середня вантажонапруженість площі складу, (т/м²);

D – число календарних днів в році (365);

K_B – коефіцієнт використання площі, враховує наявність переходів для транспортних засобів і площадок прийому комплектації вантажів.

Площа складу напівфабрикату:

$$S_{ck} = \frac{14000 \cdot 7}{365 \cdot 1.2 \cdot 0.85} \approx 260 \text{ м}^2$$

Площа складу плівки для споживчої упаковки:

$$S_{ck} = \frac{112 \cdot 14}{365 \cdot 1.2 \cdot 0.6} \approx 20 \text{ м}^2$$

Площа складу термоусадочної плівки

$$S_{ck} = \frac{315 \cdot 7}{365 \cdot 1.2 \cdot 0.6} \approx 9 \text{ м}^2$$

Площа складу для стреч-плівки

$$S_{ck} = \frac{33.6 \cdot 14}{365 \cdot 1.2 \cdot 0.85} \approx 1.5 \text{ м}^2$$

Площа складу паллетів

$$S_{ck} = \frac{420 \cdot 14}{365 \cdot 1.2 \cdot 0.85} \approx 15 \text{ м}^2$$

Площа складу готової продукції

$$S_{ck} = \frac{14880.6 \cdot 7}{365 \cdot 1.2 \cdot 0.6} \approx 400 \text{ м}^2$$

Розрахунок вантажопотоків дільниці. Фасування гречки відбувається у поліпропіленові пакети масою 1кг і подальшого запаковування 20-ти пакетів

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в мішок з термоусадочної плівки, укладанню на піддони по 25 мішків та обгортання стреч-плівкою. Продуктивність лінії становить 800000т/міс.

Вирахуємо кількість пакетів, термоусадочної і стреч-плівки та піддонів, яка потрібна для функціонування дільниці протягом року за формулою:

$$Q_{\text{заг}} = Q_2 \cdot n_3 \cdot t_3 \cdot 365;$$

де Q_2 – годинна продуктивність

n_3 – кількість змін роботи дільниці за добу (1–3);

t_3 – тривалість робочої зміни;

$$Q_{\text{заг}} = 2400 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 365 \approx 14000000 \text{ шт.} / \text{рік}$$

– загальна маса пакетів становить;

$$m_{\text{пк.з}} = m_{\text{пк}} \cdot Q_{\text{заг}} = 0,008 \cdot 14000000 = 112 \text{ т} / \text{рік};$$

– загальна маса термоусадочної плівки;

$$m_{\text{пл.з}} = m_{\text{пл}} \cdot Q_{\text{заг}} = (0,45 \cdot 14000000) / 20 = 315 \text{ т} / \text{рік};$$

– загальна маса стреч-плівки;

$$m_{\text{ст.пл.з}} = m_{\text{ст.пл}} \cdot Q_{\text{заг}} = (1,2 \cdot 14000000) / 500 = 33,6 \text{ т} / \text{рік}$$

– загальна маса продукту становить:

$$m_{\text{прод.з}} = m_{\text{ghjl}} \cdot Q_{\text{заг}} = 1 \cdot 14000000 = 14000 \text{ т} / \text{рік}$$

– загальна маса піддонів:

$$m_{\text{п.з}} = m_{\text{п}} \cdot Q_{\text{заг}} = (15 \cdot 14000000) / 500 = 420 \text{ т} / \text{рік};$$

Таким чином маса вантажопотоку дільниці становитиме:

$$m_{\text{ВП}} = 112 + 315 + 33,6 + 14000 + 420 = 14880,6 \text{ т} / \text{рік}$$

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз виробництва

У процесі виробничої діяльності через залучення недостатньо кваліфікованого персоналу, недотримання установлених вимог охорони праці, порушення правил техніки безпеки, санітарно-гігієнічних норм та інших умов праці нерідко виникають небезпечні та шкідливі фактори. Такі фактори можуть негативно впливати на стан здоров'я працівників, а в окремих випадках призводити до тяжких травм чи навіть летальних наслідків.

З метою недопущення подібних ситуацій та мінімізації ризиків на кожному підприємстві розробляється і впроваджується система організаційних, технічних і профілактичних заходів. Вони спрямовані на зниження ймовірності виникнення небезпечних ситуацій для життя і здоров'я персоналу, запобігання аваріям, а також зменшення негативного впливу виробництва на навколишнє середовище.

