



Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

«Пакувальне обладнання»

Методичні вказівки

до лабораторних робіт з курсу для студентів спеціальності
7.05050206-“Машини і технології пакування”

Рекомендовано Вченою радою інженерно-хімічного факультету

Київ

НТУУ «КПІ»

2013

«Пакувальне обладнання»

Метод. вказівки до викон. лабораторних робіт з дисципліни «Пакувальне обладнання» , для студ. спец7.05050206 «Машини і технології пакування» / Уклад.:

І.В.Коваленко– К.: НТУУ «КПІ», 2013. -47 с.

*Гриф надано Вченою радою ІХФ
(Протокол № __ від __. __. 2013 р.)*

Навчальне видання

«Пакувальне обладнання»

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт студентів спеціальності – 7.05050206 «Машини і технології пакування»

Авторська редакція

Укладач:

І.В.Коваленко, к.т.н., доц.

Відповідальний редактор

Є.М. Панов, д.т.н., проф.

Рецензент:

А.Р.Степанюк, к.т.н., доц.

1. Дослідження похибки дозування у лінійних вагових дозаторах

Мета роботи - дослідити похибки дозування сипких продуктів в залежності від частоти коливань лотка.

1.1. Основні теоретичні відомості

Вагові дозатори призначені для дозування сипких, штучних і навіть в'язких продуктів.

Дози від декількох грамів до сотень кілограмів, продуктивність від сотень до десятків тон на годину, похибка дозування від 0,1 до 0,5%. З дозаторів дискретної дії найбільш поширені в хімічній промисловості такі, в яких завантажуюча ємність встановлена на силовимірюючих перетворювачах – тензометричних або платформних вагах. Сигнал від перетворювача поступає на блок керування, за допомогою якого автоматично зважується ємність і формується команда для керування пристроями завантажування і вивантаження.

В дозаторах безперервної дії регулюється швидкість потоку матеріалу або площа поперечного перерізу його шару. Дозований матеріал поступає на сило вимірювальний транспортер. Маса матеріалу на стрічці, пропорційна продуктивності дозатора, вимірюється масовимірюючим перетворювачем і порівнюється в регуляторі із сигналом завдання. В результаті подається корегуючий сигнал, що регулює висоту шару матеріалу на стрічці.

Є також вагові лоткові дозатори безперервної дії. Їх відмінність від стрічкових полягає в тому, що сипучий матеріал з живильника подається на нерухомий лоток, закріплений на тензометричному датчику. Переваги такого дозатора в менших габаритних розмірах і у відсутності двигуна в конструкції лоткового вимірювача витрат.

Оцінка динамічної похибки засобів вимірювання в більшості випадків викликає значні труднощі і потребує розробки спеціальних методик. Стосовно

масовимірювачів дозаторів це особливо актуально для крупно дисперсних продуктів і пов'язано з наступним:

- Характер набору маси в дозаторі визначається значною кількістю факторів:
 - нерівномірністю у всіх трьох декартових координатах формування шару продукту, яка просувається до заслінки, що регулює подачу продукту в потерну;
 - різномірністю в масі частинок продукту;
 - швидкістю подачі;
 - співвідношенням прохідних перерізів регулюючої заслінки;
 - співвідношенням часу формування грубої і точної частин дози
- Дійсні значення можна визначити тільки після набору маси, тобто в статичному режимі.

Остання обставина взагалі спотворює ідею точної оцінки динамічних похибок, тому що по закінченні дозування динамічна похибка масовимірювача додається до динамічної похибки лінійного дозування, викликані наявністю інтервалу часу між фіксацією моменту досягання заданої маси і повним перекриттям потоку продукту. Виключенням є визначення динамічної похибки як різниці між досліджуваним і еталонним засобом вимірювання. Однак в динамічному режимі дозування будь-які еталонні засоби малопридатні. Таким чином, експериментально розділити динамічні похибки масовимірювача і дозування неможливо. Аналітичні ж оцінки цих похибок пов'язані не тільки з необхідністю мати модель руху сипкого продукту і його розподілення на носії, але й з необхідністю мати динамічну модель масовимірювача.

1.2. Опис і принцип роботи установки

На рис.1 зображена схема лабораторної установки. Продукт з бункера 2 подається в лоток 6. Його подача регулюється шторкою. Електромагнітний вібратор створює коливання лотка, за рахунок чого продукт просувається по лотку до вивантажувального пристрою 7. Тензометричний датчик 9 подає сигнал про формування дози на блок керування 5. Коли потрібна доза сформована, продукт

вивантажується через воронку 8 у ємність, яка стоїть на підставці пакувального стола 4.

1 – електромагнітний вібратор; 2 – бункер; 3 – шторка; 4 – пакувальний стіл;

5 – блок керування; 6 – лоток; 7 – вивантажувальний пристрій; 8 – воронка; 9 – тензодатчик; 10 – пружина.

Дозатор обладнаний блоком управління «ДИСКРЕТ-43», призначеним для автоматичного дозування сипких продуктів. Блок управління виконаний у якості універсального пристрою з програмним керуванням і автономним живленням. Вимірювальна частина блока управління розрахована на підключення тензOMETричного датчика ваги з номінальним значенням вимірюваної маси 5 кг і робочим коефіцієнтом передачі (РКП) рівним 2 мВ/В. Однак, можна використовувати датчики з діапазоном вимірюваної ваги до 25 кг. Верхня границя вимірювань датчика не повинна бути меншою за сумарне значення маси дозованого продукту і дозуючого ковша. Особливість режиму дозування - це циклічна робота. Протягом одного циклу набираються потрібна маса (доза) і відбувається її розвантаження.

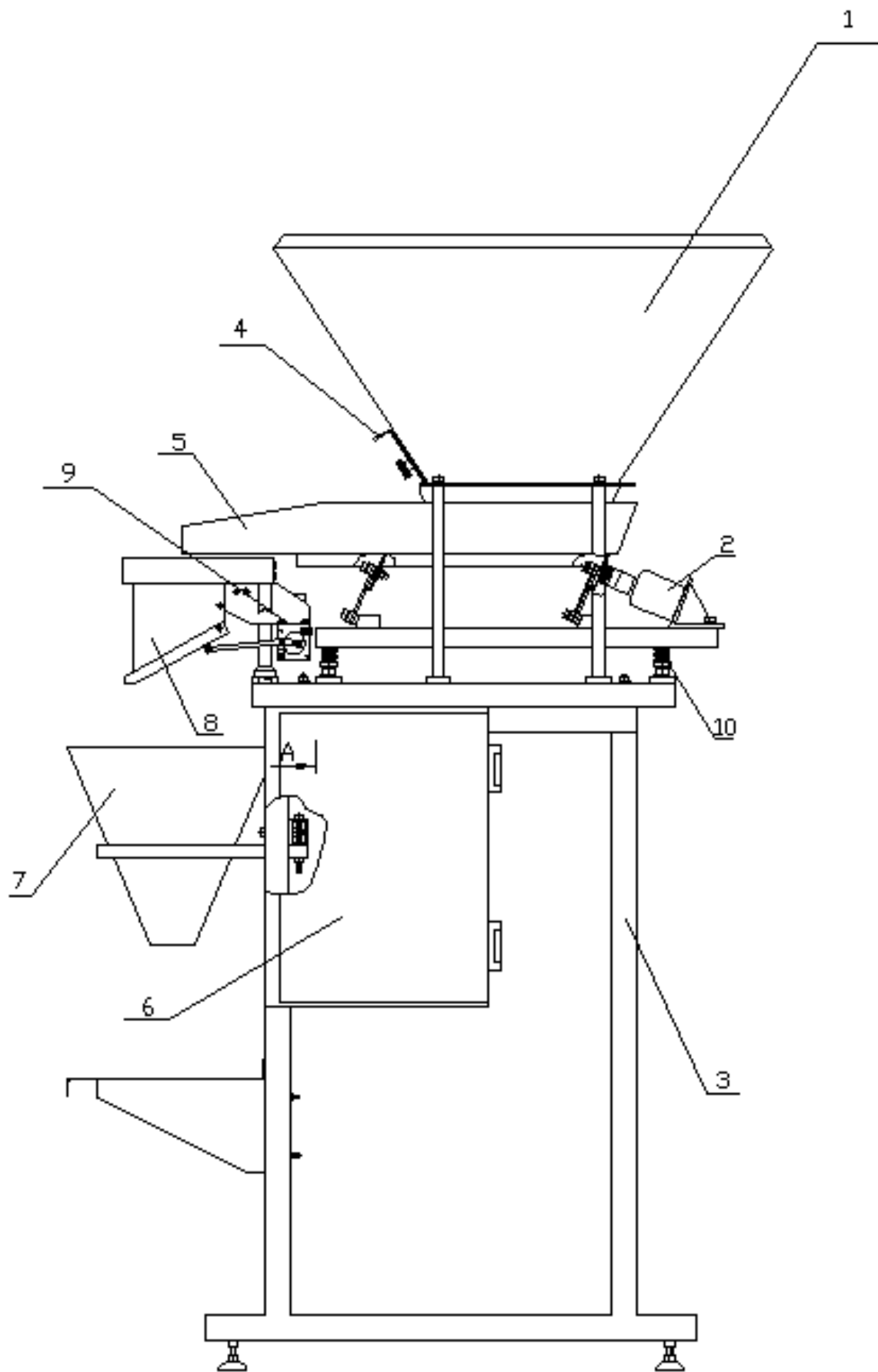


Рис. 1.1. Схема лінійного вагового дозатора

1.3. Порядок проведення дослідів

Підготувати установку до роботи й перевірити справність усіх її вузлів, увімкнути її в мережу. Попередньо віддозовану масу продукту (100 г) дозувати при різній частоті коливань лотка живильника. Масу, отриману після дозування, зважити знову. Записати час, за який дозується продукт. Досліди провести тричі для кожної частоти коливань. Результати вимірювань внести до табл. 1.1

Таблиця 1.1

Номер відліку	Частота коливання лотка, Гц	Маса продукту, кг			Час набору маси		
		m ₁	m ₂	m ₃	t ₁	t ₂	t ₃
1	10						
2	20						
3	30						
4	40						
5	50						

1.4. Обробка результатів дослідів

1. За результатами табл. 1.1 побудувати графік залежності часу дозування від частоти коливань лотка. Для графіка взяти середні значення часу.
2. Розраховувати абсолютну і відносну похибки дозування [1]

$$\sigma(\bar{m}) = \sqrt{\frac{\sum(\bar{m} - m_i)^2}{n * (n - 1)}} \quad (1.1)$$

де (\bar{m}) - середнє значення маси; m_i - значення і-ї дози; n - кількість доз;

$$\delta = \frac{\sigma(\bar{m})}{m} * 100\% \quad (1.2)$$

3. Побудувати графіки залежності абсолютної і відносної похибки від частоти коливання лотка
4. За результатами проведених дослідів зробити висновки яку частоту коливань лотка доцільно використовувати для більш точного формування маси продукту.

