

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Інститут** \_\_\_\_\_ **ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого**  
**Кафедра** \_\_\_\_\_ **мехатроніки та пакувальної техніки**

«До захисту в ЕК»  
Директор інституту(декан факультету)  
\_\_\_\_\_  
(підпис) Блаженко С.І.  
(прізвище та ініціали)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_  
(підпис) Соколенко А.І.  
(прізвище та ініціали)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності \_\_\_\_\_ 131 Прикладна механіка  
(код та назва спеціальності)  
освітньо-професійної програми \_\_\_\_\_ машини і технології пакування

на тему: Удосконалення дозувального функціонального модуля пакувальної машини ІН-11 продуктивністю 30 уп./хв.

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ПМ-4-8ск

\_\_\_\_\_  
Стрельченко Віктор Андрійович  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) \_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник Кривопляс-Володіна Людмила Олександрівна  
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) \_\_\_\_\_ (підпис)

Консультанти \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_ (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній роботі немає запозичень із праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ - 2020 р.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого  
Кафедра мехатроніки та пакувальної техніки  
Освітній ступінь бакалавр  
Спеціальність 131 Прикладна механіка  
(код і назва)  
Освітньо-професійна програма машини і технології пакування  
(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри МПТ

Соколенко А.І.

“8” 04 2020 року

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Стрельченко Віктор Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення дозувального функціонального модуля пакувальної машини ІН-11 продуктивністю 30 уп./хв.

керівник роботи доц. Кривопляс-Володіна Людмила Олександрівна,  
( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом закладу вищої освіти від “08” 04 2020 року №260-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 29.05.2020 р.

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

Продуктивність машини - 60 уп/с

Вид упаковки - Подушка

Вид пакувального матеріалу – Полімерна плівка

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)  
Анотація. Вступ. Огляд існуючих конструкцій та опис власної пропозиції.  
Розрахунок основних параметрів і конструктивних елементів. Розробка  
технологічного процесу та розрахунки технологічних операцій виготовлення  
ключової деталі вузла машини. Наукова частина. Монтаж, експлуатація,  
діагностика, охорона праці. Висновки. Список використаної літератури.  
Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу

Лист 1 - Складальне креслення

Лист 2 - Складальне креслення

Лист 3 - Загальний вигляд бункера-живильника

Лист 4 - Загальний вигляд дозатора

Лист 5 - Загальний вигляд механізму протягування плівки

Лист 6 - Загальний вигляд запірно-регулюючого механізму

Лист 7 – Графічне зображення техпроцесу



## Зміст:

	Стр.
Анотація	6
Вступ	7
1.Огляд існуючих конструкцій та опис власної пропозиції	8
1.1. Фізико-механічні та хіміко-біологічні характеристики продукту дозування	8
1.2 Загальна характеристика конструкцій дозаторів для в'язких молочних продуктів	12
1.2.1 Насос-дозатор для в'язких молочних продуктів	12
1.2.2. Загальна характеристика об'ємного поршневого дозатора	14
1.2.3. Загальна характеристика дозатору мембранно-поршневого типу з вертикальною віссю переміщення поршнів	15
1.2.4. Загальна характеристика сифонного дозатору	17
1.2.5. Загальна характеристика насоса – дозатору	19
1.3. Опис власної пропозиції на базі аналізу переваг та недоліків існуючих конструкцій	20
1.4. Огляд машин для дозування в'язкої продукції	22
1.4.1. Фасувально-пакувальний автомат для рідких видів продукції в пакет VSP-2	22
1.4.2. Фасувально-пакувальний автомат для рідких із пастоподібних продуктів	23
1.4.3. Пакувальний автомат SBi-150F для упаковки молока і молочних продуктів	25
1.4.4. Автомат молокорозливний - МП 1400	27
1.4.5. Вертикальна пакувальна машина МА-500	28
1.5. Опис власної пропозиції на базі аналізу переваг та недоліків існуючих конструкцій машин	29

					ДП.ПО.13.00.000							
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата	Модернізація обладнання для пакування			Літера	Лист	Листів		
Розроб		Стрельченко									4	76
Перев.		Кривопляс-Володіна										
Н. Контр.												
Затв												
					НУХТ ПМ-4-8ск							

2. Розрахунок основних параметрів і конструктивних елементів	30
2.1. Розрахунок поршневого дозатора	30
2.2. Підбір пневмоциліндрів за основними технологічними характеристиками	33
2.3. Визначення витрат повітря	37
2.4. Розрахунок механізму розмотування плівки	38
2.5. Розрахунок необхідного крутного моменту для приводу	42
3. Розробка технологічного процесу та розрахунки технологічних операцій виготовлення ключової деталі вузла машини	44
3.1. Вибір та обґрунтування технологічних баз	44
3.2. Вибір технологічного обладнання, оснащення та інструменту	46
3.3. Розробка маршруту механічної обробки	50
3.4. Визначення режимів різання аналітичним методом на операцію свердління Ø8	51
3.5. Визначення режимів різання аналітичним методом на операцію фрезерування уступу шириною 20	53
3.6. Визначення режимів різання табличним методом на всі інші поверхні	55
4. Наукова частина	57
5. Монтаж, експлуатація, діагностика, охорона праці	67
5.1. Монтаж обладнання для упаковки молокопродуктів в полімерну плівку	67
5.2. Охорона праці на підприємствах харчової промисловості	69
6. Висновок	73
7. Список використаної літератури	74

## Анотація

Об'єктом проектування є модернізація машини, яка призначена для пакування згущеного молока в пакет подушку об'ємом від 100 до 1000 мл.

Розрахунково-пояснювальна частина випускової роботи складається із 91 сторінки. Графічна частина дипломного проекту складається з семи листів креслень формату А1.

На першому листа зображено загальний вигляд машини, яка призначена для пакування згущеного молока в пакет подушку об'ємом від 100 до 1000 мл. Принцип роботи машини полягає в виконанні наступних операцій: розмотування рулонної полімерної плівки, нанесення на неї дати, згортання плівки у формі туби, зварювання повздовжнього шва, зварювання поперечного шва, дозування продукту, зварювання другого поперечного шва.

На другому аркуші зображено ізометричний вигляд машини, яка призначена для пакування згущеного молока в пакет подушку об'ємом від 100 до 1000 мл.

На третьому аркуші зображено загальний вигляд бункера-живильника.

На четвертому аркуші зображено поршневий дозатор з системою керування точності дози за допомогою ПЛК.

На п'ятому аркуші зображено механізм протягування плівки.

На шостому аркуші зображено запірно-регулюючий механізм з відсічним клапаном.

На сьомому кресленні графічно зображено технологічний процес обробки деталі типу «Кришка», з ескізами основних операцій її виготовлення.

Ключові слова та словосполучення, що характеризують основний зміст дипломного проекту: пакувальна машина, пакет типу «Подушка», запірно-регулюючий механізм, поршневий дозатор, бункер-живильник.

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

## Вступ

За останні десятиріччя валове виробництво молока і молочних продуктів знизилось, але випуск фасованої молочної продукції в різноманітній упаковці зріс. Раніше для молока, сметани, інших кисломолочних продуктів використовували скляні пляшки із закупорюванням фольгою, а сир кисломолочний загортали у звичайний папір. Зараз використовується різноманітна упаковка за місткістю, формою і використаним пакувальним матеріалом, а також з поліпшеною яскравістю і привабливістю.

Вимоги до упаковки молочної продукції в багатьох аспектах більш жорсткі, ніж для інших харчових продуктів. Вона повинна мати високу механічну міцність, бути стійкою до старіння, відрізнятись жорсткістю або еластичністю залежно від функціонального призначення упаковки, виду фасувально-пакувального обладнання, здатністю до зварювання і забезпечення герметичного сполучення. Пакувальні матеріали мають бути з відповідною газо-, паро-, водо- і ароматонепроникністю, вологоміцними і жиростійкими. Всі пакувальні, закупорювальні матеріали і споживча тара повинні бути інертними по відношенню до продукту і при контакті з ним не виділяти шкідливих для здоров'я людини речовин.

Молочні продукти є цінним та необхідним для людей, в харчовому відношенні, продуктом. Тому введення їх в харчовий раціон людини цілком доцільне, а разом з цим актуальним для виробників молочної продукції так як збільшення його виробництва та покращення якості є запорукою стабільного доходу.

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

## Розділ 1

### Огляд існуючих конструкцій та опис власної пропозиції

У більшості випадків в'язкість або плинність (величина обернена в'язкості) є найбільш важливою величиною, що визначає різний стан речовини. В'язкість залежить від температури, тиску, вологості або жирності, концентрації або ступеня дисперсності. Пристрої дозування залежно від способу обробки продукції бувають з попереднім розігріванням або охолодженням і без термічної обробки. Попереднє розігрівання продукції здійснюють для зменшення в'язкості. Що дає змогу збільшити продуктивність в процесі її переміщення і відповідно зменшити витрати енергії на дозування.

Поряд із цим потрібно враховувати, що підігрівання продукції часто змінює її якісні параметри. А тому раніше, ніж прийняти рішення щодо нагрівання, потрібно встановити можливі структурні, біологічні, смакові зміни продукції. Охолодження продукції використовують значно рідше і тільки в тих випадках, коли потрібно реалізувати відповідну технологію пакування (попереднє обгортання).

Таким чином до в'язкої продукції умовно можна віднести рідини, що мають значну в'язкість і за відповідних умов можуть її змінювати. До в'язких продуктів відносять: сметану, майонез, томатну пасту, згущене молоко тощо. Через свої реологічні характеристики в'язка продукція не може достатньо швидко витікати через відносно невеликі отвори під дією сили тяжіння і тиску верхніх шарів цієї продукції. А тому під час формування дози і фасування в'язкої продукції у споживчу тару потрібно здійснювати її примусове переміщення.

#### 1.1. Фізико-механічні та хіміко-біологічні характеристики продукту дозування

Виробництво згущеного молока з цукром засноване на збільшенні концентрації сухих речовин молока шляхом згущення і додавання сахарози.

За ГОСТ 2903 - 78 згущене молоко з цукром повинно мати наступний склад (у %) і властивості: вміст води не більше 26,5, сахарози не менше 43,5, сухих

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

речовин молока не менше 28, в тому числі жиру не менше 8, 5; кислотність не більше 48 Т; в'язкість 3 - 10 Па·с.

Основним показником, який визначає якість згущеного молока з цукром, є консистенція (найбільш часто зустрічається порок продукту - зміна його консистенції - загустіння). Один з найважливіших факторів, що впливають на консистенцію згущеного молока з цукром, - хімічний склад молока, головним чином, його білково-сольовий склад. Для виробництва продукту найбільш придатне молоко з низькою величиною співвідношення між жиром і СОМО (близько 0,425), з дрібними жировими кульками і казеїновими мицеллами і оптимальним вмістом кальцію (не більше 125 мг %). Ці показники залежать від пори року, стадії лактації, породи, стану здоров'я тварин та інших факторів.

В'язкість готового продукту залежить від кислотності молока. Підвищення кислотності сирого молока (в результаті зброджування бактеріями молочного цукру) порушує сольовий баланс молока, знижує теплову стійкість казеїну і негативно позначається на консистенції згущеного молока з цукром.

Під час теплової обробки - пастеризації і згущення - відбуваються фізико-хімічні зміни складових частин вихідного молока.

При пастеризації денатурируют сироваткові білки, концентрація яких при згущенні збільшується. Змінюється структура казеїну: він набуває здатність до агрегації. Частина солей молока переходить в нерозчинний стан - змінюється співвідношення між катіонами кальцію, аніонами фосфорної і лимонної кислот. Таким чином, режим пастеризації впливає на білково-сольовий склад молока і, отже, на в'язкість згущеного молока з цукром і його стійкість до загустіння при зберіганні. наприклад, температура пастеризації молока 85 - 95 ° С сприяє підвищенню в'язкості згущеного молока з цукром, а температура вище 100 ° С - отримання продукту порівняно рідкої консистенції. Отже, для вироблення продукту оптимальної в'язкості режим пастеризації слід вибирати з урахуванням сезонних змін складу і властивостей молока.

Під час згущення зростає концентрація солей кальцію, в результаті чого казеїнові міцели укрупнюються і з'єднуються з денатурованими сироватковими

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

білками. Зміні піддається жирова фаза молока. При пастеризації дробляться жирові кульки, грудочки злипких кульок роз'єднуються, знижується швидкість відстоювання вершків. Під час згущення, поряд з дробленням жирових кульок (при збільшенні числа дрібних кульок розміром менше 2 мкм), спостерігається їх укрупнення і часткова дестабілізація жирової емульсії. При цьому виділяються летючі жирні кислоти і лактони, які разом з продуктами розпаду молочного цукру беруть участь у формуванні властивих пастеризованого молока смаку і запаху.

У неохолоджену згущену молоці з цукром міститься 11 - 12% лактози, яка розчинена в 25 - 26% вологи, утворюючи при 50 - 60 ° С насичений розчин. При охолодженні продукту після згущення (до 20 ° С) розчин лактози стає пересиченим, і частина її випадає у вигляді кристалів. Перехід лактози в кристалічний стан відбувається в дві стадії: спочатку зароджуються центри кристалізації, потім ростуть кристали.

Розмір кристалів молочного цукру залежить від режиму охолодження згущеного молока (температури і тривалості). Консистенція згущеного молока з цукром визначається розмірами і кількістю утворилися при охолодженні і зберіганні продукту кристалів молочного цукру.