У першу чергу необхідно забезпечити:

- постійний технологічний контроль основних параметрів виробничого процесу;
- наявність і справну роботу протиаварійних захисних блокувань, а також систем світлової та звукової сигналізації.
- До організаційних заходів щодо підвищення рівня безпеки належать:
 - допуск до обслуговування обладнання лише працівників, які пройшли обов'язковий медичний огляд, мають відповідну професійну підготовку та необхідну кваліфікацію;
 - обов'язок обслуговуючого персоналу здійснювати постійний контроль технічного стану запобіжних пристроїв, систем захисту та сигналізаційного обладнання, а також своєчасно повідомляти про виявлені несправності.

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Заходи для приведення шкідливих виробничих факторів до нормативних вимог

Забезпечення сприятливих метеорологічних умов у виробничих приміщеннях є комплексним завданням, вирішення якого потребує впровадження низки технічних і організаційних заходів. До основних напрямів нормалізації мікроклімату належать такі:

1. Удосконалення технологічних процесів і засобів праці. Використання сучасних технологій, машин та інструментів, робота з якими не потребує виконання операцій в умовах інтенсивного тепловиділення, дозволяє істотно зменшити надходження надлишкового тепла у повітря робочої зони.

2. Рациональне розміщення технологічного обладнання. Обладнання, що є джерелом значних теплових виділень, доцільно розташовувати під аераційними ліхтарями, поблизу зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі та розміщувати його в один ряд із необхідними проміжками. Це забезпечує вільний рух теплових потоків і запобігає їх накладенню в зоні робочих місць.

3. Автоматизація та дистанційне управління виробничими процесами. Застосування автоматизованих систем керування дозволяє обмежити безпосереднє перебування працівників у зонах дії несприятливих мікрокліматичних факторів, що значно зменшує теплове навантаження на організм людини.

4. Рациональна організація вентиляції, опалення та кондиціонування повітря. Дані системи є основними засобами регулювання мікрокліматичних параметрів у виробничих приміщеннях. У високих і легких промислових будівлях забезпечення комфортних температурних умов у холодний період року є технічно складним і економічно витратним, тому найбільш ефективним рішенням є застосування променевого обігріву постійних робочих місць та окремих виробничих зон. Зменшення впливу протягів досягається шляхом герметизації вікон, дверей і технологічних отворів, а також встановлення повітряних або повітряно-теплових завіс на входах і воротах.

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Рационалізація режимів праці та відпочинку. Поліпшення умов праці забезпечується скороченням тривалості зміни, запровадженням додаткових регламентованих перерв та створенням спеціальних приміщень для відпочинку з нормальними метеорологічними показниками.

6. Застосування теплоізоляції обладнання та захисних екранів. Для зменшення теплового випромінювання від нагрітих поверхонь широко використовуються теплоізоляційні матеріали, зокрема азбест, азбоцемент, мінеральна вата, склотканина, керамзит та пінополістирол, які ефективно знижують теплові втрати.

7. Використання засобів індивідуального захисту. Важливу роль у профілактиці перегрівання працівників відіграє спеціальний одяг. Він повинен бути з повітропроникних і вологопроникних матеріалів, таких як бавовна, льон чи грубововняне сукно, мати зручний крій та не обмежувати рухів під час виконання виробничих операцій.

4.3 Заходи для охорони навколишнього середовища

Загальні організаційні та технічні заходи, спрямовані на запобігання забрудненню повітряного середовища у виробничих приміщеннях і на захист працівників, передбачають впровадження таких рішень:

1. Усунення або зменшення використання шкідливих речовин у технологічних процесах. Це досягається заміною небезпечних хімічних сполук менш токсичними або повністю безпечними аналогами. Так, свинцеві білила замінюються цинковими, метиловий спирт – іншими видами спиртів, а органічні розчинники, що застосовуються для знежирювання, – миючими засобами на водній основі.

2. Модернізація технологій та виробничого обладнання. Удосконалення конструкції машин і апаратів дає змогу зменшити утворення та поширення шкідливих парів, газів і пилу у повітрі робочої зони.

3. Автоматизація та дистанційне керування виробничими процесами. Використання автоматизованих систем дозволяє виключити або суттєво

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обмежити прямий контакт працівників із небезпечними речовинами під час виконання технологічних операцій.