1.5. Контрольні запитання

1. Яким чином вибирається тип дозатора?
2. Як можна змінити продуктивність вагового дозатора?
3. Які матеріали дозуються за допомогою вагового дозатора?
4. Назвіть особливості режиму дозування.
5. Назвіть види продуктів, які дозуються цим типом дозатора.
6. За допомогою якої похибки можна вирахувати розбіжність дозування маси?
7. Як впливає частота коливань лотка на похибку формування маси?

1.6. Техніка безпеки при роботі з дозатором

1. Не торкатись рухомих частин машини.
2. Перед включенням дозатора до електроживлення перевірити кріплення деталей , правильність монтажу.
3. Підтримувати постійну наявність матеріалу в завантажувальному бункері
4. Не спиратись на лоток дозуючого живильника.
5. Не перевантажувати живильник масою більше 5 кг.

2. Дослідження залежності продуктивності лінійного вагового дозатора від насипної маси матеріалу

Мета роботи - дослідити залежність продуктивності лінійного вагового дозатора від матеріалу, що дозується.

2.1. Основні теоретичні відомості

При роботі із сипучими продуктами дозатор вибирається залежно від їх гранулометричного складу. За цією ознакою сипучі продукти прийнято ділити на три основні групи:

1. важкосипкі й пилоподібні, з розмірами часток 0,02-0,6 мм (борошно, порошкові суміші, молочний і яєчний порошок, какао, крохмаль, гранульовані продукти);
2. легкосипкі продукти з розмірами часток 0,6-6 мм (рис, горох, пшоно, цукровий пісок);
3. вагові сипучі продукти з розмірам окремих фракцій більше 6 мм (дрібні макаронні вироби, сухі сніданки, горіхи, чіпси).

Для дозування важкосипких пилоподібних продуктів, першої групи, застосовуються шнекові дозатори.

Для дозування продуктів другої групи найбільш часто використовуються об'ємні дозатори, переважно стаканчикові. Також для дозування цих продуктів можна використовувати й вагові дозатори, щоб збільшити точність дозування.

Сипкі продукти третьої групи через неоднакові розміри часток мають змінну об'ємну масу, тому точність об'ємного дозування їх виявляється невисокою. Ці продукти варто дозувати ваговими дозаторами різної конструкції, гарантована точність яких значно вище, ніж об'ємних.

У лінійних вагових дозаторах потік продукту для стабільності розтягується в лінію й подається в ємність, що зважує. Звичайно потік продукту розділяється на два, один із яких утворює грубу дозу, а інший точну.

2.2. Опис і принцип роботи установки

Розглянемо конструктивну схему лінійного вагового дозатора (рис.2.1). Продукт із бункера 1 надходить на вібрлоток 5. Вихід продукту з бункера регулюється заслінкою 4. Процес дозування здійснюється в такий спосіб. Спочатку відкривається заслінка 4 й у ваговимірювальну ємність 8 надходить доза свідомо менше номінальної. Потім відкривається заслінка для потоку досипання. Після досягнення номінальної ваги спрацьовує тензодатчик 9 ваговимірювального пристрою, автоматично відкривається ємність 8, що зважує, і доза продукту надходить у формуючу воронку 7. Найбільш ефективним збудником вібрацій вібрлотка є електромагнітний.

Необхідні коливальні рухи в електромагнітному приводі створюються електромагнітним вібратором 2 безпосередньо без проміжних перетворювачів. У цьому приводі відсутні підшипники й втрати на тертя. Порівняно нескладно здійснюється в електричній схемі зміна амплітуди коливань електромагніта для регулювання продуктивності вібрлотка.

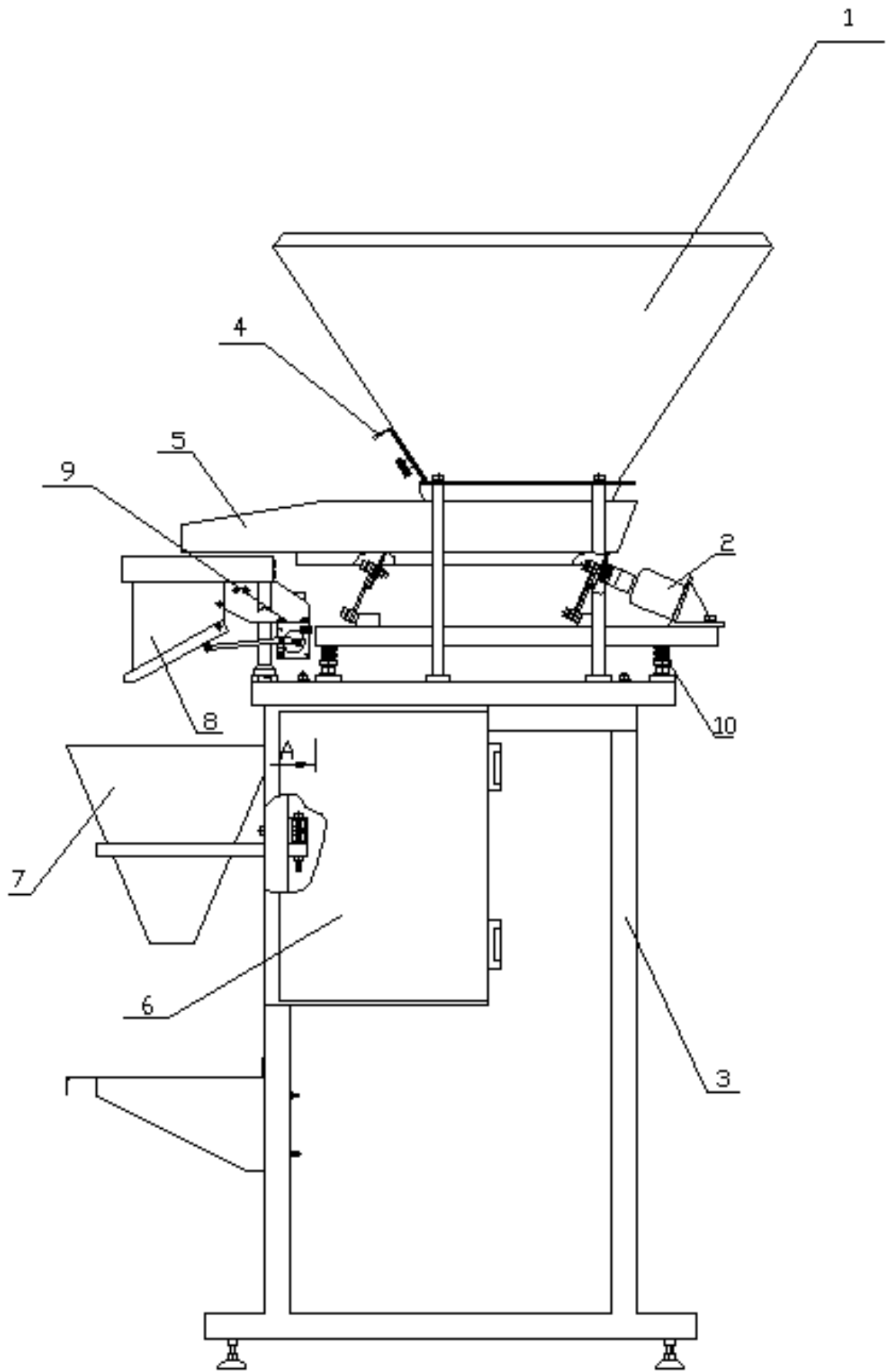


Рис. 2.1. Схема лінійного вагового дозатора

2.3. Порядок проведення дослідів

1. Підготувати установку до роботи й перевірити справність усіх її вузлів, увімкнути її в мережу.
2. Засипати продукт №1 (гречку) в дозувальний бункер. Дозувати продукт 60с. Зважити віддозований продукт. Повторити 3 рази для 3х видів продуктів (продукт №2 – горох, продукт №3 - насіння). Результати зважування записати в табл.2.1.

Таблиця 2.1.

Час дозування,с	Продукт	№ досліду	Маса дози, г
60	Гречка	1	
120		2	
180		3	
60	Горох	1	
120		2	
180		3	
60	Насіння	1	
120		2	
180		3	

2.4. Обробка результатів

1. Вирахувати продуктивність дозатора для кожного матеріалу як відношення маси до часу дозування [2]:

$$P = \frac{m_i}{t_i} \quad (2.1)$$

де m_i – маса матеріалу, г; t_i - відповідний час дозування, с.