Для забезпечення гарної консистенції продукту необхідно прагнути до масового утворення дрібних кристалів лактози (розміром до 10 мкм) при можливо повної її кристалізації. Недостатньо повна кристалізація лактози в процесі охолодження може привести до її кристалізації під час зберігання продукту. При цьому утворюються великі кристали розміром 20 - 25 мкм. Швидке охолодження згущеного молока з цукром до температури посиленою кристалізації (18 - 20 ° С) сприяє утворенню великої кількості дрібних кристалів лактози. Тривале охолодження може привести не тільки до випадання великих кристалів лактози, але і до інших пороків продукту - загустеванню і побурінню.

На інтенсивність кристалізації лактози впливають також кількість вноситься в згущене молоко затравки, тривалість та інтенсивність його перемішування.

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

**Фізико-хімічні показники молока незбираного згущеного з цукром**

Масова частка вологи, %, не більше	26,5
Масова частка сахарози, %, не менше	43,5
Масова частка сухих речовин молока, %, не менше	28,5
У тому числі масова частка жиру	8,5
Кислотність, °Т, не більше	48,0
Кислотність в перерахунку на відсоток вмісту молочної кислоти, %, не більше	0,43
В'язкість свіжовиробленого продукту (до 2-х місяців зберігання), Па·с	Від 3,0 до 10
В'язкість продукту (від 2 до 10 місяців зберігання), Па·с, не більше	15,0
Група чистоти відновленого згущеного молока за еталоном, затвердженим для коров'ячого молока, не нижче	2
Допустимі розміри кристалів молочного цукру, мкм, не більше	15,0

**Мікробіологічні показники****молока незбираного згущеного з цукром**

Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г продукту, не більше	2,5 · 10 <sup>4</sup>
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в тарі:	
споживчій (в 1,0 г продукту)	Не допускається
транспортній (в 3,0 г продукту)	Не допускається
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду Сальмонела (в 25 г продукту)	Не допускається

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

## 1.2 Загальна характеристика конструкцій дозаторів для в'язких молочних продуктів

### 1.2.1. Насос-дозатор для в'язких молочних продуктів

Насос-дозатор для в'язких молочних продуктів (рис1.1)[11], складається із мотор-редуктора, на вихідних валах якого, встановлено кривошипно-шатунні механізми з повзунами-плунжерами, робочі циліндри з ущільненнями, а також всмоктуючий та нагнітаючий колектори зі зворотними клапанами. При цьому, осі зворотно-поступального переміщення повзунів-плунжерів зміщені відносно осі обертання криво-шипів у сторону траєкторій руху шипів, що створюють зусилля нагнітання, а кожний кривошип виконано у вигляді втулки з диском, який має ряд різьбових отворів, розташованих по спіралі, та радіальні пази, що проходять крізь осі різьбових отворів, в одному з яких, за допомогою цангової втулки з виступом, що входить у відповідний радіальний паз, закріплена різьбова частина шипа.

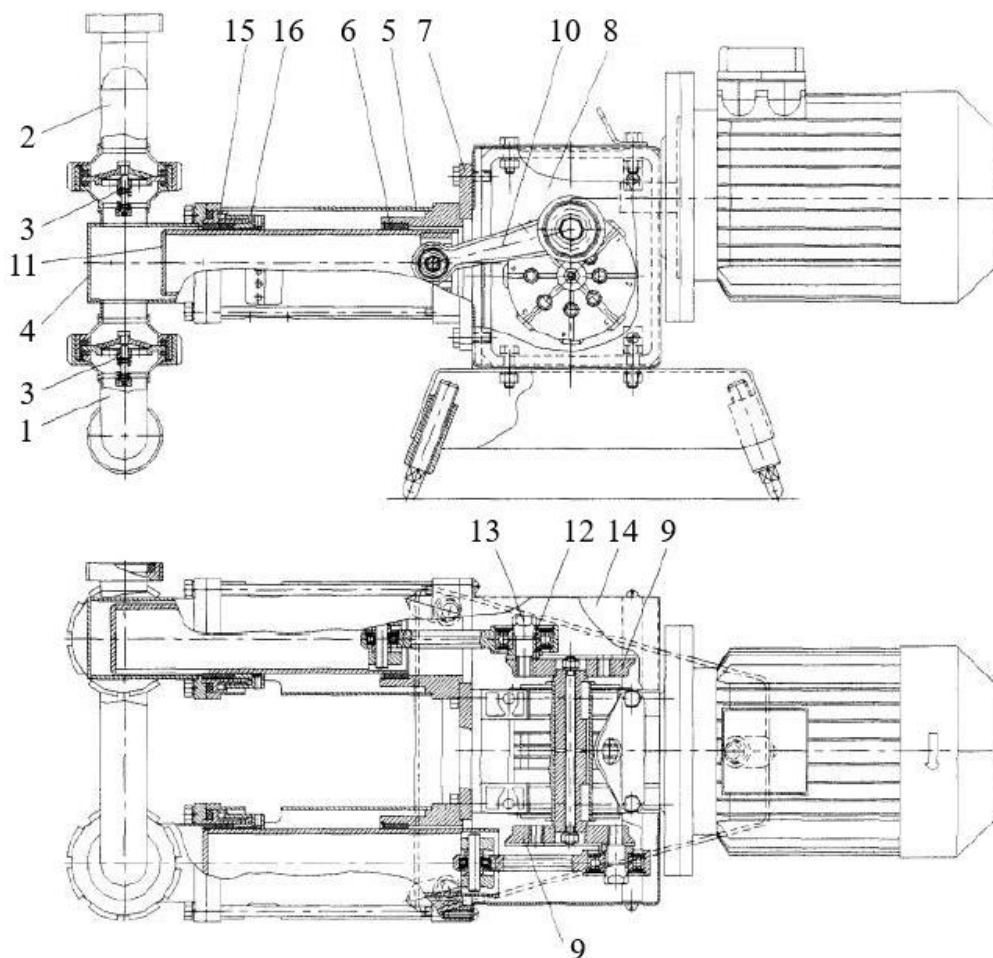


Рис. 1.1. Загальний вигляд насоса-дозатора в'язких молочних продуктів

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Насос-дозатор в'язких молочних продуктів містить: всмоктуючий 1 і нагнітаючий 2 колектори зі зворотними клапанами 3, робочі циліндри 4, з'єднані за допомогою стаканів 5 з направляючими втулками 6, та платформи 7 з мотор редуктором 8. На вихідних валах мотор-редуктора 8 встановлено кривошипи 9, виконані у вигляді втулки з диском, який має ряд різьбових отворів, розташованих по спіралі та радіальні пази, що проходять крізь від-повідні осі різьбових отворів.

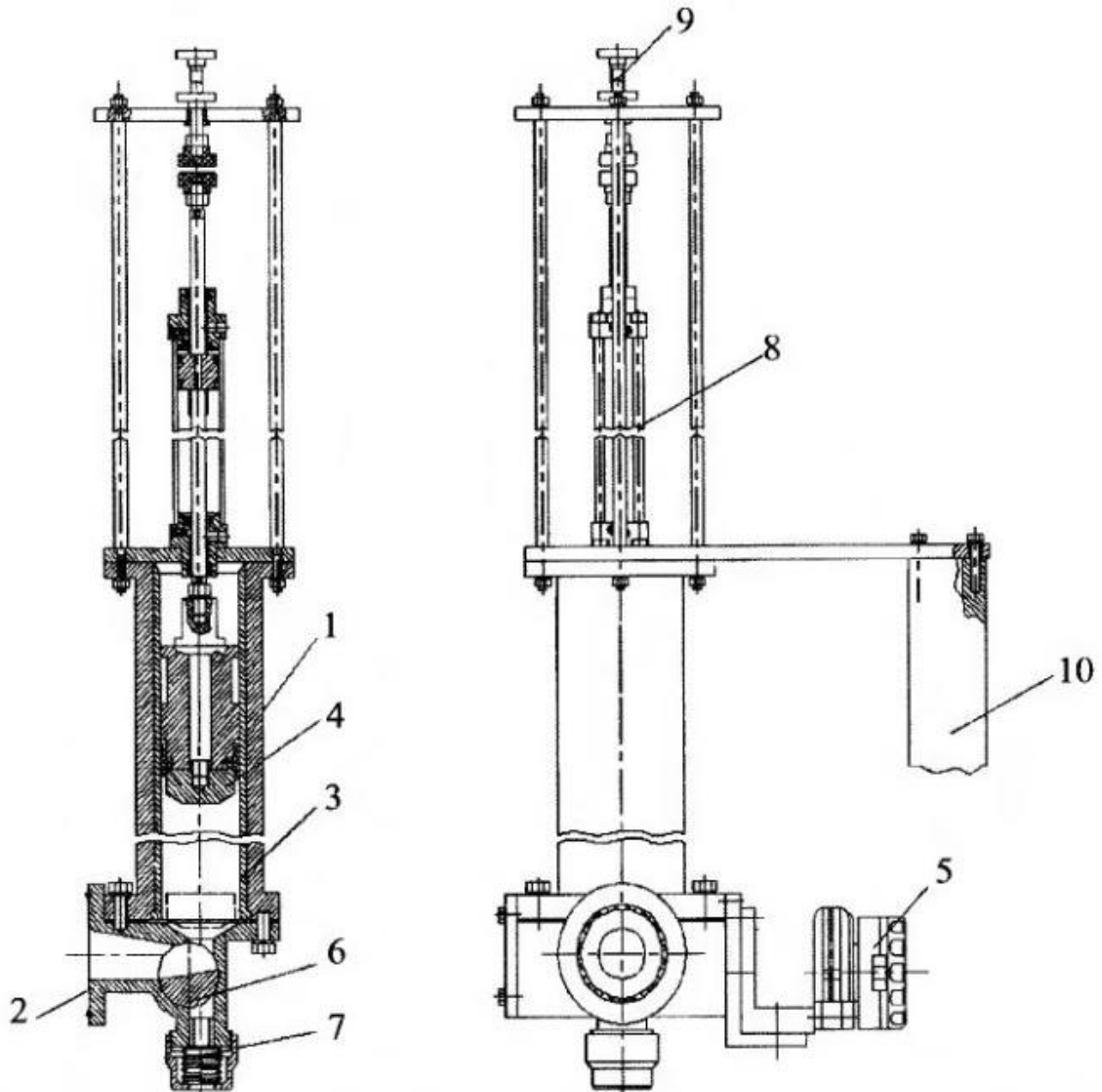
Насос-дозатор в'язких молочних продуктів [1] працює таким чином. Під час обертання вихідних валів мотор-редуктора 8 кривошипи 9 за допомогою цангових втулок 12 та кривошипів 13 циклічно зворотно-поступально переміщують у направляючих втулках 6, з'єднані з шатунами 10, повзуні-плунжери 11. Переміщення повзунів-плунжерів 11 у напрямку осі обертання вихідних валів мотор-редуктора 8, в робочих циліндрах 4 створює розрядження, що забезпечує відкривання зворотних клапанів 3 і заповнення робочих циліндрів 4 продуктом із всмоктуючого колектора 1. Переміщення повзунів-плунжерів 11 у зворот-ному напрямку, в робочих циліндрах 4 створює тиск, що забезпечує відкривання зворотних клапанів 3 нагнітального колектора 2 і подачу продукту із насоса-дозатора. З метою оптимізації конструкції, зниження металоемності та підвищення надійності осі зворотно-поступального переміщення повзунів-плунжерів 11 зміщені відносно осі обертання кривошипів 9 у сторону траєкторій руху шипів 13, що створюють зусилля нагнітання. Це дозволяє зменшити кути тиску робочих ходів шатунів 10, і забезпечити конструктивно найбільш плавний режим роботи механізму під час робочого ходу, траєкторія нагнітання, та відносно скоротити період холостого ходу, траєкторія всмоктування.

Продуктивність насоса-дозатора визначається місцем встановлення шипів та цангових втулок, у відповідних різьбових отворах, розташованих по спіралі на дисках кривошипів.

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

### 1.2.2. Загальна характеристика об'ємного поршневого дозатора

В сучасних зразках дозувальних пристроїв досить часто застосовується конструктивна схема дозатора, що наведена на рис 1.2



**Рис. 1.2. Поршневий пристрій дозування: 1- корпус; 2 - фланець; 3 - дозувальний циліндр; 4 - поршень; 5 - пневмодвигун; 6 - кран; 7 - золотник; 8 - пневмоциліндр; 9 - регулювальний пристрій; 10 – опора**

Поршневий дозатор [3] працює таким чином. У початковий момент кінематичного циклу шток пневмоциліндра 8 знаходиться в крайньому нижньому положенні.

При переміщенні штока пневмоциліндра догори разом із ним переміщується дозуючий поршень 4, що створює розрідження в порожнині дозувального циліндра 3. Продукція втягується в дозувальний циліндр 3 через трубопровід,

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

що з'єднаний із бункером через фланець 2. Доза обмежується ходом поршня і площею поперечного перерізу дозувального циліндра. По завершенні переміщення поршня кран 6 перекидає канал подачі продукції в дозувальний циліндр. За наявності споживчої тари в комірці диска каруселі (визначається оптичними датчиками) здійснюється повернення крана на 100° і дозуючий поршень 4 витискає дозу продукції через золотник 7 у споживчу тару.

Після того, як продукція перемістилась в тару, золотник 7 під дією пружини повертається у вихідне положення. Кран 6 повертається на заданий кут за допомогою пневмодвигуна. За рахунок зміщення в циклі початку переміщення поршня і крана здійснюється відсмоктування продукції із порожнини насадки, тим самим усувається явище краплеутворення.

Регулювання необхідної кількості дози здійснюється за допомогою рухомого упора, який переміщується за допомогою гвинта 9. Дозувальний циліндр встановлюється в корпус 1. Дозувальний пристрій до станини пакувальної машини кріпиться за допомогою опори 10.