4. Герметизація обладнання та локалізація шкідливих виділень. Робота технологічних установок у режимі розрідження, застосування місцевої витяжної вентиляції, аспіраційних укриттів і кожухів сприяють ефективному видаленню небезпечних домішок безпосередньо з місць їх утворення.

5. Забезпечення справної роботи інженерних систем. Надійне функціонування систем опалення, загальнообмінної вентиляції, кондиціонування повітря та установок очищення викидів в атмосферу є необхідною умовою підтримання допустимих санітарно-гігієнічних параметрів.

6. Проведення медико-профілактичних заходів. Працівники, зайняті у шкідливих виробничих умовах, повинні проходити попередні та періодичні медичні огляди, отримувати профілактичне харчування та дотримуватися встановлених вимог особистої гігієни.

7. Систематичний контроль складу повітря робочої зони. Регулярні вимірювання концентрацій шкідливих речовин дозволяють своєчасно виявляти перевищення гранично допустимих норм і вживати коригувальних заходів.

8. Застосування засобів індивідуального захисту. Використання респіраторів, захисних масок, спецодягу та інших засобів є обов'язковим у випадках, коли неможливо повністю усунути вплив шкідливих факторів технічними засобами.

4.4 Розрахункова частина. Розрахунок штучного освітлення

Штучне освітлення застосовується для забезпечення необхідних умов зорової роботи у разі недостатнього або повністю відсутнього природного світла. За своїм функціональним призначенням воно поділяється на такі види: робоче, аварійне, евакуаційне (як різновид аварійного освітлення, призначений для організованої евакуації людей) та охоронне. Окремі

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

освітлювальні установки можуть також використовуватися в режимі чергового освітлення.

За способом організації світлового середовища штучне освітлення проєктується у вигляді трьох основних систем: загального (яке може бути рівномірним або локалізованим), місцевого та комбінованого, при якому загальне освітлення доповнюється локальними світильниками безпосередньо в зоні виконання робіт.

Для освітлення промислових приміщень застосовуються лампи розжарювання, галогенні та газорозрядні джерела світла. Лампи розжарювання залежно від конструктивних особливостей поділяються на вакуумні, газонаповнені (із сумішшю аргону та азоту), безспиральні, а також лампи з криптоновим наповнювачем. Основними недоліками цього типу ламп є низька світлова віддача, яка знаходиться в межах 7–20 лм/Вт, значна яскравість нитки розжарення, малий коефіцієнт корисної дії (10–13 %) та обмежений строк служби, що становить від 300 до 1000 годин. Спектральний склад випромінювання таких ламп характеризується переважанням жовто-червоних кольорів.

Газорозрядні лампи забезпечують світлове випромінювання за рахунок електричних розрядів у газовому середовищі або парах, що викликає світіння шару люмінофору, нанесеного на внутрішню поверхню колби. За тиском газу розрізняють лампи низького та високого тиску. До газорозрядних ламп низького тиску належать люмінесцентні лампи, спектр світла яких близький до природного. Вони характеризуються тривалим ресурсом роботи (до 10 000 годин) і високою світловою ефективністю – від 50 до 100 лм/Вт, що робить їх у 2,5–3 рази економічнішими порівняно з лампами розжарювання. Низька температура поверхні колби знижує пожежну небезпеку при їх експлуатації.

Разом із тим люмінесцентні лампи мають і певні недоліки, серед яких варто виділити пульсацію світлового потоку, що може спричиняти стробоскопічний ефект, складність схем ввімкнення та необхідність

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використання пускорегулювальної апаратури (дроселів, стартерів), а також чутливість до змін температури навколишнього повітря.

Світильники розсіяного світла спрямовують від 40 до 60 % світлового потоку в кожную напівсферу, забезпечуючи рівномірне освітлення без утворення різких тіней. До цієї групи належать світильники типів «Куля», «Кільцеві» та аналогічні конструкції, які широко застосовуються в адміністративних приміщеннях, конструкторських бюро та читальних залах.

Світильники відбитого світла передають не менше 80 % випромінювання у верхню напівсферу, за рахунок чого практично усувається тіньоутворення. Проте такі світильники відзначаються порівняно низькою економічністю.

Люмінесцентні світильники, призначені для промислових умов, поділяються на світильники прямого світла (типів ОДА, ОДО, ОДОР), розсіяного світла (тип АОДД), пилонепроникні конструкції (ПВЛ-1, ГТВЛ-6, ВОД), а також світильники вибухозахищеного виконання, зокрема типу НОГЛ-80.