2. Порахувати насипну масу для кожного продукту [3]:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2.2)$$

де m – маса матеріалу у зразковому об'ємі, г; V - зразковий об'єм, см³.

3. Побудувати графік залежності маси від часу дозування.
4. За графіком зробити висновки, при якій насипній масі продукту продуктивність найбільша.
5. Визначити за графіком в якого продукту найбільша і найменша швидкість дозування.

2.5. Контрольні запитання

1. Яким чином вибирається тип дозатора?
2. Чому не можна дозувати пилоподібні продукти в лінійному дозаторі вагового типу?
3. Дозатор якого виду найпродуктивніший?
4. Як залежить точність дозування від гранулометричного складу продукту, що дозується?
5. Що таке швидкість дозування?

2.6. Техніка безпеки

1. Не торкатись рухомих частин машини.
2. Перед ввімкненням дозатора до електроживлення перевірити кріплення деталей , правильність монтажу.
3. Підтримувати постійну наявність матеріалу в завантажувальному бункері
4. Не спиратись на лоток дозуючого живильника.
5. Не перевантажувати живильник масою більше 5 кг.

3. Дослідження швидкості дозування сипких продуктів при роботі об'ємного дозатора

Мета роботи – порівняти швидкість насипання при пакуванні різних речовин

3.1. Основні теоретичні відомості

Дозатор — це пристрій, що забезпечує автоматичне дозування певної маси або об'єму різних матеріалів або продуктів. В загальному вигляді дозатор є системою, що складається з: живильника (дозатор); датчика контролю маси; устаткування для подачі матеріалу (стрічкові, гвинтові і ін. види конвеєрів); системи управління витратою матеріалу.

Дозатори відміряють різні матеріали: рідкі, пастоподібні і сипкі. Матеріал, що дозується, вимірюється в одиницях маси (кг) або в одиницях об'єму (м^3). Залежно від цього і визначають тип дозаторів: вагові дозатори (кг) або об'ємні дозатори (м^3). Важливим показником всіх дозаторів є їх продуктивність, яка вимірюється співвідношенням маси (об'єму) до одиниці часу (кг/год або $\text{м}^3/\text{год}$).

Розроблені об'ємні дозатори найрізноманітніших видів: об'ємні дозатори маятникового типу (для гранульованих і легкосипучих продуктів); об'ємні дозатори ротаційного типу (для дрібнодисперсних сипких продуктів); об'ємні дозатори з телескопічними чашками (для гранульованих і легкосипких продуктів) і деякі інші.

До переваг об'ємних дозаторів можна віднести їх простоту, а до недоліків — недостатню, порівняно з ваговими дозаторами, точність.

Продуктивність об'ємного дозатора залежить від виду матеріалу, числа обертів двигуна та величини дози (тобто величини мірного стаканчика)

3.2.Опис і принцип роботи установки

Лабораторна установка становить собою об'ємний дозатор.

Схема дозатора представлена на рис.3.1.

Установка складається з насипного бункера 1, з якого подається матеріал, рухомого диска 2, який має отвір для засипання продукції. До рухомого диска кріпляться дозувальні стаканчики 3. Нерухомого диска 4, який має отвір для

висипання дозованого матеріалу жорстко встановлений на валу 5, який може змінювати відстань між дисками за допомогою важеля з гвинтом 6. Рухоме колесо приводиться в рух за допомогою шайби 9, яка отримує обертання від електродвигуна 7 (MS6324) через редуктор 8. Розподільчий пристрій малого бункера 10 кріпиться на металеву раму. Вмикання дозатора відбувається за допомогою електронного пристрою 11.

Досліджуваними матеріалами в роботі є сипкі продукти з різними номінальними розмірами, такі як: соняшникове насіння, гречка, горох. Частота обертання двигуна n становить 1340 об/хв.

Дозувальний стаканчик має циліндричну форму; основні розміри :

$r = 110$ мм, $h = 90$ мм

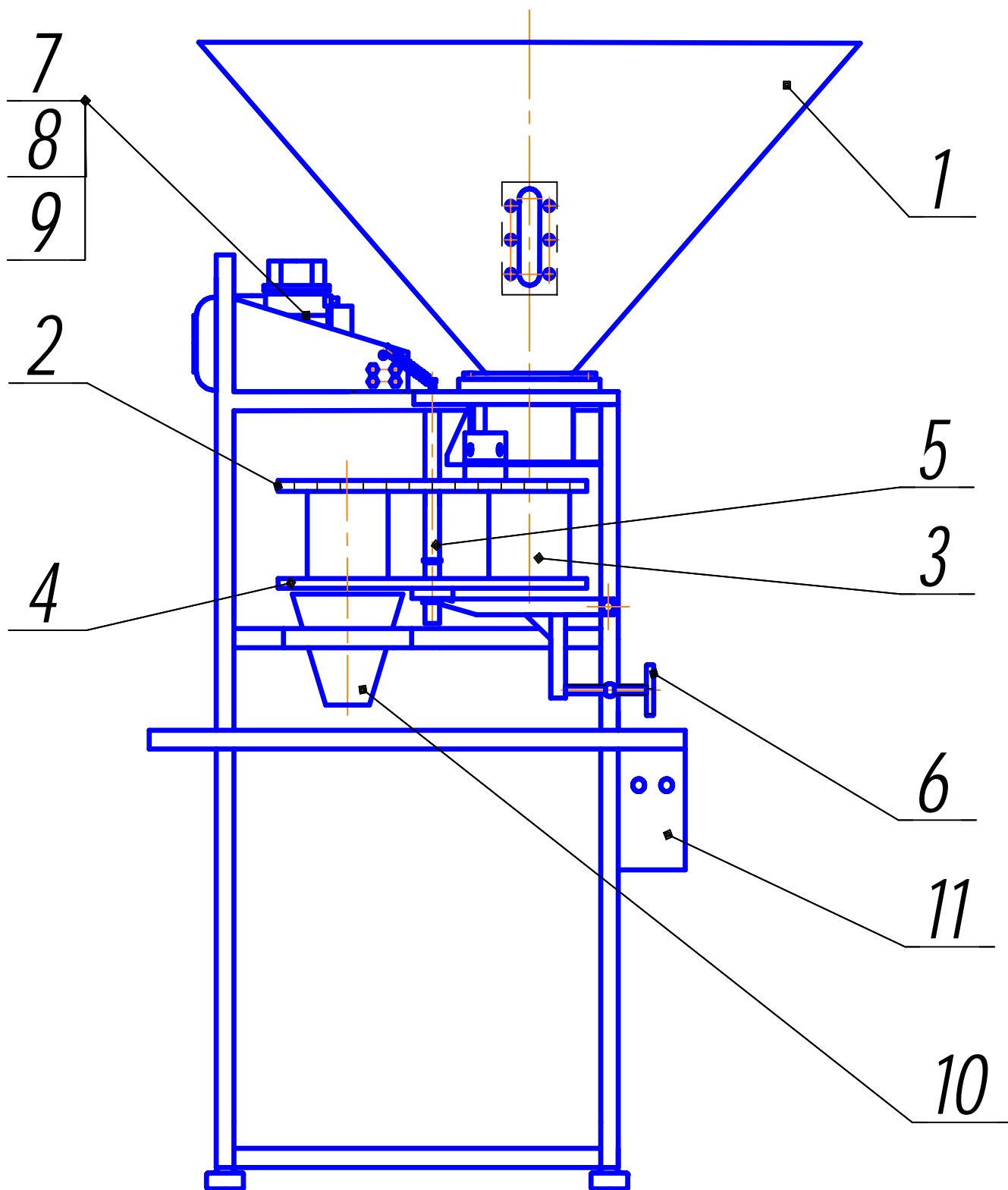


Рис.3.1. Схема об'ємного дозатора

3.3. Порядок проведення дослідів

1. Ознайомитись з технікою безпеки та дослідною установкою.
2. Визначити об'єм дози (тобто об'єм дозувального стаканчика), щоб визначити необхідну кількість матеріалу на один дослід
3. Вставити в насипний бункер 1 диск з отвором посередині діаметром 40мм
4. Завантажити перший матеріал об'ємом, визначеним в п.3 у насипний бункер , проконтролювати за скільки часу висиплеться весь матеріал в стаканчик, дані занести в таблицю 3.1.
5. Завантажити другий матеріал, проконтролювати за скільки часу висиплеться весь матеріал в стаканчик, дані занести в таблицю 3.1.
6. Завантажити третій матеріал, проконтролювати за скільки часу висиплеться весь матеріал в стаканчик, дані занести в таблицю 3.1.
7. Вийняти диск з отвором 40мм і вставити в насипний бункер диск з отвором посередині діаметром 80мм
8. Повторити п.4,5,6 для різних матеріалів
9. Вийняти диск з отвором 80мм таким чином діаметр отвору для насипання буде рівним нижньому діаметру бункера, тобто 120мм.
10. Повторити п.4,5,6 для різних матеріалів.

Таблиця 3.1.

д отвору для насипання, мм	Матеріал, що дозується	Час, с	Швидкість дозування, мм ³ /с
40	Гречка		
	Насіння		
	Горох		
80	Гречка		
	Насіння		
	Горох		
120	Гречка		
	Насіння		
	Горох		

3.4. Обробка результатів

1.Визначити швидкість дозування матеріалу по формулі [4]

$$u_{\text{доз}} = V_{\text{доз}} / \tau, \quad (3.1)$$

де $u_{\text{доз}}$ – швидкість дозування сипкого матеріалу, м³/с; $V_{\text{доз}}$ – об'єм дози, м³ ;
 τ – час висипання дози в стаканчик, с.

2. Побудувати графіки залежності швидкості дозування від діаметру отвору бункера для різних матеріалів.

3. Проаналізувати отримані результати та порівняти їх для різних матеріалів в залежності від діаметра отвору для насипання.