### **1.2.3. Загальна характеристика дозатору мембранно-поршневого типу з вертикальною віссю переміщення поршнів**

Дозатор мембранно-поршневого типу з вертикальною віссю переміщення поршнів (рис. 1.3) [10] застосовують для фасування сметани і майонезу порціями від 200 г. Фасування сметани може проводитися різної жирності при температурі не нижче 18°C.

Корпус 18, на якому зібраний весь дозатор, за допомогою двох кронштейнів 1, 20 кріпиться до станини автомата. Принцип дії дозатора полягає в наступному. Сметана по трубі 11 подається в ємність 16. При прямому ході поршня 21 пневмоциліндра 3 разом з пов'язаними з ним штоками 19 траверса 14 разом з поршнями 15 піднімається. У цей момент мембрана 7 знаходиться в середньому положенні і продукт з ємності 16 через канали надходить в нижню порожнину циліндра. Клапан 17 в результаті тиску, створюваного повітрям, розтягується і закриває доступ продукту до вихідних сопел 5.

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		





повторює профіль мірної ємності, із вирізом під сифонну трубку, крім того, у кришці виконаний отвір, що з'єднує внутрішню порожнину поплавка з атмосферою.

Сифонний дозатор [12] працює наступним чином. При відкритому крані 9 рідина по трубопроводу 8 надходить до мірної ємності 1 і заповнює і в міру підвищення рівня вільної поверхні рідини в мірній ємності (ВПМЕ) погоджено піднімається і демпфрувальна пластина. Сильфон 6 стискається і повітря з його порожнини вільно виходить через отвір у кришці 5. Підняття демпфрувальної пластини відбувається без поперечних переміщень, що забезпечується формою Пластини, яка повторює профіль мірної ємності, і напрямними 3. На пластині 7 виконується відповідний виріз завдяки якому сифонна трубка не заважає рухові поплавка.

При досягненні вільною поверхнею рідини рівня, що дещо перевищує верхню точку горба сифонної трубки 2, остання включиться в роботу, тобто через сифонну трубку почне витікати рідина при стопроцентному заповненні її перерізу. Через те, що витрата рідини, що витікає через сифонну трубку, більше витрати рідини, що надходить до мірної ємності, рівень ВПМЕ поступово знижується аж до зрівняння з торцем висхідної ділянки сифонної трубки 2. Після цього (через підсмоктування повітря, що знаходиться в мірній ємності, в сифонну трубку) відбудеться розрив суцільності потоку рідини, що витікає із сифонної трубки 2, видача дози припиниться.

Неминуче підсмоктування незначної кількості повітря з мірної ємності в сифонну трубку компенсується зворотним процесом проникнення повітря з атмосфери в мірну ємність 1 через сифонну трубку 2. Зазначена компенсація необхідна. В протилежному разі у внутрішній порожнині мірної ємності можливе виникнення розрідження. Це призведе до занурення поплавка й ефективність його функціонування знизиться запобігає даному явищу і гарантує сталість об'єму повітря в мірній ємності наявність упорів 4.

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		



4. Ексцентрик повідомляє рух шатуна;

5. Шатун перетворює обертальний рух ексцентрика в зворотно-поступальний рух повзуна.

Зміна довжини ходу повзуна здійснюється обертанням за маховичок 1 гвинта відлікового пристрою. Гвинт при обертанні за маховичок угвинчується в стакан передній і переміщує рухому опору з закріпленням в ній валом ексцентрика по склянці 4. Показчик шкал, виконаний на рухомій опорі, показує довжину ходу повзуна на шкалах лінійки 3.

Так як шліци вала ексцентрика, на яких розташований ексцентрик, виконані по гвинтовій лінії, то при осьовому переміщенні вала щодо ексцентрика відбувається поворот ексцентрика навколо вала. При цьому змінюється сумарний ексцентриситет системи «вал ексцентрика - ексцентрик» щодо загальної осі обертання, що призводить до зміни амплітуди зворотно-поступального руху повзуна. Фіксація встановленого значення проводиться стопором 2 гвинта відлікового пристрою.

### **1.3. Опис власної пропозиції на базі аналізу переваг та недоліків існуючих конструкцій**

Розглянемо переваги та недоліки типових конструкцій.

Переваги:

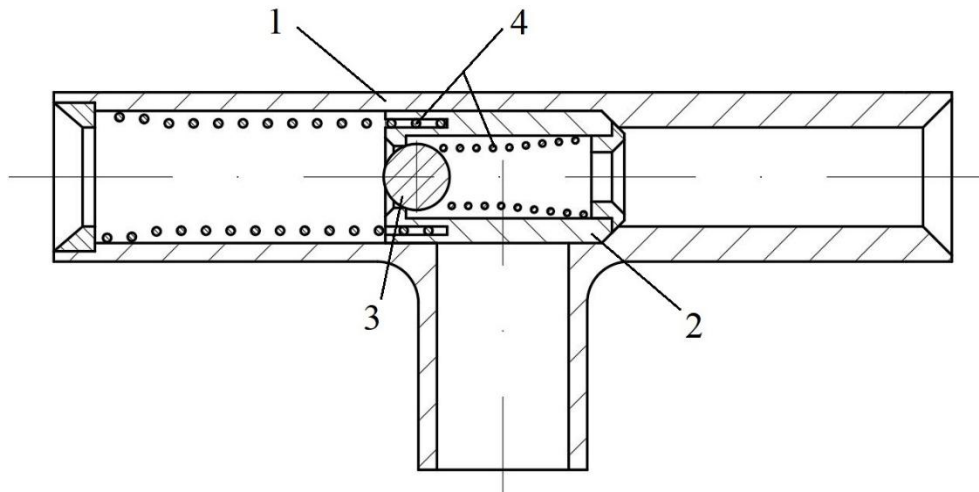
- можливість багато потокового дозування.

Недоліки:

- складність конструкції
- необхідність приводу для регулювання запірної арматури

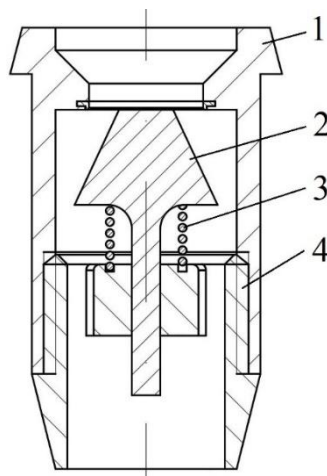
На основі аналізу переваг та недоліків існуючих конструкцій була запропонована власна конструкція запірної арматури (рис 1.6) та пристрій запобігання довільного витікання продукту (рис 1.7).

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		



**Рис. 1.6. Золотникова запірна арматура: 1-трубопровід підведення продукту Т-подібний; 2-корпус циліндричного золотника; 3-запірний елемент; 4-конусні пружини;**

Представлена конструкція запірної арматури являє собою циліндричний золотник в корпус якого вмонтовано кульковий золотник. Перевагами даної конструкції у порівнянні зі звичайними є, більш простий та швидкий вихід продукції, оскільки циліндр після переміщення в крайнє ліве положення повністю відкриває доступ продукту до вивантажувального отвору.



**Рис. 1.7. Пристрій запобігання довільного витікання продукту: 1-корпус відсічного клапану; 2-конічний золотник; 3-пружина; 4-направляюча втулка;**

Запропонована конструкція пристрою запобігання довільного витікання продукту являє собою золотниковий розподільник який виконує функцію захисту від витікання.

## 1.4. Огляд машин для дозування в'язкої продукції

### 1.4.1 Фасувально-пакувальний автомат для рідких видів продукції в пакет VSP-2

Автоматична фасувально-пакувальна машина для рідких продуктів (рис 1.8) широко використовуються для упаковки різних рідких харчових продуктів, таких як молоко і молочні продукти, соєвий соус, фруктовий сік, оцет, вино і т.д. Дане обладнання автоматично здійснює стерилізацію упаковки ультрафіолетовим випромінюванням, формування пакета, точне нанесення дати, дозування і упаковку, що значно скорочує час виробництва.

Принцип роботи обладнання:

Оператор встановлює в обладнання катушку з плівкою. У машину встановлюється УФ - лампа, для стерилізації упаковки, потім плівка подається в спеціальний відсік, де формується пакет. Машина самостійно формує пакет, зважує і наповнює продукцією, далі відбувається запаювання і обрізка упаковки.



**Рис. 1.8. Фасувально-пакувальний автомат для рідких видів продукції в пакет VSP-2**

Особливості даного обладнання:

- Контролер PLC і контролер фотоелектричної калібрування пристрою служить для забезпечення рівного зрізу на упаковці.
- Процес фасування і упаковки повністю автоматизований, включаючи

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

нанесення дати.

- Дана модель призначена як для одного шару поліетиленової плівки так і для ламінованої плівки.

- Наповнення пакетів забезпечує поршневий насос, регульований в встановлених межах.

Технічні характеристики:

Модель	VSP-2
Продуктивність, уп. / Год	1300
Обсяг дозування, мл	200 - 1000
Потужність, кВт	1.8
Напруга, В / Гц	220/50
Ширина, довжина пакета, мм	320 – 240

#### **1.4.2 Фасувально-пакувальний автомат для рідких і пастоподібних продуктів**

Фасувально-пакувальні автомати серії DX(рис 1.9) використовують принцип поршневого дозування і застосовуються для автоматичного фасування і упаковки різних текучих продуктів. Таке обладнання використовується для упаковки кетчупу, майонезу, меду, соєвого соусу, різних приправ в пасто або рідкому вигляді, а так само рідкого мила, гелів, шампунів і багатьох інших продуктів.

Впаковується продукт може бути як однорідним, так і складатися з декількох компонентів, допускається наявність невеликих цілісних шматочків, що особливо зручно при фасуванні м'ясних соусів.

Принцип роботи обладнання:

Холодильні камери є досить простим устаткуванням, яке не вимагає спеціального монтажу. Ви зможете почати експлуатацію безпосередньо після установки і підключення. Пакувальна плівка встановлюється на спеціальний вал-тримач. Після установки потрібних вам параметрів, починається автоматичний процес упаковки. Машина самостійно формує пакет, зважує і наповнює продукцією, далі відбувається запаювання і обрізка упаковки. Дана

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

модель також обладнана механізмом підрахунку пакетів.

Особливості машини:

- Процеси формування, зважування, наповнення, запаювання, обрізки і підрахунок пакетів повністю здійснюються автоматично.

-Пакувальна автомат працює з різними видами термоусадочної плівки (ПЕТ / ПЕ / АЛ, нейлон)

- Обладнання повністю виконано з нержавіючої сталі

- Автоматична настройка розмірів пакета і обсягу фасування

- Дана модель обладнана пристроєм, що захищає від забруднення і проникнення пилу.

- Весь виробничий процес контролюється спеціальним комп'ютером американської компанії INTEL і відображається на екрані.

- Дана пакувальна машина проста в застосуванні і обслуговуванні, а також може бути обладнана додатковими пристроями по вашому запиту (дата-



принтер, міксер).

**Рис. 1.9. Фасувально-пакувальний автомат для рідких і пастоподібних продуктів**

Технічні характеристики:

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

Продуктивність, уп. / Хв.	35-60
Обсяг дозування, мл	30-150
Довжина пакета, мм	70-150
Ширина, довжина пакета, мм	70-115
Напруга, В/ Гц	220/50
Потужність, кВт	1.9
Розміри, мм	700X790X1900
Маса, кг	320

### 1.4.3. Пакувальний автомат SBi-150F для упаковки молока і молочних продуктів

Автомат SBi-150F (рис 1.10) спеціально розроблений для молочних підприємств (виконання по IP65) і призначений для автоматичного дозування і упаковки рідких і пастоподібних харчових продуктів (молоко, сметана, кефір та ін. Кисломолочні продукти) в трьохшовні пакети.

Автомат відповідає найвищим міжнародним вимогам, що пред'являються до упаковки молочних продуктів:

- Розлив продукту виробляється в закритій, очищеної, іонізованої середовищі.
- Конструкція повністю з нержавіючої сталі.
- Вбудована мийка дозволяє проводити як прямий, так і зворотний промивши машини.
- Використовуються губки з постійним нагрівом
- Застосована система спрощеної заправки плівки в машину.
- У конструкції автомата використані комплектуючі (пневматика, контролери, електрообладнання) провідних світових виробників (FESTO, OMRON, і ін.)
- Інтелектуальна система управління та виявлення неполадок.
- Автоматичний (суцільний, або вибіркового) контроль дозування.
- Налаштування по датчику фотомітки, або заданій довжині пакета.
- Автоматична настройка плівки в осьовому перерізі (доп. Опція).

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

- Можливість установки на вибір замовника пристрої для встановлення дати, або термопринтера для нанесення інформації на пакет.



**Рис. 1.10. Пакувальний автомат SBi-150F для упаковки молока і молочних продуктів**

Технічні характеристики:

Продуктивність уп / год до	2500
Обсяг дози, л	0,02-1,0
Похибка наповнення дози,%	2
Допустимі розміри пакету, мм (Довжина x Ширина)	50-260 x 150
Напруга живлення, В	220
Споживана потужність, не більше / кВт	3,5
Витрата повітря л / хв, не більше	500
Тиск повітря в пневмосистемі, мПа	0,6
Габаритні розміри, мм (Довжина x Ширина x Висота)	1800 x 1200 x 2500
Маса, кг	560

#### 1.4.4. Автомат молокорозливний - МП 1400

Автомат молокорозливний - МП 1400 (рис 1.11) призначений для фасування рідких і в'язких продуктів в поліетиленові пакети дозами 0,25; 0,5 і 1 л. Оснащений самовсмоктувальним об'ємним дозатором, 6-ти позиційним механізмом нанесення дати, лічильником пакетів і бактерицидною лампою для обробки внутрішньої поверхні плівки. Відмінними рисами автомата є низьке споживання стисненого повітря, можливість роботи по фотомітці, надійне формування швів, малі габаритні розміри і вага. Виконаний повністю з харчової нержавіючої сталі.