Недостатній рівень освітленості робочих місць призводить до зниження продуктивності праці, підвищення ризику нещасних випадків, розвитку професійних захворювань органів зору та швидкої втомлюваності працівників. У таких умовах стає необхідним застосування штучного освітлення загального, місцевого або комбінованого типу. Залежно від умов експлуатації та функціонального призначення використовують аварійне, евакуаційне, чергове та охоронне освітлення.

Для освітлення виробничого приміщення у даному проєкті обрано світильники прямого світла типу ОДО-2-80, оснащені металевою захисною решіткою та двома люмінесцентними лампами потужністю по 80 Вт кожна (рис. 4.1).

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

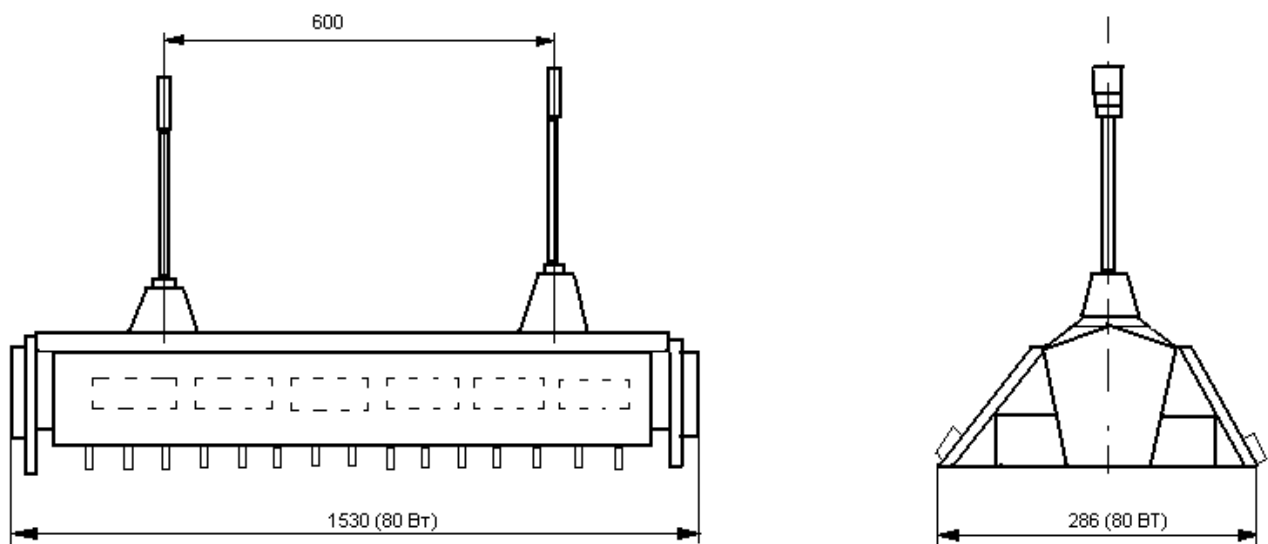


Рисунок 4.1 – Світильники для люмінесцентних ламп типу ОДО

Рівень рівномірності освітлення визначається не абсолютними геометричними розмірами L та h , а їх співвідношенням, тобто величиною L/h . У цьому випадку під L розуміють інтервал між рядами світильників, а h – висоту розміщення світильників над робочою поверхнею.

Висоту звішування світильників прийнято рівною 0,5 м, крок між рядами світильників K становить 3 м, а розрахункова висота підвісу світильників над робочою площиною дорівнює 2,5 м. Відповідно до нормативних і довідкових значень для люмінесцентних джерел світла найбільш раціональним є співвідношення L/h у межах 1,1–1,3.

Прийняті параметри розміщення освітлювальних приладів відповідають рекомендованому діапазону, що забезпечує достатню рівномірність освітлення робочої зони та комфортні умови для виконання виробничих операцій.

Загальне число світильників по ширині:

$$N_{св.ш.} = \frac{B}{K}$$

$$N_{св.ш.} = \frac{6}{3} = 2 \text{ ряди}$$

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Стандартна довжина вибраних світильників 1530мм. Оскільки вони будуть розміщуватися неперервними рядами, то їх приблизна кількість по довжині буде рівною $N_{св.д.} = 5$.