3.5. Контрольні запитання

1. Яким чином вибирається тип дозатора?
2. Як можна змінити продуктивність об'ємного дозатора?
3. Чи можна дозувати вологий матеріал? Чому?
4. Від чого залежить швидкість дозування? Яким чином можна вплинути на неї?

3.6. Техніка безпеки

1. Не торкатись рухомих частин машини.
2. Перед ввімкненням дозатора до електроживлення перевірити кріплення деталей , правильність монтажу.
3. Підтримувати постійну наявність матеріалу в завантажувальному бункері.

4. Дослідження впливу температури зварювання швів на вертикальному напівавтоматі для виготовлення м'яких пакетів

Мета роботи - дослідити вплив температури зварювання різних полімерних плівок різної товщини горизонтальними і вертикальними колодками; виявити найбільш оптимальний варіант.

4.1. Основні теоретичні відомості

Зварювання є основним способом отримання нероз'ємних з'єднань. Зварювання незамінна операція при виробництві упаковки у будь-якій галузі, особливо у харчовій. Для полімерних матеріалів характерні низька теплопровідність і висока теплоємність. Тому зварювання необхідно виконувати лише в інтервалі температур, за яких полімер знаходиться у вязкотекучому стані.

З великої кількості методів зварювання полімерних матеріалів в упаковочному виробництві найбільш розповсюджені: контактнo-теплове, термоімпульсне, ультразвукове, високочастотне, менше - зварювання нагрітим газом.

Контактнo-теплове зварювання є найбільш простим і економічним методом, що характеризується досить високими міцнісними характеристиками з'єднання. Час зварювання постійно нагрітим електродом відповідає часу контакту з матеріалом, що зварюється. Тиск, під час зварювання отримуємо за допомогою сили притискання електрода.

Найбільш розповсюдженими в пакувальній галузі і добре зварюваними при плавленні полімерними матеріалами є поліолефіни – ПЕВГ, ПЕНГ, ПП.

Поліолефінові плівки товщиною до 150 мкм рекомендовано зварювати за схемою з одностороннім підводом теплової енергії, а плівки товщиною понад 150 мкм – з двустороннім підводом теплової енергії, при цьому для плівок товщиною до 150 мкм рекомендована ширина шва знаходиться в межах 2-5 мм, а для плівок понад 150 мкм – в межах 4-6 мм.

4.2.Опис установки

Вертикальний напівавтомат використовується для упаковки і фасування (при встановленні на установці дозатора будь-якого типу) сипких і крупних важкодозуючих матеріалів.

Установка в автоматичному режимі протягує плівку з рулона, що встановлений на рулоноутримувачі 8, через механізм 10 і формує пакет з плоскої плівки за допомогою воротника 7 вздовж тубуса 6 і механізму формування горизонтального шва 4. Відбувається попереднє формування заготовки і форми пакета необхідного розміру. Сформований пакет отримуємо внаслідок запаювання нижнього шва і одночасного відрізання попереднього пакету (або зайвого матеріалу – при формуванні першого пакету) механізмом 5. Дозована продукція потрапляє через тубус 6 у сформований пакет, оператор формує запаяний верх, проставляє дату, і відрізає готовий пакет з продукцією від наступного за допомогою педалі 2. За допомогою кінематичної схеми вузол склеювання кінців пакета 4 і 5 відповідає водночас за відрізання пакету один від одного, формування верху попереднього пакету і низу наступного; також, можливе приєднання вузла формування «європакета» до колодок, що склеюють плівку, яка протягується по тубусу 7 через комір 6, який полегшує вирівнювання плівки і її рівномірне розташування, а також правильне, рівне відрізання пакета, щоб продукція не висипалася з пакета.

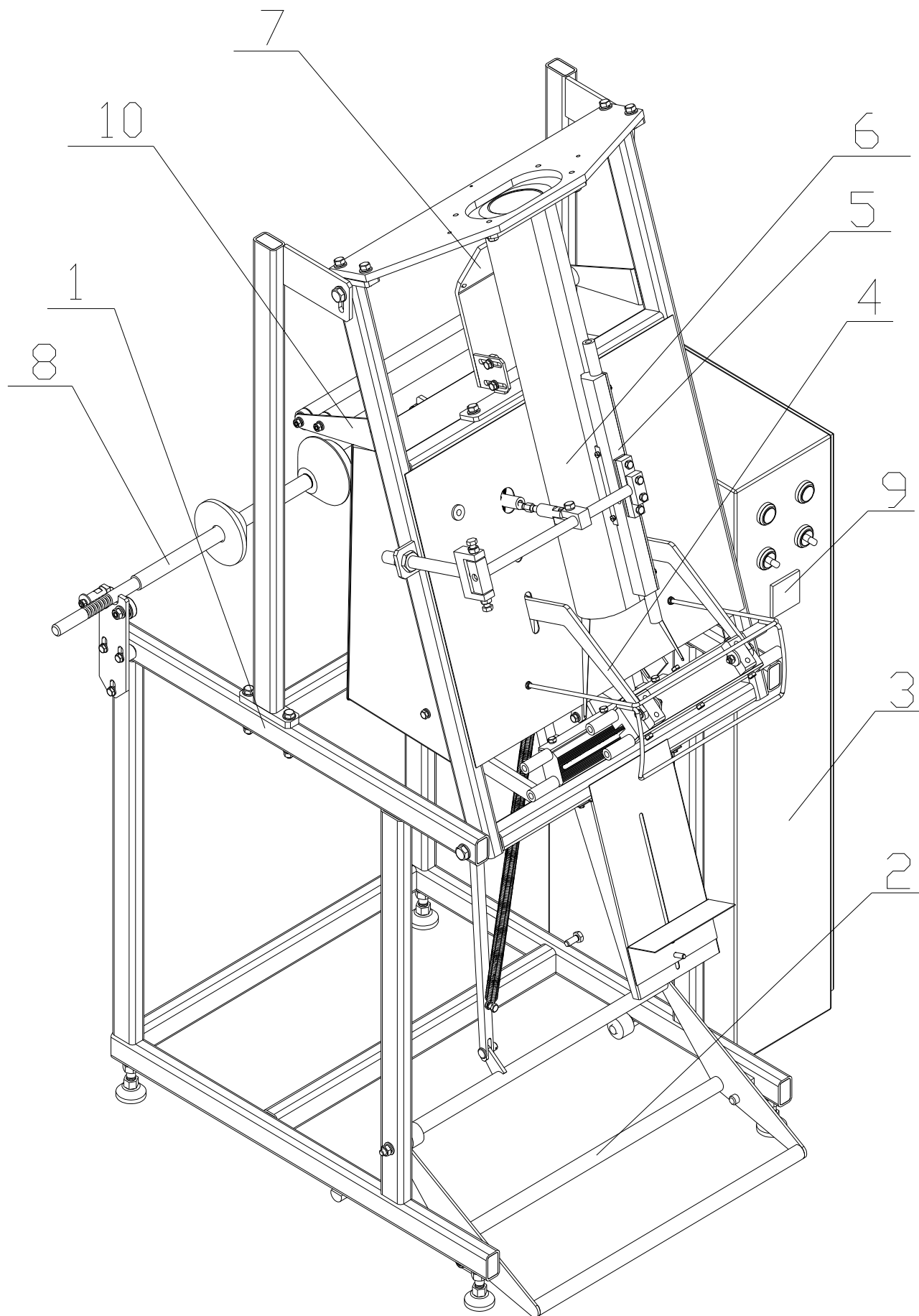


Рис.4.1. Схема вертикального напівавтомату для фасування і упаковки

4.3. Порядок проведення дослідів.

1. Встановити плівку в рулоноутримувач, заправити її в комір.
2. Увімкнути машину в мережу.
3. Встановити початкову температуру, виміряти товщину плівки.
4. Провести дослід для ПЕ, ПС, ПП, встановити рулони відповідного матеріалу послідовно.
5. Результати дослідів занести в таблицю.

Табл.4.1.

	температура, С		Час зварювання, с	дефекти
	повздовжній нагрівач	поперечний нагрівач		
ПП110				
ПП40				
ПЕ100				

4.4. Контрольні запитання.

1. Пояснити принцип утворення пакету.
2. Чому потрібно застосовувати процес зварювання?
3. У якому стані повинні бути полімери для процесу зварювання?
4. Від чого залежить якість з'єднання?
5. Які види зварювання застосовують у пакуванні?

4.5. Техніка безпеки .

1. Використовувати при розбиранні і збиранні тільки справний інструмент і пристрої.
2. Обережно поводити себе з електрикою.
3. Не відкривати електричну шафу при включеній машині без нагальної потреби.
4. Не торкатись нагрівальних елементів машини під час роботи і протягом деякого часу після її виключення.
5. Перевірити працездатність машини спочатку у виключеному стані, при холодних нагрівальних елементах.

5. Дослідження теплових й енергетичних параметрів машини об'ємного пакування

Мета роботи - вивчити конструкцію та принцип роботи машини об'ємного пакування, експериментально дослідити її теплові й енергетичні параметри.

5.1. Основні теоретичні положення

Машини такого типу широко використовуються в харчовій промисловості, кулінарії та у сфері торгівлі від маленьких магазинів до великих харчових виробництв (м'ясо, птиця, риба, сир, овочі). Упаковка відбувається у вакуумні бар'єрні пакети. Для щільного облягання продуктів, надання більш естетичного зовнішнього вигляду упаковці, після вакуумування продукт може підлягати тепловій обробці, в процесі якої відбувається усадження вакуумного пакету в термоусаджувальних танках.

Запайщик лотків (трей-силер) – це пакувальне обладнання, яке запаковує тару – лотки – плівкою шляхом термічної дії на матеріал. Плівка і лотки повинні виконуватися з термозварювальних матеріалів. Для підвищення строків зберігання продуктів використовується технологія вакуум/газ.