**Рис. 1.11. Автомат молокорозливний - МП 1400**

Технічні характеристики:

Продуктивність, пакетів / год	1400
Діапазон дозування, л	0,25; 0,5; 1,0
Похибка дозування, не більше, %	1
Витрата стисненого повітря, не більше, куб.м / год	10
Тиск стисненого повітря, кгс / кв.см	6-8
Витрата охолоджуючої води, не більше, л / хв	1,0
Тиск охолоджувальної води, не менше, кгс / кв.см	1,0
Встановлена потужність, кВт	1,1
Габаритні розміри, не більше, мм	1000x1000x1950
Маса, не більше, кг	180

					ДП.ПО.13.00.000	Арк. 27
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

### 1.4.5. Вертикальна пакувальна машина МА-500

Вертикальна пакувальна машина МА-500 (рис.1.12) відноситься до пакувального обладнання для розливу (фасування) і упаковки рідких і пастоподібних харчових продуктів (майонез, кетчуп) в трьох-шовні пакети типу "філ пак", автоматично сформовані з рулону плівки.

Пакувальний автомат МА 500 в автоматичному режимі забезпечує розлив (дозування) продукту, простягає і формує пакет з плоскою плівки, зварює і обрізає його, проставляючи дату.

Вертикальна пакувальна машина МА-500 комплектується бактерицидною лампою.



**Рис. 1.12. Вертикальна пакувальна машина МА-500**

Технічні характеристики:

Продуктивність, уп / хв до	30
Обсяг дози, см <sup>3</sup> (мл)	100 - 500
Ширина рулону плівки, мм, до	320
Ширина пакета, мм	150
Довжина пакета, мм до	170
Пакувальний матеріал	Поліетилен

Максим. діам. рулону, мм	400
Параметри мережі живлення	220В, 50Гц
Габарити, мм, не більше	1500x1500x1700
Маса, кг, не більше	230

### **1.5. Опис власної пропозиції на базі аналізу переваг та недоліків існуючих конструкцій машин**

Розглянемо переваги та недоліки типових конструкцій машин.

Переваги:

- виробничий процес контролюється комп'ютером.
- процес фасування і упаковки повністю автоматизований.
- налаштування по датчику фотомітки, або заданій довжині пакета.

Недоліки:

- складність конструкції
- необхідність приводу для регулювання запірної арматури

На основі аналізу переваг та недоліків існуючих конструкцій було запропоновано вдосконалити бункер перемістивши його з верхньої частини в нижню тим самим спростивши його експлуатацію та обслуговування. Також був вдосконалений механізм протяжки плівки з метою підвищення продуктивності та спрощення конструкції. Модернізація була проведена на базі машини

МА-500 (рис 1.12) фірми «НПП Инта» через простоту конструкції та поєднання в одному механізмі пристрій зварювання та протягування стрічки.

#### **Висновок:**

На сьогоднішній день більшість вертикальних машин для пакування в'язких харчових продуктів мають одну структуру та складаються з однакових вузлів. А отже клієнт має вибір тільки між різноманіттям дозувальних пристроїв. Цей фактор відштовхує іноземних клієнтів від вітчизняних виробників і не дає змогу розвиватися Українській промисловості.

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						29
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докцм</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## Розділ 2

### Розрахунок основних параметрів і конструктивних елементів

#### 2.1. Розрахунок поршневого дозатора

Вихідні данні :

Продукт – згущене молоко

Питома густина продукту –  $\rho = 1,3 \text{ т/м}^3$

Об'єм дози продукту –  $W = 0,25 \text{ л}$

Продуктивність –  $Z = 60 \text{ уп/хв}$

Тиск повітря в бункері –  $P_1 = 0,2 \text{ Мпа}$

Тиск який виникає перед поршнем на етапі формування дози –  
 $P_2 = 0,08 \text{ Мпа}$

Тиск повітря у тарі –  $P_4 = 0,1 \text{ Мпа}$

Висота стовпа продукту у бункері –  $H = 1,2 \text{ м}$

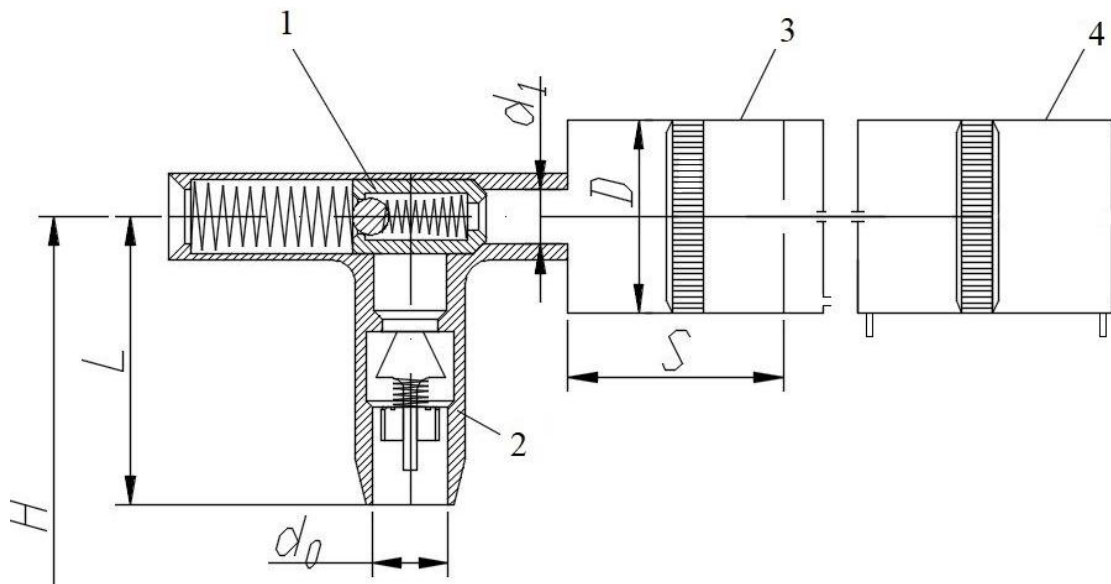
Довжина насадки дозуючого пристрою –  $l = 0,09 \text{ м}$

Величина динамічної в'язкості продукту –  $\mu = 2 \text{ Па}\cdot\text{с}$

Діаметр вихідного отвору –  $d_0 = 0,024 \text{ м}$

Діаметр поршня –  $D = 0,08 \text{ м}$

Діаметр каналу у крані –  $d_1 = 0,015 \text{ м}$



**Рис. 2.1. Розрахункова схема поршневого дозатора: 1–запірний елемент; 2–вихідний патрубков; 3–дозувальний циліндр; 4–пневмоциліндр;**

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ док.м	Підпис	Дата		

Визначення тривалості кінематичного циклу:

$$T_k = t_{\text{вип}} + t_n + 2 \cdot t_{\text{вк}},$$

$t_{\text{вип}}$  - тривалість випорожнення дозатора ;

$t_n$  - тривалість наповнення дозатора;

$t_{\text{вк}}$  - тривалість включення і спрацювання запірної арматури.

Тривалість кінематичного циклу визначається із заданої продуктивності:

$$T_k = \frac{1}{Z} \cdot 60 = \frac{1}{60} \cdot 60 = 1 \text{ с}$$

Тривалість формування дози визначається:

$$t_n = 1,2 \frac{W}{f_{\text{еф}} \cdot \mu_0 \sqrt{2g \left( \frac{\Delta P}{\rho} + H \right)}} =$$
$$1,2 \frac{0,00025}{0,00018 \cdot 0,8 \sqrt{2 \cdot 9,81 \left( \frac{120000}{12748,65} + 1,2 \right)}} = 0,144 \text{ с}$$

де  $f_{\text{еф}}$  - ефективна площа поперечного перерізу каналу крана, для круглого перерізу;

$$f_{\text{еф}} = \frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,015^2}{4} = 0,00018 \text{ м}^2$$

$\mu_0$  - коефіцієнт втрат швидкості переміщення продукції в дозаторі, на проектному етапі розрахунків можна приймати по в межах 0,6-0,8;

$g$  - гравітаційна стала, 9,81 м/с<sup>2</sup>;

$\Delta P$  — додатковий напор переміщення продукції, створений різницею тисків у надрідинному просторі бункера і ступенем розрідження в дозувальному циліндрі,  $\Delta P = P_1 - P_2 = 120000$  Па;

$P_1$  - тиск в надрідинному просторі бункера;

$P_2$  - тиск розрідження, створюваний поршнем у дозувальному циліндрі;

$\rho$  - питома маса продукції.

Тривалість випорожнення дозувального циліндра від продукції:

$$t_{\text{вип}} = T_k - (t_n + 2 \cdot t_{\text{вк}}) = 1 - (0,144 + 2 \cdot 0,0005) = 0,855 \text{ с},$$

Формула Пуазейля, яка функціонально зв'язує пропускну здатність насадки з тиском поршня на продукцію:

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докum	Підпис	Дата		

$$P_1 = \frac{(P_3 + P_4) \cdot \pi d_0^4}{128 \cdot \mu \cdot l},$$

де  $P_3$  - тиск на продукцію з боку поршня в дозувальному циліндрі;

$P_4$  - тиск навколишнього середовища, куди переміщається продукція, здебільшого приймають  $P_4 = 0,1$  МПа;

$\mu$  - динамічна в'язкість продукції;

$l$  - довжина насадки.

Для визначення функціональної залежності між  $P_3$  і  $t_n$  прирівняємо пропускну здатність каналу насадки і дозувального циліндра.

$$P_2 = \frac{\pi D^2}{4} \cdot v_0 = \frac{3,14 \cdot 0,08^2}{4} \cdot 0,058 = 0,000023 \text{ м}^3/\text{с},$$

де  $P_2$  - пропускну здатність дозувального циліндра;

$v_0$  - середня швидкість переміщення поршня на стадії випорожнення дозувального циліндра,

$$v_0 = \frac{S}{t_{\text{вип}}} = \frac{4W}{\pi D^2 \cdot t_{\text{вип}}} = \frac{4 \cdot 0,00025}{3,14 \cdot 0,08^2 \cdot 0,855} = 0,058 \text{ м/с};$$

$S$  - хід поршня, визначається  $S = \frac{4W}{\pi D^2}$

$$\frac{W}{t_{\text{вип}}} = \frac{(P_3 + P_4) \cdot \pi d_0^4}{128 \cdot \mu \cdot l},$$

звідки

$$P_3 = \frac{128 \cdot \mu \cdot l \cdot W}{\pi \cdot d_0^4 \cdot t_{\text{вип}}} + P_4$$

$$= \frac{128 \cdot 2 \cdot 0,09 \cdot 0,00025}{3,14 \cdot 0,024^4 \cdot 0,855} + 100000 = 100645,6 \text{ Па}$$

Зусилля на штоку поршня, що з відповідним припущенням дорівнює зусиллю на штоку пневмоприводу або важеля електромеханічного приводу, визначимо:

$$R = P_3 \frac{\pi D^2}{4} = 100645,6 \frac{3,14 \cdot 0,08^2}{4} = 505,89 \text{ Н}$$

У випадку застосування пневмоприводу, при заданому тиску повітря в магістралі, можна визначити, а потім по каталогах підібрати пневмоциліндр:

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

$$R = \frac{\pi d_{ц}^2}{4} (P_{м} - P_{а})$$

звідки

$$d_{ц} = \sqrt{\frac{4R}{\pi(P_{м} - P_{а})}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 505,89}{3,14(600000 - 100000)}} = 0,035\text{м}$$

де  $d_{ц}$  - внутрішній діаметр пневмоциліндра;

$P_{м}$  - тиск повітря в магістралі, здебільшого  $P_{м} = 0,5-0,6$  МПа;

$P_{а}$  - атмосферний тиск, приймають  $P_{а} \approx 0,1$  МПа.

У випадку застосування електромеханічного приводу доцільно визначити витрати електроенергії:

$$N = Rv = \frac{W}{t_{\text{вип}}} \left( \frac{128 \cdot \mu \cdot l \cdot W}{\pi \cdot d_0^4 \cdot t_{\text{вип}}} + P_4 \right)$$

$$= \frac{0,00025}{0,856} \left( \frac{128 \cdot 2 \cdot 0,09 \cdot 0,00025}{3,14 \cdot 0,024^4 \cdot 0,855} + 100000 \right) = 29,4 \text{ Вт}$$

## 2.2. Підбір пневмоциліндрів за основними технологічними характеристиками

Робочий цикл машини починається з натискання кнопки «Пуск» на панелі керування, після чого каретка лінійного електричного модуля починає рухатись вгору, дозатор виконує забор дози, а пневмоциліндр, що відповідає за повздовжнє зварювання виконує робочий хід, після чого спрацьовує датчик положення розташований на корпусі електричного модуля.

Після спрацювання датчика одночасно відбувається зворотній хід пневмоциліндра повздовжнього зварювання, робочий рух пневмоциліндра односторонньої дії з прохідним штоком, що стискає губки, робочий хід пневмоциліндра дозатора та опускання каретки лінійного електромодуля.

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		





$k_1$  – коефіцієнт, що враховує сили тертя в пневмоциліндрі, приймають  $k$  (0,75..0,9)

$k_2$  – коефіцієнт, що визначає запас по зусиллю, приймають (0,5..0,6)

$\eta = 0,85 \mu = 0,1$

Враховуючи ККД як коеф.  $\eta=0,85$ , матимемо:

$$D = 1,13 \cdot 0,85 \sqrt{\frac{505,85}{0,8 \cdot 0,6 \cdot 6 \cdot 10^5}} = 0,042 \text{ м}$$

Обираємо діаметр поршня пневмоциліндра за даними табл:

$D = 50 \text{ мм}$ ;

Однак опираючись на те, що система може бути переналагоджена на дозування іншого продукту з іншими показниками обираємо пневмоциліндр діаметром  $D=80 \text{ мм}$ .