Загальне число світильників визначається:

$$N_{св.заг.} = N_{св.ш.} \cdot N_{св.д.}$$

$$N_{св.заг.} = 2 \cdot 5 = 10$$

Після того, як ми вибрали тип світильників і розмістили їх в приміщенні, лишається визначити потужність ламп, які повинні бути встановлені в світильниках для отримання заданої освітленості.

Зі всіх існуючих способів розрахунку ми використаємо метод коефіцієнта використання. Величину загального світлового потоку всіх, встановлених в світильниках визначаємо за формулою:

$$F = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot z}{\eta}$$

де F – розрахунковий світловий потік всіх ламп, що необхідно встановити в світильниках для отримання необхідної потужності в горизонтальній площині;

E – мінімальна нормована освітленість;

k – коефіцієнт запасу;

S – площа освітлюваного приміщення;

η – коефіцієнт використання світлового потоку;

z – відношення середньої освітленості до мінімальної.

$$F = \frac{50 \cdot 1,5 \cdot 28 \cdot 1,1}{0,45} = 5133 \text{ лм}$$

Оскільки кількість світильників рівна 10, а в кожному світильнику по дві лампи, то світловий потік однієї лампи буде рівний 440 люменів.

Вибираємо лампи потужністю $P=150 \text{ Вт}$, $U=220\text{В}$.