Енергетичні витрати на всю операцію визначаємо за формулами [5]:

$$P=t \cdot N, \quad (5.1)$$

$$N=U \cdot I, \quad (5.2)$$

де U – напруга [В], I – сила струму [А], t – час склеювання [с], N – потужність нагрівання [Вт], P – енергетичні витрати [Вт·год].

В лабораторній роботі використовується поліетилен високої густини і низької густини.

5.2. Опис установки

Схему експериментальної установки наведено на рис.5. Установка складається з корпусу верхнього 1, плити формувальної 2, валу 3, валу обмежуючого 4, планки відрізної 5, планки обмежуючої 6, ручки 7, кришки 8, різця 9, корпусу нижнього 10, нагрівача 11, шайби 12.



Рис.5.1.Схема машини об'ємного пакування.

5.3. Порядок проведення дослідів

1. Перед вмиканням машини, перевірити чи немає на ній пошкоджень.
2. Розташувати машину на плоскій поверхні.
3. Під'єднати машину до електромережі 220В, 50Гц.
4. Розташувати рулон з плівкою позаду машини. Вибрати лоток і підставку під нього.
5. Вставити лотки. Розмір лотка повинен відповідати отвору для лотка в матриці. Переконайтесь, що краї лотка сухий та чистий. Натягнути плівку над лотком вручну. Плівка та лоток повинні бути сумісними.
6. Перевірити, що запаюваний шар плівки дотикається з кришкою лотка.
7. Увімкнути машину. Повернути основний вимикач, після чого почне нагріватися зварна панель машини. Процес нагрівання машини фіксується лампочкою. Як тільки температура нагріву досягне заданої величини, лампочка погасне.
8. Закрити кришку, повернути регулятор температури вниз на 90, 100, 120, 180 градусів. Зачекати 2 секунди та, повернувши в протилежну сторону регулятор температури, відкрити кришку. Кришка відкриється самостійно.
9. В залежності від використаних матеріалів (ПП-110, ПП-80, ПЕ-30...) встановлюють необхідну температуру нагріву. Збільшити чи зменшити температуру можливо за допомогою кнопки регулювання.
10. Визначити енергетичні витрати P [Вт*год.] , та N [Вт] машини об'ємного пакування. Визначити дефект зварювання. Значення занести до табл.5.1.
11. Побудувати та проаналізувати графік залежностей $P=f(T)$. Для детального визначення дефекту у лотку зробити отвір. Через цей отвір заповнити лоток водою. По протіканню води визначити дефект зварювання.
12. Зробити висновки по роботі.

Таблиця 5.1.

№	Температура Т, °С	Полімер	Час склеювання t, сек	Енергетичні витрати, Р(Вт*год)	Дефект зварювання	Н нагр, (Вт)
1	90°	Поліетилен високої густини	2			
		Поліетилен низької густини				
2	100°	Поліетилен високої густини	2			
		Поліетилен низької густини				
3	120°	Поліетилен високої густини	2			
		Поліетилен низької густини				
4	180°	Поліетилен високої густини	2			
		Поліетилен низької густини				

5.4.Контрольні запитання

1. Конструкція установки.
2. Як здійснюється процес пакування?
3. При якій температурі та з яким полімером досягається оптимальне зварювання?

5.5. Техніка безпеки.

1. Пакувальна машина використовується тільки для запаювання лотків.
2. Не допускати потрапляння води. Для очищення машини не використовувати розприскувачі високого тиску або парові очищувальні машини.
3. Кабель живлення повинен розміщуватись так, щоб в екстремальній ситуації машину можна було відразу знеструмити.
4. Параметри кабелю живлення повинні співпадати із вказаними технічними даними.
5. Машину не можна використовувати, якщо: пошкоджений кабель живлення; помітні явні пошкодження машини; після падіння.
6. Перед тим, як відкрити машину необхідно витягнути кабель живлення.
7. Знеструмити машину перед очищенням.
8. Не тягнути за шнур при вимкнені машини.
9. При очищенні не використовувати агресивні миючі засоби.

6. Дослідження дозатора в'язких та пастоподібних неабразивних продуктів

Мета роботи: провести дослідження дозування в'язких та пастоподібних неабразивних продуктів, визначити похибки дозування.

6.1 Основні теоретичні положення

До в'язкої продукції умовно можна віднести рідини, що мають значну в'язкість і за відповідних умов можуть її змінювати. До таких продуктів відносять: сметану, майонез, томатну пасту, соуси, згущене молоко, рідке мило та інші продукти та косметичні вироби. Через свої реологічні характеристики в'язка продукція не може достатньо швидко витікати через невеликі отвори під дією сили тяжіння і тиску в верхніх шарів цієї продукції. Тому під час формування дози і фасування в'язкої продукції у споживчу тару потрібно здійснювати примусове переміщення.

Конструктивне виконання дозувальних і фасувальних пристроїв повинно враховувати всі особливості фізико-механічних характеристик в'язкої продукції.

В'язка продукція пакується у різні види і типи споживчої тари: скляні і полімерні банки, пляшки, полімерні пакети, упаковку з комбінованого матеріалу та ін..

Незважаючи на великий асортимент споживчої тари і упаковки, у конструктивних оформлень пристроїв дозування і фасування є подібні рішення.

Широкого застосування знайшли поршневі дозатори. Вони можуть використовуватись для фасування продукції будь - якої в'язкості і за наявності будь - якої системи подачі продукту. Робочим органом в таких дозаторах є поршень, за рахунок якого створюється або розрідження у мірній камері для пришвидшення переміщення продукції із витратного резервуара, або зусилля витискання продукції із мірної ємності.

Поршневий дозатор складається із мірного резервуара(циліндра); поршня із ущільнюючими елементами; привода, який рухає поршень; каналів видачі і подачі продукції.

Поршневі дозатори мають значну кількість переваг:

- Простота конструкції;
- Можливість легко та швидко варіювати величину дози;
- Використання широкої гами приводів;
- Герметичність дозувальної камери.

До недоліків можна віднести:

- зношування ущільнювальних елементів;
- обмеження продуктивності.

6.2. Опис лабораторної установки

Конструкція дозатора представлена на рис.5.1.

Дозатор складається із трьох основних вузлів:

- Гідравлічного насосу із складеним поршнем;
- Елекромеханічного приводу;
- Блоку керування;

- Приймального бункера.

Електро механічний привод дозатора закріплений в зварному каркасі 1 і включає в себе черв'ячний мотор-редуктор 2 і кулісно-важільний механізм 3 поршня з регульованою довжиною його ходу.

Гідравлічний поршневий насос складається з: корпусу 5, циліндра-перехідника 6, штока 7 з поршнем 8 і випускним клапаном 9, робочого циліндра 10, головки 23 з випускним клапаном 17 і зливом 18, бункера 19.

Гідравлічний насос закріплений на корпусі повзуна 4 за допомогою пластини 20 і двох шпильок із спеціальними гайками. Шток поршня 7 гідравлічного насосу закріплений зі штоком приводу 21 за допомогою байонетного механізму 22.

На корпусі 5 встановлений конічний бункер 19. Спеціальна конструкція поршня 8 забезпечує його двостороннє ущільнення. Ущільнення штока 7, а також циліндра 10 відносно корпусу 5 і головки 16 виконано за допомогою манжети 26 і кілець круглого перерізу.

Об'єм дози залежить від ходу поршня, регулювання якого здійснюється ходовим гвинтом 11 обертаючи рукоятку 13 і встановлюється експериментально. Рукоятка 14 слугує для фіксації каретки ходового гвинта після наладки дозатора на номінальну дозу.

Конструкція насосної частини дозатора легка для миття, чистки, і при необхідності, стерилізації. Спосіб подачі дозуючого продукту – всмоктування із бункера, встановленого на дозуючій головці.

Блок керування розміщений у герметичному боксі і вбудований у бічну стінку дозатора. Ритм дозування висвічується на цифровому індикаторі і встановлюється обертанням регулятора у потрібну сторону.

Регулювання дози і ритму дозування – плавне, без зупинки .