Згідно з проведеним розрахунком за номенклатурою фірми «CAMOZZI» [6] підберемо виконавчий механізм у вигляді пневмоциліндру серії 61 марки 61M2P080A160N.

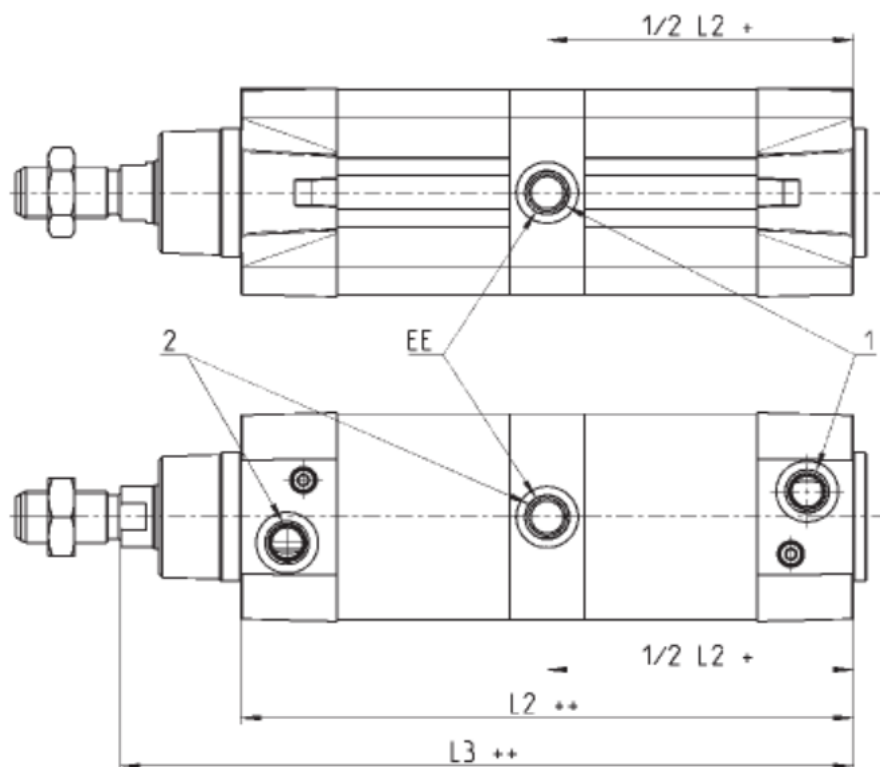


Рис 2.3.Ескіз пневматичного циліндра серії 61

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

### 2.3. Визначення витрат повітря

Дано:

Діаметр циліндра  $D = 80$  мм

Робочий хід  $C = 50$  мм

Тиск живлення  $p = 8$  бар

Час виходу штока  $t_s = 0,855$  с = 0,01425 хв

Час втягування  $t_s = 0,144$  с = 0,0024 хв

Час простою  $t_0 = 0$  с = 0 хв

У відповідності з заданими параметрами, потрібно визначити максимальний і середній нормальний об'єм витрати повітря - для вибору силового розподільника, дроселів і трубопроводу. Визначимо, витрату стисненого повітря при позитивному процесі, тобто при висуванні штока: Робоча площа циліндра з боку безштокової порожнини та її об'єм.

$$S_s = R^2\pi = 40 \cdot 3,14 = 125,6 \text{ мм}^2$$

$$V_s = S_s C = 125,6 \cdot 50 = 6283,18 \text{ мм}^3 = 0,006283 \text{ дм}^3$$

Розрахуємо споживання повітря під час додатнього руху (висування штока):

$$Q_s = V_s(p + 1) = 0,006283 \cdot 9 = 0,0565 \text{ Нл}$$

Необхідно подати встановлену кількість стиснутого повітря в порожнину циліндра за час:  $t = 5$  с

$$\text{Тобто витрати } Q_{rs} = \frac{Q_s}{t_s} = \frac{0,0565}{0,855} = 0,066 \text{ Нл/хв}$$

Аналогічно знаходимо витрати повітря для пневмоциліндра при втягуванні:

$$S_t = (R^2 - r^2)\pi = 3,14 \cdot (40^2 - 10^2) = 94,24 \text{ мм}^2$$

$$V_t = S_t C = 94,24 \cdot 50 = 4712,38 \text{ мм}^3 = 0,004712 \text{ дм}^3$$

$$Q_t = V_t(p + 1) = 0,004712 \cdot 9 = 0,0424 \text{ Нл}$$

За час споживання 5с витрати повітря складатимуть:

$$Q_{rt} = \frac{Q_t}{t_t} = \frac{0,0424}{0,144} = 0,29 \frac{\text{Нл}}{\text{с}} = 17,67 \text{ Нл/хв}$$

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

## 2.4. Розрахунок механізму розмотування плівки

Розраховуємо крутний момент МК, що забезпечує обертання рулону:

$$M_K = M_T + M_{II} + M_{TM}, H \cdot m$$

де  $M_T$  - момент сил тертя в опорних підшипниках, які сприймають вагу рулону і частин, що обертаються з ним,  $H \cdot m$ ;

$M_{II}$  - момент, обумовлений інерцією рулону і частин, що обертаються з ним (вала, конусних втулок і ін.),  $H \cdot m$ ;

$M_{TM}$  - момент, створюваний гальмівним пристроєм,  $H \cdot m$ .

При симетричному розташуванні рулону на приводному валу рулонорозмотувача і однакових опорних підшипниках вала, момент сил тертя визначається за формулою:

$$M_T = 0,5 \cdot g \cdot M \cdot d \cdot f, H \cdot m$$

де  $g$  - прискорення вільного падіння,  $m / c^2$ ;

$M$  - маса розмотується рулону і частин, що обертаються з ним (вала, конусних втулок і ін.),  $M = 25$  кг;

$d$  - діаметр опорного підшипника по поверхні тертя,  $d = 0,03$  м;

$f$  - коефіцієнт тертя в опорному підшипнику,  $f = 0,02$ .

$$M_T = 0,5 \times 9,81 \times 25 \times 0,03 \times 0,02 = 0,73 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Момент, обумовлений інерцією розганяється рулону і частин, що обертаються з ним (вала, конусних втулок і ін.), Визначається за формулою:

$$M_{II} = J_{\Sigma} \cdot \varepsilon = J_{\Sigma} \cdot \frac{115 \cdot v^2}{D_p^2 \cdot \alpha_p}, H \cdot m$$

де  $J_{\Sigma} = J_p + J_b$  - сумарний момент інерції рулону і частин, що обертаються з ним (вала, конусних втулок і ін.)

$$J_p = \frac{m_p}{2} \cdot (R_p^2 + r_p^2) - \text{момент інерції рулону, кг} \cdot \text{м}^2;$$

$m_p$  - маса рулону,  $m_p = 20$  кг;

$R_p$  і  $r_p$  - радіуси рулону і його осьового отвору відповідно,  $0,2$  і  $0,07$  м відповідно;

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

$$J_p = \frac{20}{2} \cdot (0,2^2 + 0,07^2) = 0,449, \text{ кг / м}^2$$

$$J_B = \frac{m_B \cdot R_B^2}{2} - \text{сумарний момент інерції вала і частин, що обертаються з ним}$$

рулонорозмотувача, кг · м<sup>2</sup>;

$m_B$  - маса вала і обертаються з ним частин (конусних втулок, кілець підшипників, шківів передачі обертання і ін.),  $m_B = 5$  кг;

$R_B$  - радіус вала,  $R_B = 0,05$  м;

$$J_B = \frac{5 \cdot 0,02^2}{2} = 0,001, \text{ кг / м}^2$$

$$J_\Sigma = 0,449 + 0,001 = 0,45, \text{ кг / м}^2$$

$$\omega = \frac{2 \cdot v}{D_p} - \text{кутова швидкість, с}^{-1};$$

$$\omega = \frac{2 \cdot 2}{0,2} = 20, \text{ с}^{-1};$$

$$\alpha_t = \frac{\pi \cdot \alpha_p}{180} - \text{кутовий шлях, пройдений радіусом за час t, рад};$$

$$\alpha_t = \frac{3,14 \cdot 70}{180} = 1,22, \text{ рад};$$

$$\varepsilon = \frac{\omega^2}{2 \cdot \alpha_t} = \frac{115 \cdot v^2}{D_p^2 \cdot \alpha_p} - \text{кутове прискорення, с}^{-2};$$

$$\varepsilon = \frac{10^2}{2 \cdot 1,22} = 40, \text{ с}^{-2};$$

$t$  - час кутового прискорення, с;

$v$  - найбільша швидкість розмотування стрічки, м / с;

$D_p$  - зовнішній діаметр рулону, м;

$\alpha_p$  - кут прискорення (розгону) рулону, град.

$$M_H = 0,45 \cdot \frac{40 \cdot 2^2}{0,2^2 \cdot 70} = 25,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Момент, створюваний гальмівним пристроєм, для зупинки рулону, може бути визначений за формулою:

$$M_{TM} = M_H - M_T, \text{ Н} \cdot \text{м}$$

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ док.м	Підпис	Дата		

$$M_{TM} = 25,7 - 0,73 = 24,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

За обчисленому значенню  $M_{TM}$  вибирається або проектується відповідний гальмівний механізм рулонорозмотувача.

$$M_K = 0,73 + 25,7 + 24,07 = 50,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Максимальна сила опору просуванню стрічки  $P_{max}$  визначається за формулою:

$$P_{max} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5, \text{ Н}$$

де  $P_1 = g \cdot m_1 \cdot f_1$  - сила опору, обумовлена тертям, що просувається ділянки стрічки по опорній поверхні, Н;

$g$  - прискорення вільного падіння, м / с<sup>2</sup>;

$m_1$  - маса ділянки стрічки, що просувається, кг;

$f_1$  - коефіцієнт тертя між стрічкою і опорною поверхнею;

$$P_1 = 9,81 \times 0,6 \times 0,04 = 0,88 \text{ Н};$$

$P_2 = m_1 \cdot a$  - сила опору, обумовлена прискоренням (інерцією) ділянки стрічки, що просувається при подачі, Н;

$a$  - прискорення ділянки стрічки, що просувається в циклі подачі, м / с<sup>2</sup>;

$$P_2 = 0,6 \times 2 = 1,2 \text{ Н};$$

$$P_3 = \frac{J_B \cdot \varepsilon_B}{R_B} - \text{ сила опору, обумовлена прискоренням (інерцією)}$$

неприводного притискного валка подачі, Н;

$$J_B = \frac{m_B \cdot R_B^2}{2} - \text{ момент інерції неприводного притискного валка подачі, кг} \cdot \text{м}^2;$$

$$J_B = \frac{5 \cdot 0,02^2}{2} = 0,001, \text{ кг} \cdot \text{м}^2 - \text{ врахували при розрахунку крутного моменту};$$

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

$$R_B = 0,02 \text{ м}; \varepsilon_B = 40 \text{ с}^{-2};$$

$$P_3 = \frac{0,001 \cdot 40}{0,02} = 2H;$$

$$P_5 = \frac{M_K}{R_p} - \text{сила, обумовлена опором рулону, якщо він встановлений в}$$

неприводному рулонорозмотувачі, Н;

$M_K$  - крутний момент, що забезпечує обертання рулону, Н · м;

$R_p$  - радіус рулону, м.

$$P_5 = \frac{50,5}{0,2} = 252,5H;$$

$$P_{\max} = 0,88 + 1,2 + 2 + 252,5 = 256,58 \text{ Н};$$

Розрахуємо тягове зусилля  $T_{\Pi}$ , яке повинен розвивати механізм подачі для просування стрічки без просковзування:

$$T_n = N_3 \cdot f \cdot z \geq k \cdot P_{\max}, \text{ Н}$$

де  $N_3$  - сила затиснення стрічки захватним органом (валками) подачі,  $N_3 = 12000 \text{ Н}$ ;

$f$  - коефіцієнт тертя ковзання між захватним органом (валками) і стрічкою,  $f = 0,03$ ;

$z$  - число приводних органів в подачі,  $z = 2$ ;

$k$  - коефіцієнт запасу тягучого зусилля подачі ( $k = 1,2 - 1,3$ );

Приймаємо  $k = 1,2$ ;

$P_{\max}$  - максимальна сила опору просуванню стрічки,  $P_{\max} = 256,58 \text{ Н}$ .

$$T_{\Pi} = 12000 \times 0,03 \times 2 = 720 \text{ Н} \geq 1,2 \times 256,58 = 308,5 \text{ Н};$$

Виходячи з конструкції механізму протягування, навантажень що діють на привід з боку вузла зварювання та необхідності точного позиціювання приводу за номенклатурою фірми «CAMOZZI» [6] підберемо виконавчий механізм у вигляді електромеханічного лінійного модуля серії 5E марки 5ES050TBL2250AS10.