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

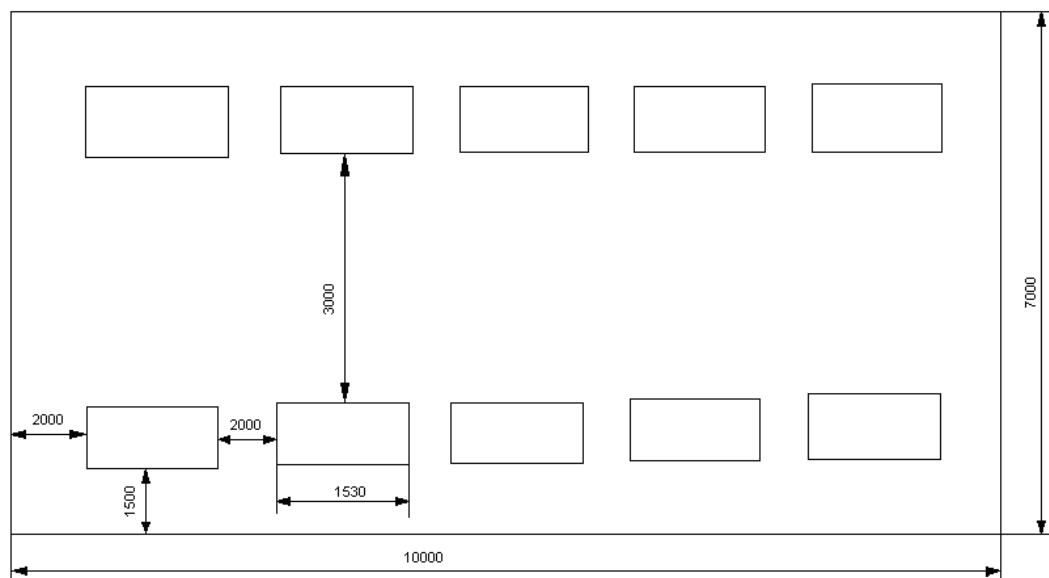


Рисунок 4.2 – Схема розміщення світильників на стелі

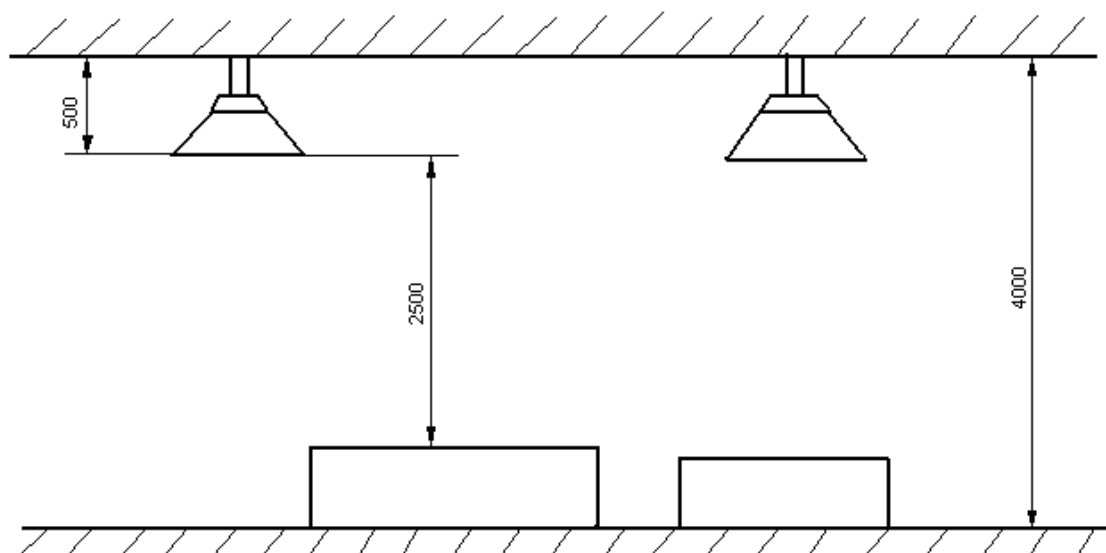


Рисунок 4.3 – Схема розміщення світильників над робочою поверхнею

Отже, розрахунковий світловий потік всіх ламп рівний 5133 люменів, що є задовільним для нормальної роботи працівників.

4.5 Пожежна безпека

Забезпечення пожежної безпеки є складовою загальнодержавної політики, спрямованої на збереження життя і здоров'я населення, захист матеріальних цінностей та охорону навколишнього природного середовища. Відповідно до положень статті 4 Закону України «Про пожежну безпеку»,

органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування на всіх рівнях у межах своїх повноважень забезпечують розроблення та реалізацію організаційних, науково-технічних і профілактичних заходів щодо запобігання пожежам і їх ліквідації, а також підтримання належного рівня пожежної безпеки населених пунктів та об'єктів різного призначення.

Згідно з чинним законодавством України, персональна відповідальність за забезпечення належного протипожежного стану промислового підприємства покладається на його керівника або власника.

Власники підприємств, установ, організацій незалежно від форм власності, а також орендарі зобов'язані виконувати такі основні вимоги у сфері пожежної безпеки:

- розробляти та впроваджувати комплексні заходи, спрямовані на запобігання виникненню пожеж і мінімізацію їх можливих наслідків;
- відповідно до вимог нормативно-правових актів з пожежної безпеки розробляти, затверджувати та підтримувати в актуальному стані інструкції, положення та інші внутрішні нормативні документи, а також здійснювати постійний контроль за їх виконанням;
- забезпечувати дотримання встановлених протипожежних норм, стандартів і правил, виконувати законні вимоги, приписи та постанови органів державного пожежного нагляду;
- організовувати систематичне навчання працівників правилам пожежної безпеки, проводити інструктажі та заходи з пропаганди безпечної поведінки;
- підтримувати у справному стані системи протипожежного захисту й оповіщення, пожежну техніку, обладнання та інвентар, а також не допускати їх використання не за призначенням;
- за необхідності створювати підрозділи пожежної охорони відповідно до встановленого порядку та забезпечувати їх функціонування необхідною матеріально-технічною базою;

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- на вимогу органів державної пожежної охорони надавати достовірну інформацію та документацію щодо стану пожежної безпеки об'єктів і продукції, що виготовляється;
- здійснювати впровадження автоматичних систем виявлення пожежі та установок пожежогасіння відповідно до вимог нормативних документів;
- своєчасно повідомляти підрозділи пожежної охорони про виявлені несправності пожежної техніки, систем протипожежного захисту, водопостачання та інших елементів безпеки;
- проводити службові розслідування причин виникнення пожеж і розробляти заходи щодо недопущення їх повторення.

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У технологічній частині роботи наведено детальну характеристику гречки як об'єкта фасування, здійснено обґрунтований вибір матеріалів для споживчої та транспортної упаковки. Спроековано конструкції споживчої і транспортної тари, визначено оптимальний об'єм пакування та вибрано допоміжні пакувальні засоби. Крім того, виконано розрахунок і розробку ескізів етикеток, схем маркування продукції, а також обґрунтовано умови штабелювання ящиків під час зберігання й транспортування.