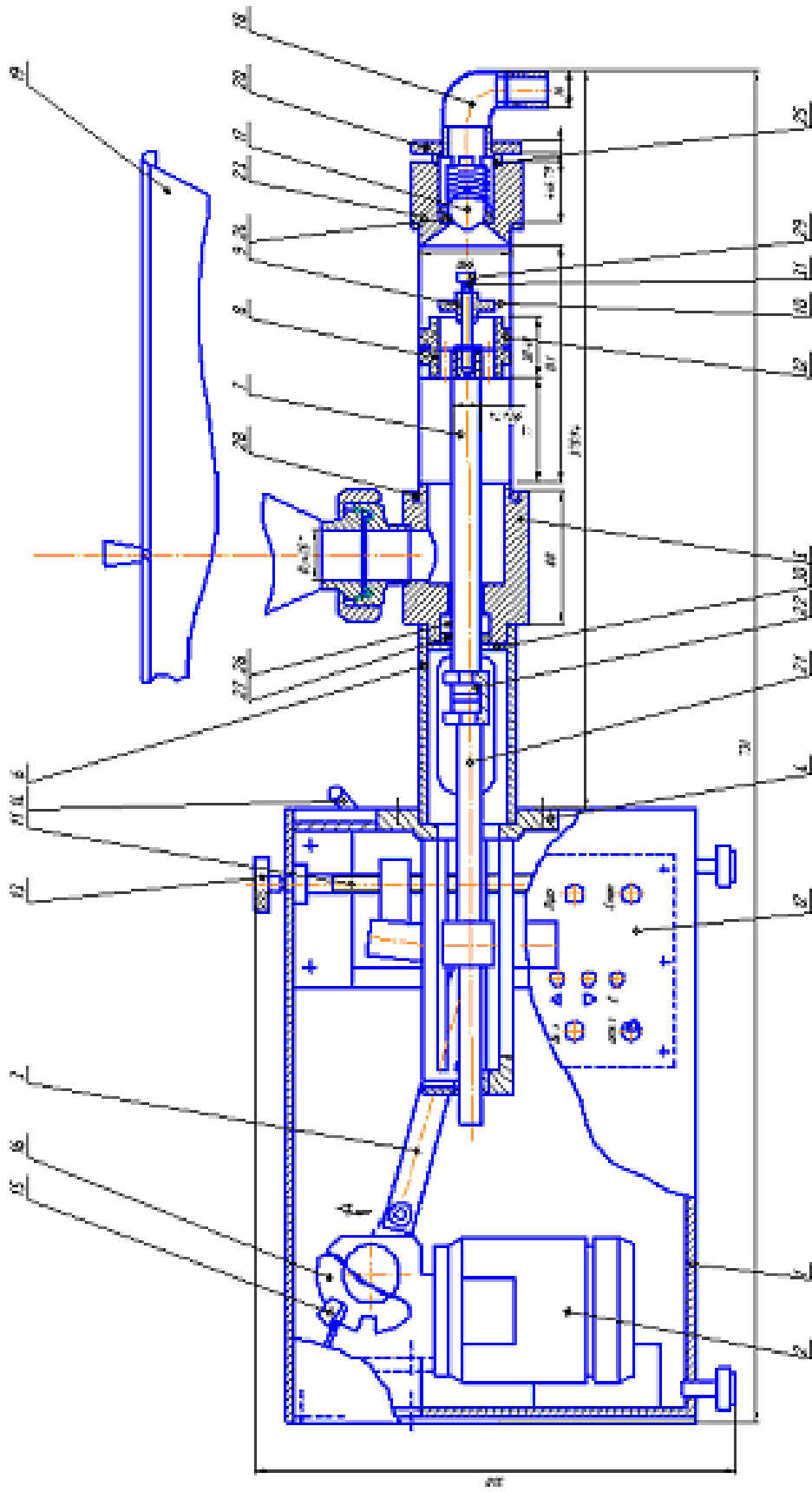


Рис. 5.1.1. Схема дозатора в'язких продуктів

6.3 Порядок проведення дослідів.

При дозуванні дуже в'язких продуктів необхідно зменшувати швидкість всасування, для забезпечення повного заповнення об'єму насосу. Для цього необхідно:

1. Налаштувати дозатор на необхідну номінальну масу дози : обертаючи рукоятку зміни дози в необхідному напрямку і вимірюючи знайдені дози, знайти необхідну номінальну дозу; зафіксувати механізм ходу поршня поворотом рукоятки 14.
2. Провести контрольну перевірку дозатора на необхідну номінальну масу дози: зробити 3 послідовних дози.
3. Для кожної дози зробити три заміри маси.
4. Зробити експерименти на чотирьох швидкостях робочого органу для кожної дози.
5. Для кожної дози зробити дозування десяти послідовних доз.
6. Результати занести до таблиці 6.1.

Таблиця 6.1

№ Досліду	Швидкість робочого органу (к-сть доз), хв	Маса 3-х доз, г	Середня маса дози $\overline{M}_{\text{доз}}$, г	Маса 10-ти доз, г	Середня маса дози \overline{M} , г	Абсолютна похибка дозування σ , г	Середня продуктивність дозатора \overline{P} , г/с	Час дозування 10-ти доз, с	С
1	20								
2									
3									
4	30								
5									
6									
7	40								
8									
9									
10	50								
11									
12									

6.4 Обробка результатів дослідів.

1. Визначити середню масу дози з десяти замірів за формулою [6]:

$$\overline{M}_{\text{доз}} = \frac{\sum_{i=1}^{10} m_i}{10}. \quad (6.1)$$

2. Визначити середнє арифметичне значення маси 10 послідовних доз за формулою:

$$\bar{M} = \frac{\sum_{i=1}^{10} m_i}{10}. \quad (6.2)$$

3. Розрахувати абсолютну похибку дозування за формулою [1]:

$$s(\bar{M}) = \sqrt{\frac{\sum (\bar{M} - \bar{M}_{\text{доз}})^2}{n(n-1)}}, \text{ Г} \quad (6.3)$$

4. Розрахувати продуктивність дозатора за формулою [7]:

$$\bar{\Pi} = \frac{\bar{M}}{\bar{t}} \text{ Г/с} \quad (6.4)$$

де \bar{t} – середній час дозування, с.

5. Розраховані величини занести до табл. 6.1.

6. Побудувати графіки залежності: $\bar{\Pi} = f(V_{\text{роб}})$; $\bar{\Pi} = f(\bar{M}_{\text{доз}})$; $\sigma(\bar{M}) = f(V_{\text{роб}})$;

6.5 Контрольні запитання

1. Сутність процесу дозування.
2. Основні вузли дозатора для дозування в'язких та пастоподібних неабразивних продуктів.
3. Як визначається похибка дозування.
4. Які величини впливають на процес дозування.

6.5 Техніка безпеки

1. При установці дозатора забезпечити його надійне заземлення відповідно до Правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок».
2. При роботі на дозаторі дотримуватись наступних правил безпеки:
 - відключити дозатор від мережі електропостачання перед технічним обслуговуванням і ремонтом;
 - при виникненні несправності, негайно вимкнути дозатор від електромережі і викликати фахівця з ремонту.
3. Категорично забороняється працювати на дозаторі при несправному стані заземлювальної шини.

7. Дослідження термоусаджування плівки на термоусаджувальному напівавтоматі

Мета роботи - вивчити термоусаджувальну плівку; визначити вплив температури і часу перебування матеріалу в камері на степінь усадки.

7.1 Основні теоретичні відомості

Термоусаджувальними плівками називаються полімерні плівки, здатні скорочуватися під дією температури, яка перевищує температуру розм'якшення полімера. Отримують такі плівки розтягом полімера. Наслідком цього являється направлена орієнтація молекулярних ланцюгів полімера і виникнення в них напружень. При наступному охолодженні і затвердінні ці деформації і напруження фіксуються в матеріалі в результаті протікання процесів стіклування і кристалізації. При повторному нагріванні в таких плівках протікають релаксаційні процеси і вони прагнуть повернутися до своїх початкових розмірів. Цю властивість зворотнього повернення називають «пам'яттю полімера» або термоусаджуванням.

Термоусаджувальні плівки можуть бути виготовлені з багатьох термопластів що кристалізується, в тому числі з поліетилену низької і високої густини, поліпропілену, сополімерів етилена з вінілацетатом, полівінілхлориду, сополімерів вінілхлориду, полістиролу, гідрохлориду полізопрена.

В залежності від степені усаджування в поздовжньому і поперечному напрямках розрізняють плівки односно-орієнтовані і двоосно-орієнтовані. Односно-орієнтовані плівки усаджуються переважно в одному напрямку: наприклад, в поздовжньому на 50-70%, а в поперечному на 10-20%. Двоосно-орієнтовані плівки усаджуються в обох напрямках, з однаковою або різною степінню усаджування: наприклад, в поздовжньому напрямку на 50-60%, а в поперечному – на 35-45%. Степінь усаджування визначають за формулою [8]:

$$K_{yc} = ((L_0 - L) / L_0) * 100\%, \quad (7.1)$$

де L_0 - довжина зразка до усаджування; L – довжина зразка після усаджування.

Залежно від методу виробництва і потреб споживача термоусаджувальні плівки випускають товщиною від 20 до 250 мкм з граничним відхиленням по товщині не

більше + 20% від заданої. Для упаковки одиничних виробів невеликої маси використовують плівки товщиною 20-50 мкм., для групової упаковки вибирають плівку товщиною 50-100 мкм., для пакування на піддонах плівку товщиною 100-250 мкм.

7.2 Опис установки

На рис. 7.2 зображений термоусадковий напівавтомат Maripack 4500 призначений для упаковки хлібобулочних і кондитерських виробів, поліграфічної продукції, книг, канцелярських товарів, косметичної продукції та ін. в термоусаджувальну плівку в напівавтоматичному режимі.

Установка складається з блоку управління 1, механізму пересування стола 2, механізму натягу плівки 3, кришки робочої камери 4, електромагніту 5, стола 8, корпусу 9. Машина встановлена на ножках 7 і колесах для пересування 6. Плівку закріплюють за допомогою механізму 11.

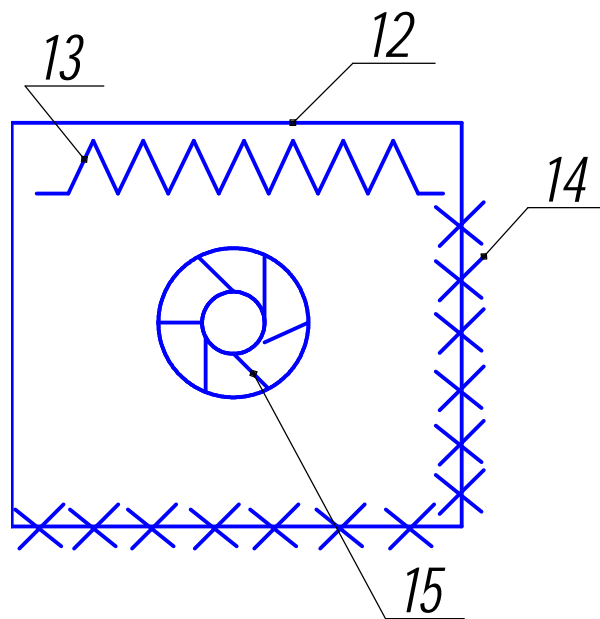


Рис 7.1

На рис 7.1. зображено схему усаджувальної камери яка складається з корпусу 12. За допомогою електротена 13 нагрівається повітря в камері і розноситься вентилятором 15. Після усаджування плівку обрізають ножом 14.