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ док.м	Підпис	Дата		



$D_p$ -діаметр шківів, мм;

Кутове прискорення:

$$\omega = \frac{2 \cdot a}{D_p} = \frac{2 \cdot 50}{0,04775} = 2,09 \text{ рад/с}^2$$

$a$ -лінійне прискорення, м/с<sup>2</sup>;

$$C_{M2} = J_{\text{TOT}} \cdot \omega = 2,09 \cdot 372,07 = 777,62 \text{ Нм}$$

Зусилля, необхідне для переміщення компонентів модуля:

$$F_{\text{TT}} = F_{\text{TF}} + F_{\text{TV}} = 63,5 + 2,1 = 65,6 \text{ Н}$$

$F_{\text{TF}}$ -зусилля, необхідне для переміщення компонентів фіксованої довжини, Н;

$$F_{\text{TF}} = m_{C1} \cdot a = 1,27 \cdot 50 = 63,5 \text{ Н}$$

$m_{C1}$ -маса компонентів фіксованої довжини, кг;

$F_{\text{TV}}$ -зусилля, необхідне для переміщення компонентів змінної довжини, Н;

$$F_{\text{TV}} = K_{\text{TV}} \cdot C \cdot a = 2,1 \cdot 10^{-4} \cdot 200 \cdot 50 = 2,1 \text{ Н}$$

$K_{\text{TV}}$ -коефіцієнт маси для коефіцієнтів змінної довжини, кг/мм;

$C$ -хід лінійного модуля, мм;

Момент необхідний для компонентів, що переміщуються лінійно:

$$C_{M3} = \frac{F_{\text{TT}} \cdot D_p}{2} = \frac{65,6 \cdot 0,04775}{2} = 1,56 \text{ Нм}$$

### Висновок:

Під час розрахунків поршневого дозатора були встановлені зусилля, що необхідні для дозування в'язкої продукції, час кінематичного циклу, підібраний пневмоциліндр необхідний для виконання технологічного процесу. Також проектний розрахунок включав в себе визначення тягового зусилля необхідного для протягування плівки та моментів сил що виникали при цьому, підібраний привід що задовольняв виконання даної операції.

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

### Розділ 3

## Розробка технологічного процесу та розрахунки технологічних операцій виготовлення ключової деталі вузла машини

### 3.1. Вибір та обґрунтування технологічних баз

Базування – надання заготовці чи виробу одного і того ж потрібного положення (їх орієнтування) відносно вибраної системи координат, зв'язаної з інструментом при обробці або з базовим вузлом.

З механіки відомо, що тверде тіло має шість ступенів вільності: три пов'язані з переміщенням тіла уздовж трьох взаємно перпендикулярних осей координат OX, OY, OZ і три — з можливим його поворотом відносно цих осей. При установці деталі для обробки кожен зі ступенів вільності пов'язується шляхом притиску деталі до відповідної нерухомої точки (опори). Кожна опора зв'язує один ступінь вільності деталі, отже для позбавлення деталі всіх ступенів вільності необхідно, щоб у пристрою було шість нерухомих опорних точок (правило шести точок).

Характер базування визначається геометрією і розмірами об'єктів обробки, числом ступенів вільних переміщень. Для збереження необхідного руху предмета обробки необхідно заблокувати частина ступенів свободи.

Вибір технологічних баз є одним з найскладніших і принципових розділів проектування технологічних процесів. Від правильного вибору технологічних баз значною мірою залежать: фактична точність виконання розмірів, заданих кресленням; правильність взаємного розташування оброблювальних поверхонь; ступінь складності і конструкція пристроїв для закріплення заготовки, різальних і вимірювальних інструментів, необхідних для виконання робіт; продуктивність праці робітника. Технологічна база, яку використовують при першому установі заготовки, називається чорною технологічною базою.

					ДП.ПО.13.00.000			
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
Розроб	Стрельченко				Модернізація обладнання для пакування	Літера	Лист	Листів
Перев.	Бойко						44	14
Н. Контр.						НУХТ		
Затв						ПМ-4-8ск		

Такою базою треба обирати поверхні, що надалі використовуються як технологічні бази. Одним з найважливіших завдань, яке вирішується при виконанні першої операції обробки на чорновій базі, є забезпечення рівномірного розподілу припусків, що особливо важливе під час обробки відповідальних деталей складної конфігурації, які виготовляються з відливок і поковок.

При виборі чорнових баз керуються наступними рекомендаціями:

- 1) чорнова базова поверхня повинна забезпечувати стійке положення заготовки в пристосуванні;
- 2) якщо у деталі є необроблювані поверхні, то ці поверхні можуть використані в якості чорнових баз;
- 3) якщо всі поверхні заготовки підлягають обробці, то в якості чорнових баз використовуються поверхні з мінімальними припущеннями.

При виборі чистових баз керуються наступними рекомендаціями:

- 1) використовувати за можливості принцип сполучення баз, тобто в якості технологічних баз використовувати поверхні, які є вимірювальними і конструкторськими;
- 2) використовувати за можливості принцип сталості технологічних баз, тобто в ході обробки на більшості операцій в якості технологічних баз використовувати одні й ті ж поверхні;
- 3) прагнути виконувати принцип зміни баз, тобто в разі потреби зміни баз використовувати найбільш точні поверхні;
- 4) вибрані базові поверхні повинні мати відповідні розміри для надійного і точного закріплення пристосування.

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

Для блокування ступенів свободи використовуються базуються пристрої: призми, роликові опори, вальці, столи, лінійки, упори, лотки, торцеві упори та затискачі, кліщові пристрою.

Для базування обраної деталі через її розміри та форму доцільно буде використати 3-х кулачковий патрон. Для забезпечення кращого базування доцільно буде внідрити в корпус кулачка додатковий упор для спрощення базування.

### **3.2. Вибір технологічного обладнання, оснащення та інструменту**

Вибір технологічного обладнання повинен базуватись на аналізі витрат на реалізацію технологічного процесу в межах життєвого циклу виробів при заданій їх якості. Результати аналізу подають відношенням: основних часів, штучних часів, приведених затрат при виконанні робіт на різних верстатах.

Обладнання вибирають за головним критерієм, що найбільше виявляє його функціональне призначення і технологічні можливості. Таким критерієм є вид обробки, на який розрахований верстат, відповідно до його службового призначення (токарний - для точіння, фрезерний - для фрезерування та ін.). Другим за важливістю критерієм є габаритні розміри робочої зони верстата, які повинні відповідати габаритним розмірам заготовки із врахуванням розмірів пристрою. Третім критерієм є відповідність верстата необхідній точності обробки.

Забезпечивши дотримання цих трьох основних вимог подальший аналіз ведуть у напрямку виявлення можливості роботи на оптимальних режимах, відповідності верстата за потужністю, продуктивністю, можливості його механізації та автоматизації. Аналіз повинен виходити з того, що зведені витрати на виконання операції повинні бути мінімальними, а період окупності меншим, ніж життєвий цикл виробів, що виготовляються. При цьому враховують також зручність обслуговування, можливість багатостанкового обслуговування, вимоги

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

техніки безпеки та промислової санітарії. Річні приведені затрати на використання обладнання визначають за розмірами витрат на його придбання (виготовлення) та експлуатацію. Продуктивність обладнання визначають на базі аналізу життєвого циклу виробів.

За допомогою технологічного оснащення оброблювану деталь (заготовку) встановлюють та закріплюють відносно інструмента і робочих органів верстата, встановлюють та закріплюють обробний інструмент, обробляють, виконують складальні операції, транспортують об'єкти обробки чи інструменти у зону обробки.

За ступенем універсалізації розрізняють технологічне оснащення

- спеціальне — для певних конкретних деталей,
- універсально-налагоджувальне — для деталей різних за формою і розмірами (її переналагоджують на кожний розмір, замінюючи деякі вузли);
- універсальне — для різних деталей.

Технологічне оснащення за методом створення буває агрегатованим, складеним з самостійних нормалізованих і універсальних вузлів, і неагрегатованим — з вузлів і деталей спеціального призначення. Агрегатованим є універсальне збірне технологічне оснащення, що його складають з типових вузлів і деталей, а потім за відсутності потреби у ньому — розбирають.

За функціональним призначенням технологічне оснащення поділяють на:

- установочне (наприклад, оправка, планшайба);
- затискне (затискний патрон, різьбові, клинові та інші затискачі);
- напрямне (наприклад, кондуктор);
- центрувальне;

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

- поворотне та ділильне (поворотний стіл, ділильна і револьверна головки тощо).

При виборі типу і конструкції різального інструменту необхідно враховувати характер виробництва, метод обробки, тип верстата, розмір, конфігурацію та матеріал оброблюваної заготовки, необхідну якість поверхні, точність обробки. Характер виробництва впливає на вибір різального інструменту з економічної точки зору. Так, у масовому виробництві застосування спеціального багатолезового інструменту є доцільним, оскільки затрати на його виготовлення швидко перебиваються за рахунок зниження вартості деталі у зв'язку з пришвидшенням її обробки. В той же час в одиничному виробництві застосування спеціального інструменту може виявитись не вигідним. У цьому випадку до спеціального інструменту вдаються лише тоді, коли стандартним інструментом обробити деталь неможливо. Взагалі необхідно пам'ятати, що застосування стандартного інструменту необхідно визнати більш бажаним незалежно від характеру виробництва, оскільки він у 5...10 разів дешевший аналогічного спеціального. Метод обробки, прийнятий для виконання операції, визначає тип інструменту.

Для виконання технологічних операцій по механічній обробці деталі «Кришка» використовується наступне технологічне обладнання:

### Токарно-фрезерний обробний центр Hyundai WIA L230 LMA



					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

Зроблено фірмою Hyundai WIA (Корея) з системою управління Siemens 828D mit Shopturn. Рік випуску: 2016. Верстат оснащений 12-ти позиційної револьверної головкою де всі інструменти приводні, основним і контр шпинделем с осями, похилою станиною, пристроєм прив'язки інструменту TOOL EYE для автоматичного вимірювання інструменту і його зносу, системами охолодження, улавлювачем деталей, автоматичним скидачем стружки, захистом кабінетного типу з підсвічуванням робочої зони, інтрефейсом RS-232.

**Технічні характеристики токарно-фрезерного обробного центру  
Hyundai WIA L230 LMA:**

Виробник	Hyundai WIA (Корея)
Модель	Wia L230LMA
Рік випуску	2016
Система управління	Siemens 828D mit Shopturn
Макс. довжина точіння	521 мм
Макс. Ø точіння	355 мм
Макс. Ø над станиною	600 мм
Отвір в шпинделі Ø	65 мм
Інструментальних місць в револьвері	12
Приводних інструментів в револьвері	12
Посадочне місце інструменту	BMT55
Швидкість робочої подачі X / Z / B	36/36/30 м / хв.
C- вісь з дискретністю	0,001°
Оберти шпинделя	4 000 об / хв
Потужність шпинделя	15кВт
Оберти протівошпинделя	5000 об / хв
Оберти приводного інструмента	5000 об / хв
Потужність приводного інструмента	5, 5 кВт

					ДП.ПО.13.00.000	Арк. 49
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

Кінець шпинделя

A2-6

Вага верстата

4 800 кг

### 3.3. Розробка маршруту механічної обробки

Для кожного типу виробництва характерні свої маршрути виготовлення деталі. Проектування тих операцій має вирішувати конкретні завдання: видалити найбільший шар металу з обробленою поверхні (чорнова обробка), або отримати більш точну величину і взаємне розташування поверхні (чистова), або домогтися високої точності і якості обробки поверхні (обробна обробка). Якщо б завдання не ставилося в розробленій інформації необхідно виходити з умов скорочення трудових витрат і підвищення якості продукції, що випускається.

Розробка маршрутного техпроцесу механічної обробки заготовки є основою всього проектування. Від правильності та повноти розробки техпроцесу в чому залежить організація виробництва.

Розробляючи техпроцес обробки деталі необхідно виконати наступні умови:

- 1) намітити базові поверхні, які повинні бути оброблені на самому початку процесу;
- 2) виконати операції чорнової обробки, при яких знімають найбільший шар металу, що дозволяє відразу виявити дефекти заготовки і звільнитися від внутрішніх напружень, що викликають деформацію;
- 3) обробити в початку ті поверхні, які не знижують жорсткості деталі;
- 4) першими слід обробляти такі поверхні, які не вимагають високої точності якості;

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

5) при виборі технологічних баз слід прагнути до дотримання основних принципів базування - суміщення і сталість баз.

Розробка технологічного процесу входить в комплекс взаємопов'язаних робіт, передбачених Єдиною системою технологічної підготовки виробництва(ЄСТПП). Для кожного виробництва характерні свої маршрути виготовлення деталей.

Для среднесерійного виробництва слід прагнути будувати технологічний процес, орієнтуючись на використання змінно-потоккових ліній, коли послідовно виготовляються партії деталей одних найменувань або розмірів, або групових потоккових ліній, коли паралельно виготовляються партії деталей різних найменувань.

Запис технологічних переходів операції виробляється, як опис технологічного процесу проєктованого на верстат з ручним управлінням.

### **3.4. Визначення режимів різання**

#### **аналітичним методом на операцію свердління Ø8**

Матеріал заготовки анодований алюміній АД1 з межею міцності  $\sigma_b=150\text{МПа}(15\text{кгс}/\text{мм}^2)$ . Необхідно вибрати ріжучий інструмент, назначити режим різання, визначити основний час.

Вибираємо свердло Ø8 з робочою частиною із швидкоріжучої сталі Р6М5 та  $2\phi=120^\circ$ ,  $2\phi_0=70^\circ$ ,  $\psi=55^\circ$ ,  $\alpha=11^\circ$ ,  $\omega=30^\circ$ .