У роботі подано загальний вигляд фасувально-пакувального автомата, його пневматичну схему, складальне креслення вузла зварювання поперечного шва пакета та робочі креслення окремих деталей. Проведено аналіз функціонування автомата в процесі експлуатації, за результатами якого встановлено, що найменш надійним елементом конструкції є вузол поперечного зварювання. Це пояснюється тим, що губки цього вузла, окрім основної функції формування зварного шва, одночасно виконують додаткові операції – протягування плівкового рукава та відрізання сформованих пакетів, що підвищує рівень механічного й теплового навантаження.

В експлуатаційній частині роботи розглянуто питання монтажу обладнання, особливості його технічного обслуговування та ремонту, а також умов раціональної експлуатації машини і окремих її вузлів. Наведено загальні розрахунки та описано транспортно-складську систему дільниці, що забезпечує безперервність і ефективність виробничого процесу.

У розділі, присвяченому охороні праці, проаналізовано основні виробничі фактори, заходи із забезпечення безпечних умов праці, питання захисту навколишнього середовища та пожежної безпеки дільниці фасування гречки. Запропоновані рішення спрямовані на зниження виробничих ризиків і підвищення рівня безпеки персоналу.

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гавва О. М. Пакувальне обладнання. Обладнання для обробки транспортних пакетів / О. М. Гавва, А. П. Безпалько, А. І. Волчко. – К. : ІАЦ «Упаковка», 2006. – 96 с.
2. Деталі машин: зб. завдань та прикладів розрахунків / В. О. Малащенко, В. Т. Павлице. Львів : Новий Світ-2000, 2009. 136 с.
3. ДСТУ 7275:2012 Пакети з полімерних та комбінованих матеріалів. Загальні технічні умови. – Чинний від 01.03.2013. – Київ: Мінекономрозвитку, 2013 – 14 с.
4. ДСТУ 4260:2003 Тара і пакування споживчі. Маркування. Загальні вимоги. – Чинний від 01.10.2004. – Київ: Держспоживстандарт України, 2005 – 16 с.
5. ДСТУ 4518–2008 Національний стандарт України . Продукти харчові. Маркування для споживачів. Загальні правила– 3 с. Режим доступу: http://www.gereho.dp.ua/index/info_dstu_4518–2008.html
6. ДСТУ 7697:2015 Крупи гречані. Технічні умови. Чинний з 01.08.2016 – Київ: Держспоживстандарт України, 2016 – 16 с.
7. Підйомно-транспортні машини : підручник / [А. С. Кобець, В. І. Дирда, Ю. Г. Козуб, С. В. Ракша, Ю. М. Овчаренко, А. М. Пугач, І. Є. Рижков, О. А. Черній, І. М. Цаніді ; за ред. : А. С. Кобця, В. І. Дирди] ; М-во освіти і науки України, ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», Дніпропетр. держ. аграр. ун-т. – Луганськ ; Дніпропетровськ : Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2014. – 218 с.- Режим доступу: <http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/598>
8. . Жигулін О. А., Махмудов І. І., Жигуліна Н. О. Підйомно-транспортні машини: Навчальний посібник. Ніжин, 2020. 150 с.
9. Сирохман І. В. Товарознавство пакувальних товарів і тари: підручник [для студ. вищ. навч. закл.] / І. В. Сирохман, В. М. Завгородня. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 616 с.
10. Фасувально-пакувальне обладнання [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ua.all.biz/fasovochno-upakovochnoe-oborudovanie>.

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

11. Фасувально-пакувальне обладнання. Вакуумна упаковка [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.lidia.com.ua>.
12. Вікіпедія: гречка: Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/гречка>
13. Кодра Ю.В. Технологічні машини. Розрахунок та конструювання /Ю.В. Кодра, З.А. Стоцько. – Львів, 2004.
14. Технічні характеристики поліпропілену Режим доступу: <https://granula.at.ua/publ/1-1-0-5>
15. Гандзюк М.П. Основи охорони праці: підручник. 5-е вид. / Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О.; за ред. М.П. Гандзюка. К.: Каравела, 2011. 384 с.
16. Євтушенко О.В., Сірик А.О. Основи охорони праці. Безпека життєдіяльності : понятійно-термінолог. слов. – К. : НУХТ, 2018. – 123 с.
17. Контроль і управління технологічними процесами: навч. посіб. / О. П. Клименко, І. Г. Каюн, А. Р. Шейкус. Дніпро: Вид-во ДВНЗ УДХТУ, 2019. 180 с.

					040.Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		