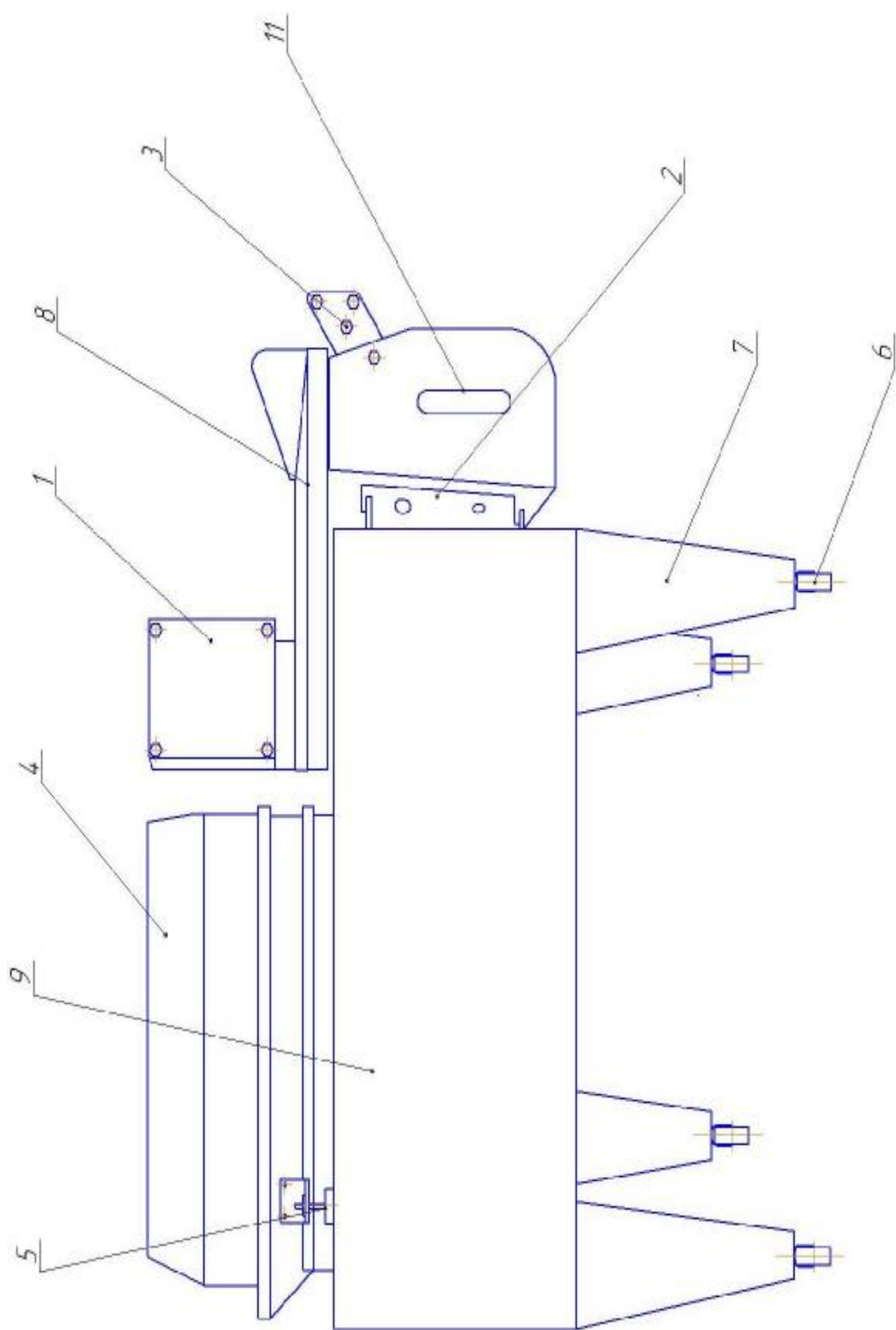


Рис. 7.2. Схема термоусаджувального автомату

7.3 Порядок проведення дослідів

Перевіривши правильність включення установки, а також справність усіх вузлів включити машину. Встановити за допомогою блоку управління потрібну температуру усаджування і час перебування зразка в камері усаджування. Виконати дослід для кожного матеріалу і режиму усаджування по три рази. Результат вимірювань занести до таблиць 7.1 і 7.2

7.4 Обробка результатів

За даними вимірювань розрахувати степінь усаджування по формулі (1.7)
Результати обробки занести до таблиць 7.1 і 7.2

Таблиця 7.1

Матеріал	τ , с	L_0 , мм	L , мм	$K_{ус}$, %

Таблиця 7.2

Матеріал	τ , с	L_0 , мм	L , мм	$K_{ус}$, %

За даними розрахунків побудувати графіки залежності степені усаджування від температури усаджування, і від часу перебування в усаджувальній камері.

$$K_{yc}=f(t_{yc}), K_{yc}=f(\tau).$$

7.5. Контрольні запитання

1. Описати основні особливості термоусаджувальних плівок.
2. Що таке термоусаджувальна плівка?
3. З яких матеріалів виготовляють термоусаджувальні плівки?
4. Де застосовують термоусаджувальні плівки?

7.6 Техніка безпеки

1. До обслуговування і управління установкою допускаються особи, які пройшли відповідний інструктаж по техніці безпеки на робочому місці, які усвоїли безпечні прийоми і методи роботи на установці.
2. Для забезпечення безпеки при роботі з установкою необхідно перед початком роботи оглянути установку, видалити сторонні предмети з установки.
3. Забороняється виконувати заміну комплектуючих на працюючій установці.
4. Забороняється продовжувати роботу установки при виявленні несправностей.
5. Не допускаються залишати установку у ввімкненому стані без нагляду.
6. Не дозволяється брати руками нагріті ТЕНи, ножі для обрізання плівки.
7. Забороняється нажимати кінцевий вмикач на ввімкненій машині.
8. Забороняється залишати кришку в закритому положенні в процесі нагрівання – охолодження ТЕНа, а також в процесі роботи на час, який перевищує 10 с.
9. Забороняється упаковувати легкозаймисті і вибухонебезпечні вироби.
10. Обов'язково встановлювати в термокамері тільки рекомендовану температуру для плівок що використовуються.

8. Дослідження термоусаджування плівки на зразках в термоусаджувальному напівавтоматі

Мета роботи - вивчити термоусаджувальну плівку; визначити вплив температури і часу перебування матеріалу в камері на степінь усаджування.

8.1 Основні теоретичні відомості

Термоусадочними плівками називаються полімерні плівки, здатні скорочуватися під дією температури, яка перевищує температуру розм'якшення полімера.

Отримують такі плівки розтягом полімера. Наслідком цього являється направлена орієнтація молекулярних ланцюгів полімера і виникнення в них напружень. При наступному охолодженні і затвердінні ці деформації і напруження фіксуються в матеріалі в результаті протікання процесів стіклування і кристалізації. При повторному нагріванні в таких плівках протікають релаксаційні процеси і вони прагнуть повернутися до своїх початкових розмірів. Цю властивість зворотнього повернення називають «пам'яттю полімера» або термоусаджуванням.

Термоусаджувальні плівки можуть бути виготовлені з багатьох термопластів що кристалізується, в тому числі з поліетилену низької і високої густини, поліпропілену, сополімерів етилена з вінілацетатом, полівінілхлориду, сополімерів вінілхлориду, полістиролу, гідрохлориду полізопрена.

В залежності від степені усаджування в поздовжньому і поперечному напрямках розрізняють плівки односно-орієнтовані і двоосно-орієнтовані. Односно-орієнтовані плівки усаджуються переважно в одному напрямку: наприклад, в поздовжньому на 50-70%, а в поперечному на 10-20%. Двоосно-орієнтовані плівки усаджуються в обох напрямках, з однаковою або різною степінню усаджування: наприклад, в поздовжньому напрямку на 50-60%, а в поперечному – на 35-45%. Степінь усаджування визначається за формулою [8]:

$$K_{yc} = ((L_0 - L) / L_0) * 100\%, \quad (8.1)$$

де L_0 - довжина зразка до усаджування; L – довжина зразка після усаджування.

Залежно від методу виробництва і потреб споживача термоусаджувальні плівки випускають товщиною від 20 до 250 мкм з граничним відхиленням по товщині не більше + 20% від заданої. Для упаковки одиничних виробів невеликої маси

використовують плівки товщиною 20-50 мкм., для групової упаковки вибирають плівка товщиною 50-100 мкм., для пакування на піддонах плівку товщиною 100-250 мкм.

8.2 Опис установки

На рис. 8.2 зображений термоусаджувальний напівавтомат Maripack 4500 призначений для упаковки хлібобулочних і кондитерських виробів, поліграфічної продукції, книг, канцелярських товарів, косметичної продукції та ін. в термоусаджувальну плівку в напівавтоматичному режимі.

Установка складається з блоку управління 1, механізму пересування стола 2, механізму натягу плівки 3, кришки робочої камери 4, електромагніту 5, стола 8, корпусу 9. Машина встановлена на ножках 7 і колесах для пересування 6. Плівка закріплюють за допомогою механізму 11.