- Назначаємо подачу

Для свердління алюмінію з  $\sigma_b \leq 160 \text{ кгс}/\text{мм}^2$  і діаметрі свердла до 8 мм подача:

$$S_{\text{отабл}}=0,18-0,24\text{мм}/\text{об.}$$

Знайдену подачу корегуємо по паспортним даним верстата:

$$S_{\text{од}}=0,2\text{мм}/\text{об}$$

- Назначаємо період стійкості свердла

Для свердла  $D < 20\text{мм}$  з швидкоріжучої сталі при обробці анодованого алюмінію рекомендуємий період стійкості  $T=35\text{хв.}$

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

- Знаходимо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K;$$

$$K = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

Беремо з довідника коефіцієнти і показники степенів формули для свердління анодованого алюмінію з  $\sigma_B = 15$  кгс/мм<sup>2</sup> інструментом з швидкоріжучої сталі:  $C_v = 36,3$ ;  $q = 0,25$ ;  $y = 0,55$ ;  $m = 0,125$ ;

$$V = \frac{36,3 \cdot 8^{0,25}}{35^{0,125} \cdot 0,2^{0,55}} \cdot 1 = 94,8 \text{ м/хв}$$

- Частоту обертання шпинделя відповідно знайденої швидкості знаходимо за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D};$$

$$n = \frac{94,8 \cdot 1000}{3,14 \cdot 8} = \frac{94800}{3,14 \cdot 8} = 3771,9 \text{ об/хв};$$

Знайдену частоту обертання корегуємо по паспорту верстата:

$$N_d = 3800 \text{ об/хв};$$

- Знаходимо дійсну швидкість різання формулою:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000};$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 3800}{1000} = 95,5 \text{ м/хв}.$$

- Знаходимо обертовий момент від сил опору різання:

$$M_{об} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p;$$

Беремо з довідника коефіцієнти і показники степенів формули для свердління анодованого алюмінію з  $\sigma_B = 15$  кгс/мм<sup>2</sup> інструментом з швидкоріжучої сталі:  $C_m = 0,005$ ;  $q = 2$ ;  $y = 0,8$ ,  $K_p = 1$ ;

$$M_{об} = 10 \cdot 0,005 \cdot 8^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1 = 0,88 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

- Визначаємо осьову складову сили різання

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Беремо з довідника коефіцієнти і показники степенів формули для свердління анодованого алюмінію з  $\sigma_b = 15 \text{ кгс/мм}^2$  інструментом з швидкоріжучої сталі:  $C_p = 9,8$ ,  $q_p = 1$ ,  $y_p = 0,7$ ,  $K_p = 1$ ;

$$P_o = 10 \cdot 9,8 \cdot 8^1 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 1 = 98 \cdot 8 \cdot 0,324 \cdot 1 = 254 \text{ Н}$$

Необхідно виконати умову:

$$P_o \leq P_{\max}$$

$P_{\max}$  - максимальне значення осьової складової сили різання, допускаємої механізмом подачі верстата

По паспортним даним верстата  $P_{\max} = 15000 \text{ Н}$

Так як  $254 < 15000$  то назначена подача допустима.

- Потужність різання визначають за формулою:

$$N_{\text{різ}} = \frac{M_{\text{об}} \cdot n}{975};$$

$$N_{\text{різ}} = \frac{0,88 \cdot 3800}{975} = 3,4 \text{ кВт}$$

- Перевіряємо чи достатня потужність верстата для обробки деталі

Обробка деталі можлива якщо  $N_{\text{різ}} \leq N_{\text{шп}}$

Потужність на шпінделі верстата визначається за формулою :

$$N_{\text{шп}} = N_d \cdot \eta;$$

У верстата  $N_d = 5,5 \text{ кВт}$ , а  $\eta = 0,8$ ;

$$N_{\text{шп}} = 5,5 \cdot 0,8 = 4,4 \text{ кВт}$$

$3,4 < 4,4$  тобто обробка можлива.

### 3.5. Визначення режимів різання

#### аналітичним методом на операцію фрезерування уступу шириною 20

Матеріал заготовки анодований алюміній АД1 з межею міцності  $\sigma_b = 150 \text{ МПа}$  ( $15 \text{ кгс/мм}^2$ ). Необхідно вибрати ріжучий інструмент, назначити режим різання, визначити основний час.

					ДП.ПО.13.00.000	Арк. 53
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

Вибираємо фрезу Ø28 з робочою частиною із швидкоріжучої сталі Р6М5 та кількістю зубів  $z=6$ .

- Назначаємо подачу на зуб для обробки анодованого алюмінію фрезою з матеріалом ріжучої частини Т15К20  $S_z=0,18$ .

- Назначаємо період стійкості фрези  
Для кінцевої фрези  $D < 20\text{мм}$   $T=35\text{хв}$ .

- Знаходимо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v;$$

$$K = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

Беремо з довідника коефіцієнти і показники степенів формули для фрезерування анодованого алюмінію з  $\sigma_B=15$  кгс/мм<sup>2</sup> інструментом з твердосплавною ріжучою кромкою :  $C_v=185,5$ ;  $q=0,45$ ;  $x=0,3$ ;  $y=0,2$ ;  $u=0,1$ ;  $p=0,1$ ;  $m=0,33$ ;

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v = \frac{185,5 \cdot 18^{0,45}}{35^{0,33} 4,5^{0,3} 0,18^{0,2} \cdot 22^{0,1} \cdot 6^{0,1}} \cdot 1 = 115,7 \text{ м/хв}$$

- Частоту обертання шпинделя відповідно знайденої швидкості знаходимо за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D};$$

$$n = \frac{115,7 \cdot 1000}{3,14 \cdot 18} = \frac{115700}{3,14 \cdot 18} = 2046 \text{ об/хв};$$

Знайдену частоту обертання корегуємо по паспорту верстата:

$$N_d = 2200 \text{ об/хв};$$

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		



1	2	3	4	5	6	7	8
015	Токарно-автоматна з ЧПУ						
	Підрізати торець витримавши розмір 40±0,08	27	13	1	0,5	1800	159,7
	Центрувати отвір Ø2 на глибину 2 витримавши розмір 10	2	2	1	0,15	3800	87,3
	Свердлити отвір під різь 1/4" на глибину 17 витримавши розмір 10	8,5	17	4,5	0,4	2600	69,4
	Зенкувати фаску 1x45°	10,5	1	1	0,14	2600	85,7
	Нарізати різь 1/4"-А на глибину 12	8,5	12	1	1	355	4,5
	Свердлити отвір Ø8 на глибину 8	8	8	5	0,4	2600	66
	Розточити отвір Ø12,5 на глибину 10	12,5	10	1	0,5	3000	195,6
	Зняти фаску 1x45°	14,5	1	1	0,5	3000	159,7
	Точити до Ø25±0,05 витримавши розмір 2 начорно, начисто	25	4	2	0,5	2000	157
	Точити канавку до Ø24 шириною 1 витримавши розмір 1	24	2	1	0,5	2200	159,7

**Висновок:** обравши деталь для обробки було обрано пристосування, ріжучий інструмент та обладнання для її обробки. В ході розрахунку були знайдені основні параметри при фрезеруванні уступу шириною 20 та свердління отвору Ø8 аналітичним методом, обчисленні режими різання на всі поверхні табличним методом.

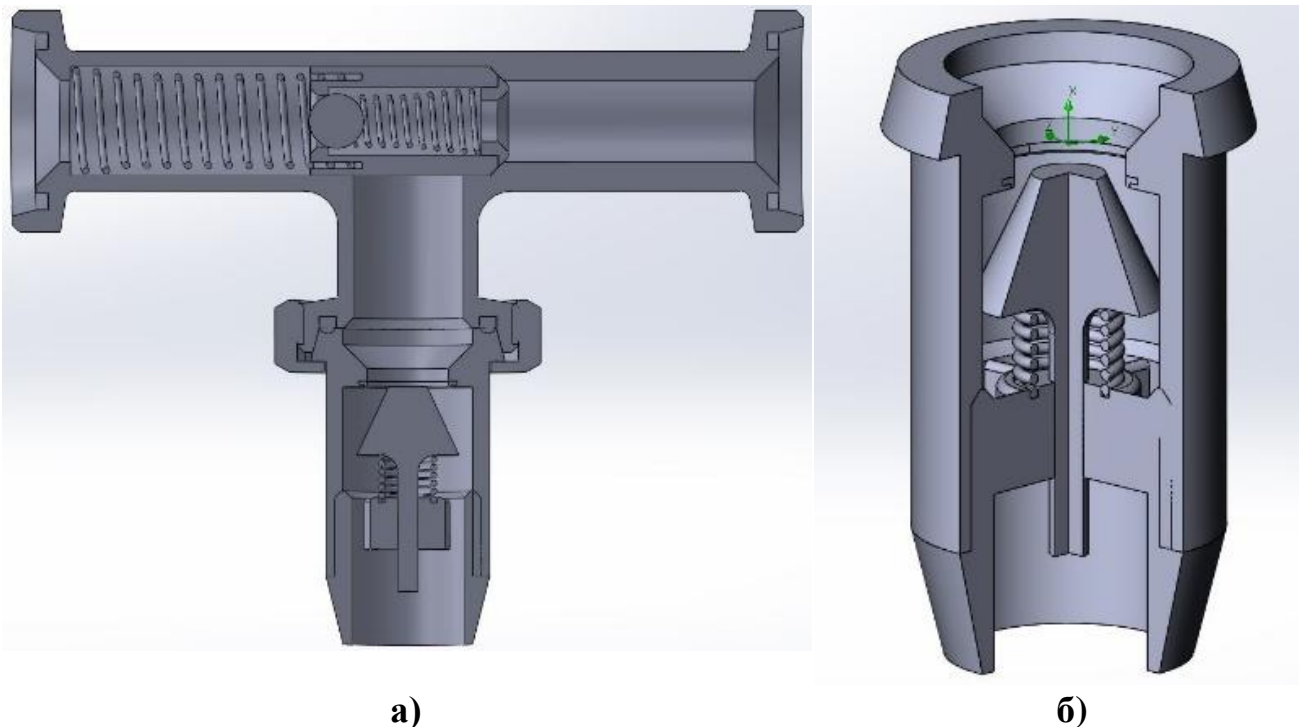
									Арк.
									56
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата	ДП.ПО.13.00.000				

## Розділ 4

### Наукова частина

Серед варіантів технологічного процесу фасування в'язких харчових продуктів можна виділити дві основні схеми, які найчастіше використовують у сучасних пакувальних машинах. Принципова відмінність між ними полягає у траєкторії руху споживчих упаковок. Основні енергозатратні складові пакувальної машини це система підведення та контролю харчового продукту та дозувально-фасувальний модуль із запірною-регулюючою системою.

Об'єктом дослідження обрано імітаційну модель пакувальної машини із запірним механізмом виділення дози за рахунок протитискування у каналі дозувально-фасувального модуля. Для цього розроблено 3D модель технічної системи в ПП Solidworks 2018 (рис.1), блоки якої показують зв'язки системи із зовнішнім середовищем, а також витрати енергії у складових її елемента.



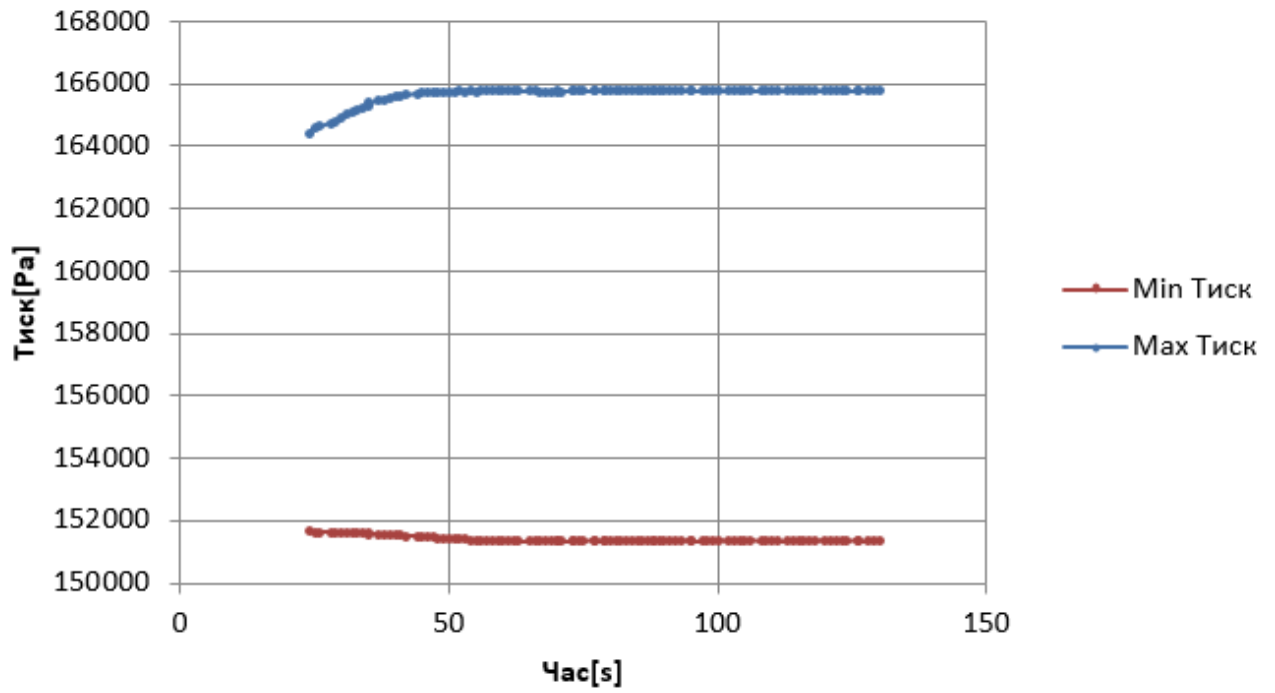
**Рис 4.1. 3D моделі технічної системи в ПП Solidworks 2018:**