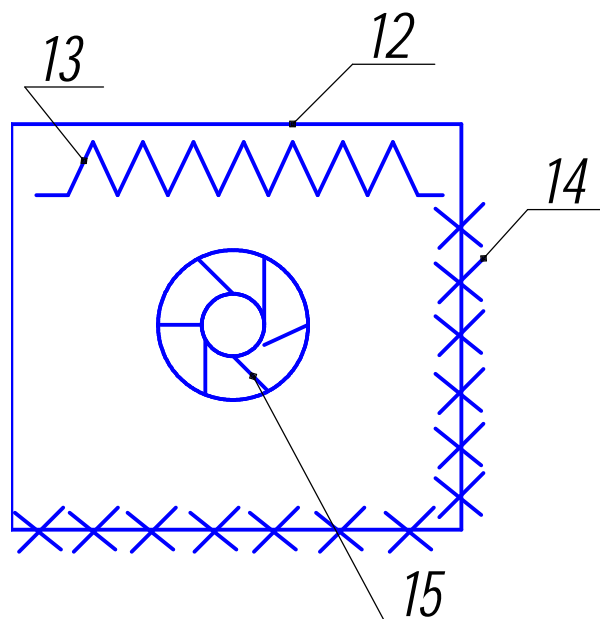


Рис 8.1

На рис 8.1. зображено схему усаджувальної камери яка складається з корпусу 12. За допомогою електротена 13 нагрівається повітря в камері і розноситься вентилятором 15. Після усадження плівку обрізають ножом 14.

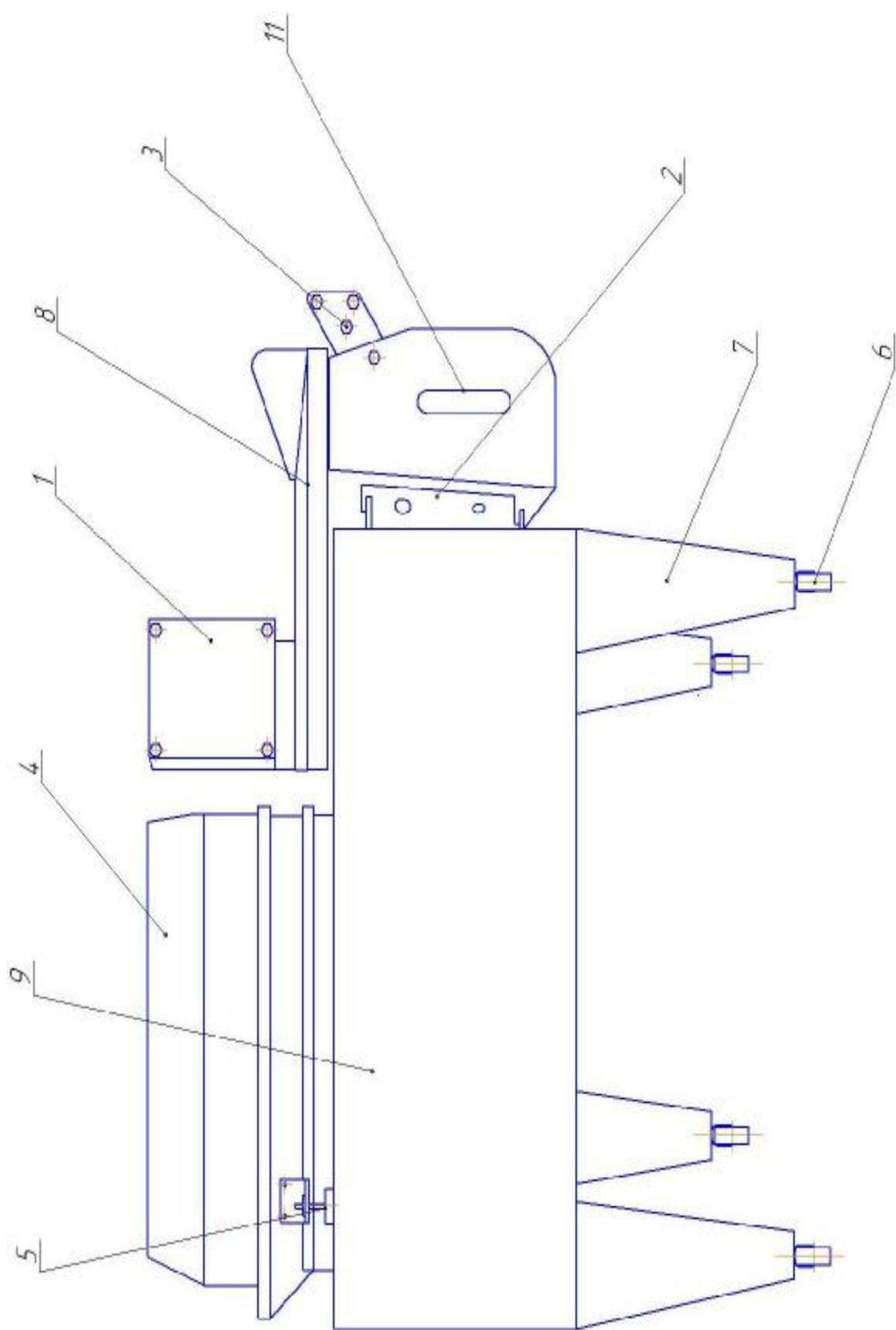


Рис. 8.2.2. Схема термоусаджувального автомату

8.3 Порядок проведення дослідів

1. Підготувати дослідні зразки
2. Визначити тип та габаритні розміри зразків, занести до відповідних граф табл. 8.2
3. Підготувати досліджуванні плівки. Записати їх тип та оптимальні температури при термоусадці, данні занести до табл. 8.2
4. Виміряти периметр зразків у повздовжньому та поперечному напрямках, занести до відповідних граф табл. 8.2
5. До кожного з отриманих розмірів додати припуск на термоусадження, отримати експериментальні розміри зразка плівки, данні занести до відповідних граф табл. 8.1
6. Перевірити правильність включення установки, а також справність усіх вузлів
7. Включити машину.
8. Встановити за допомогою блоку управління потрібну температуру термоусаджування і час перебування зразка в камері термоусаджування.
9. Зразок загорнути у плівку та провести термоусадження. Операцію провести для кожного зразка, загортаючи у різні типи плівки.
- 10.Зробити висновки, щодо якості пакування, дані занести до табл.8.2 .

8.5. Контрольні запитання

1. Описати основні особливості термоусаджувальних плівок.
2. Що таке термоусаджувальна плівка?
3. З яких матеріалів виготовляють термоусаджувальні плівки?
4. Де застосовують термоусаджувальні плівки?

8.6 Техніка безпеки

1. До обслуговування і управління установкою допускаються особи, які пройшли відповідний інструктаж по техніці безпеки на робочому місці, які усвоїли безпечні прийоми і методи роботи на установці.
2. Для забезпечення безпеки при роботі з установкою необхідно перед початком роботи оглянути установку, видалити сторонні предмети з установки.
3. Забороняється виконувати заміну комплектуючих на працюючій установці.
4. Забороняється продовжувати роботу установки при виявленні несправностей.
5. Не допускаються залишати установку у ввімкненому стані без нагляду.
6. Не дозволяється брати руками нагріті ТЕНи, ножі для обрізання плівки.
7. Забороняється нажимати кінцевий вмикач на ввімкненій машині.
8. Забороняється залишати кришку в закритому положенні в процесі нагрівання – охолодження ТЕНа, а також в процесі роботи на час який перевищує 10 с.
9. Забороняється упаковувати легкозаймисті і вибухонебезпечні вироби.
10. Обов'язково встановлювати в термокамері тільки рекомендовану температуру для плівок, що використовуються.

Зміст

- 1 Дослідження похибки дозування у лінійних вагових дозаторах
- 2 Дослідження залежності продуктивності лінійного вагового дозатора від насипної маси матеріалу
- 3 Дослідження впливу температури зварювання швів на вертикальному напівавтоматі для виготовлення м'яких пакетів.
- 4 Дослідження швидкості дозування сипких продуктів при роботі об'ємного дозатора
- 5 Дослідження теплових й енергетичних параметрів машини об'ємного пакування.
- 6 Дослідження дозатора для в'язких та пастоподібних неабразивних продуктів
- 7 Дослідження термоусаджувальної плівки на термоусаджувальному напівавтоматі
- 8 Дослідження термоусаджувальної плівки на термоусаджувальному напівавтоматі
- 9 Список використаної літератури

9. Список використаної літератури

1. Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І., Кохан О.О. Пакувальне обладнання; Підручник –К.: ІАЦ « Упаковка “.2010.-744 с.: іл.
2. Коваленко І.В., Малиновський В.В. Основні процеси, машини та апарати хімічних виробництв: Підручник –К.: Інрес : Воля, 2006.-264 с.: іл.
3. Лощинский А.А., Толчинский Л.Р. Основы конструирования и расчёта химической аппаратуры.-Л.: Машиностроение, 1970.-752 с.
4. Сиденко П.М. Измельчение в химической промышленности. –М.: Химия, 1977.-368 с.
5. Завгородний В.К. Оборудование для переработки пластмасс. –М.: Машиностроение, 1976. – 408 с.
6. Машини и аппараты химических производств / Под ред. И.И. Чернобыльского. – М.: Машиностроение, 1975. -454 с.
7. Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. Обладнання для пакування продукції у споживчу тару. –К.: ІАЦ « Упаковка “.2008.-436 с.
8. Мак-Келви Д.М. Переработка полимеров. –М.: Химия, 1965. – 444 с.

Навчальне видання

Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Пакувальне обладнання» для студентів спеціальності 7.05050206 – «Машини і технології пакування»

Укладач: Коваленко Ігор Валентинович, канд. техн. наук, доцент.

Гарнітура Times New Roman.

Спосіб друку

Ум. друк. арк.

Обл. – вид. арк.

НТУУ «КПІ»

03056, м. Київ, пр. Перемоги, 37.

корп. 19, оф. 217-19

тел. (044) 454-90-24

e-mail: ivkov_pak@ukr.net