**а) 3D модель регулюючої запірної арматури золотникового типу.**

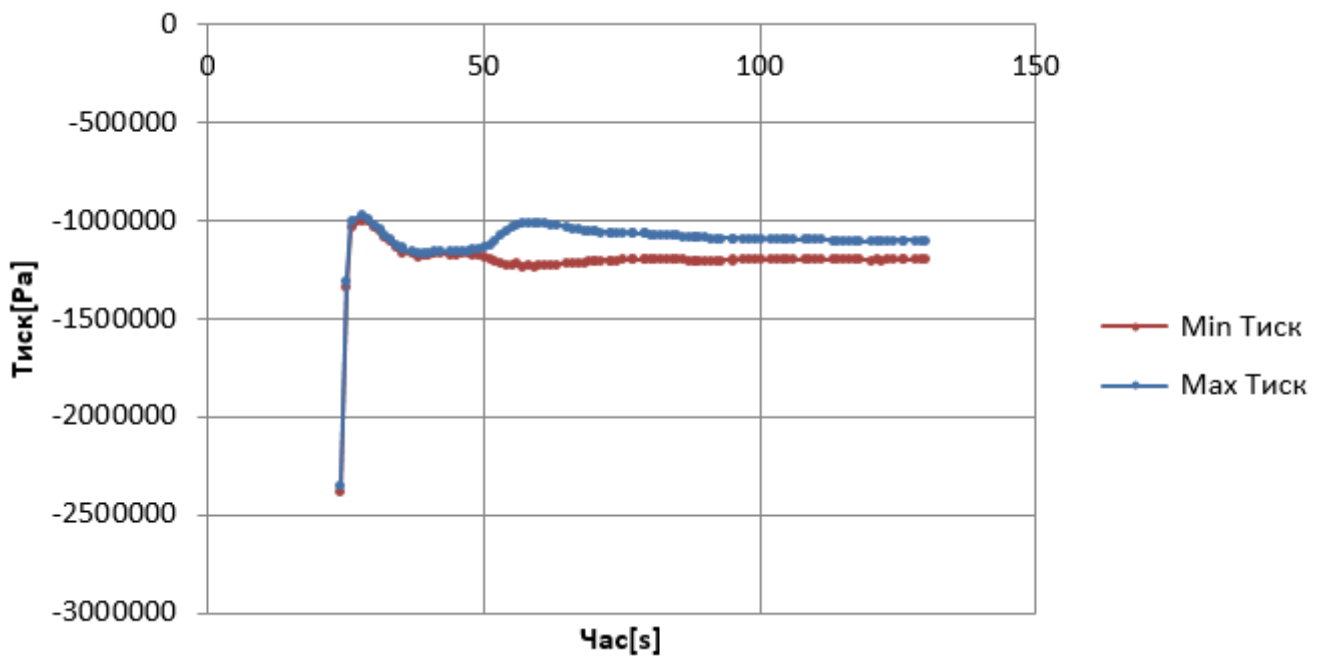
**б) внутрішній вигляд відсічного клапану.**

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		



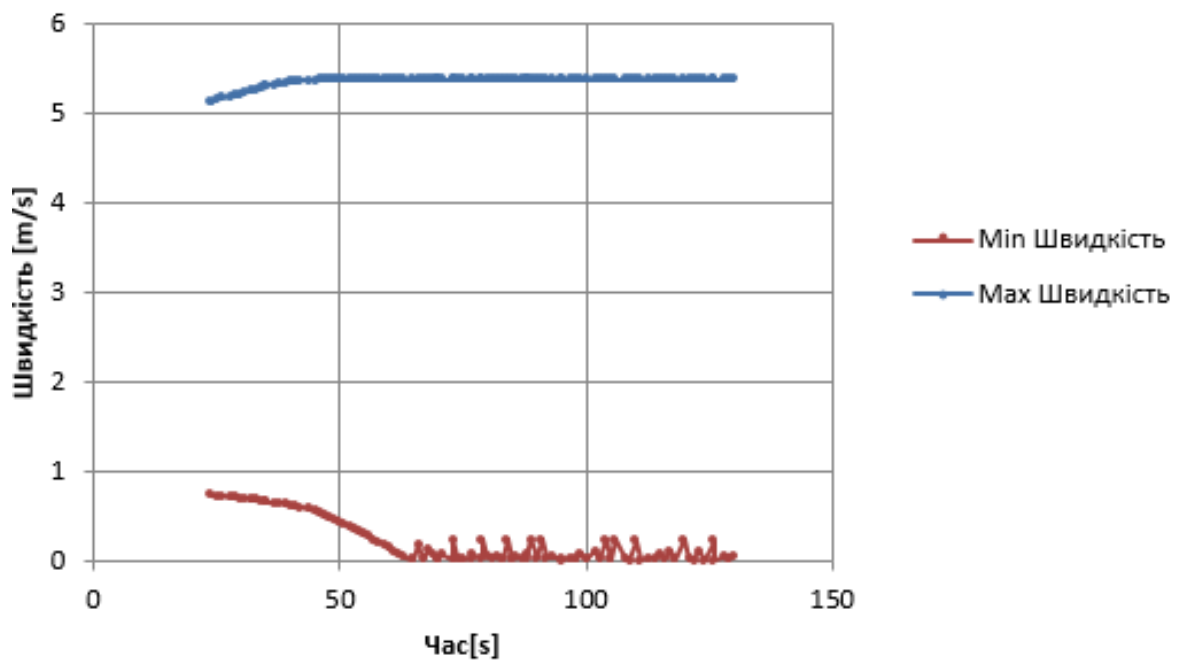


**Рис 4.3. Графік тиску на вході в запірній арматурі при виконанні забору дози**

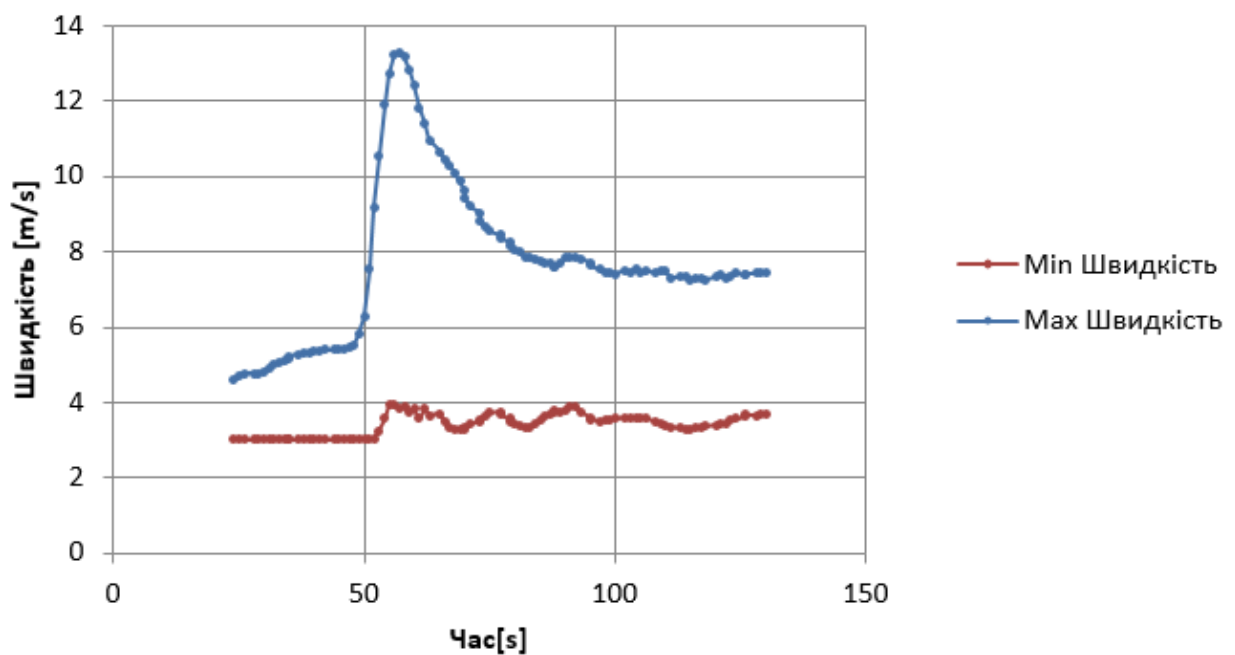


**Рис 4.4. Графік тиску на виході із запірної арматури при виконанні забору дози**



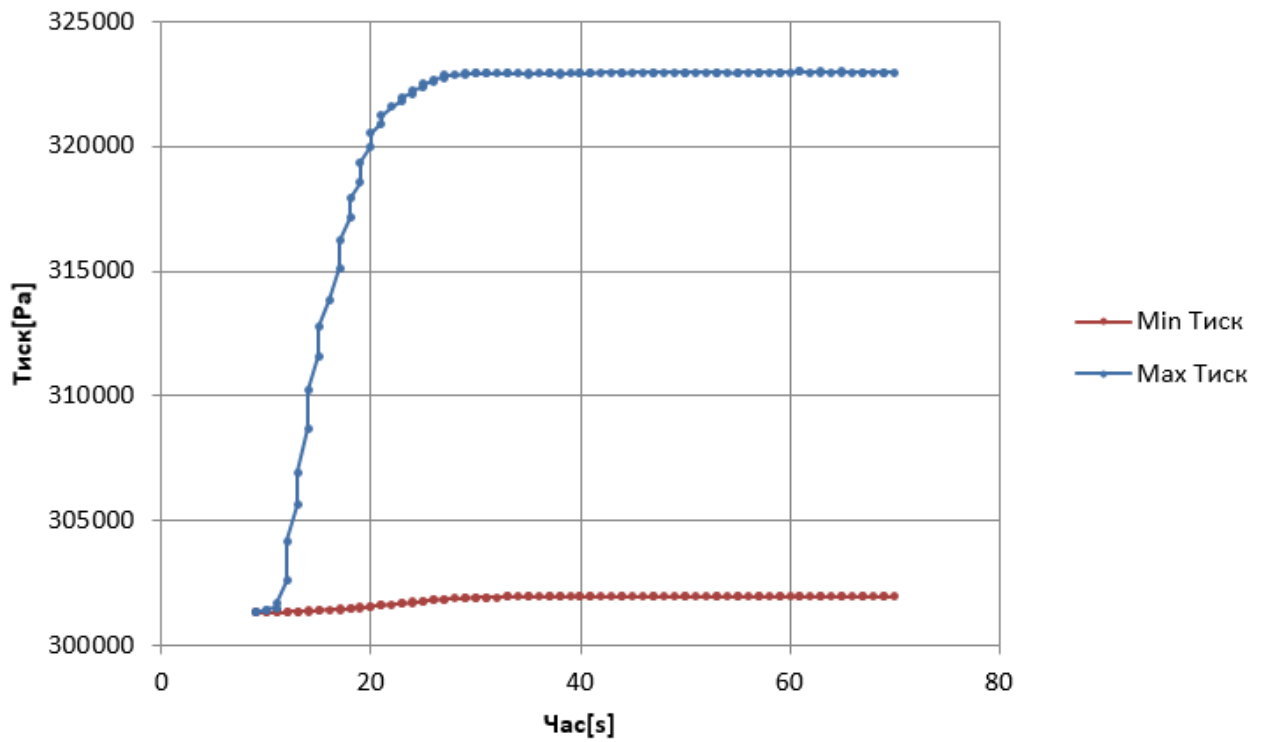


**Рис 4.7. Графік швидкості на вході в запірній арматурі при виконанні забору дози**

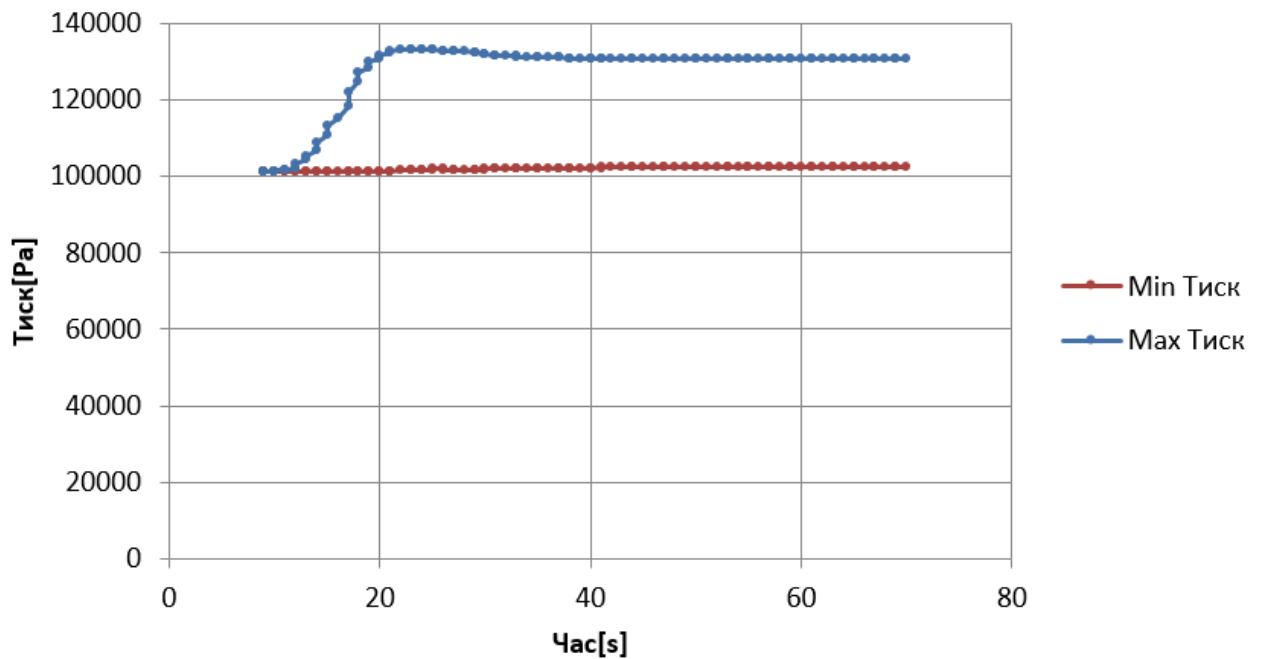


**Рис 4.8. Графік швидкості на виході із запірної арматури при виконанні забору дози**



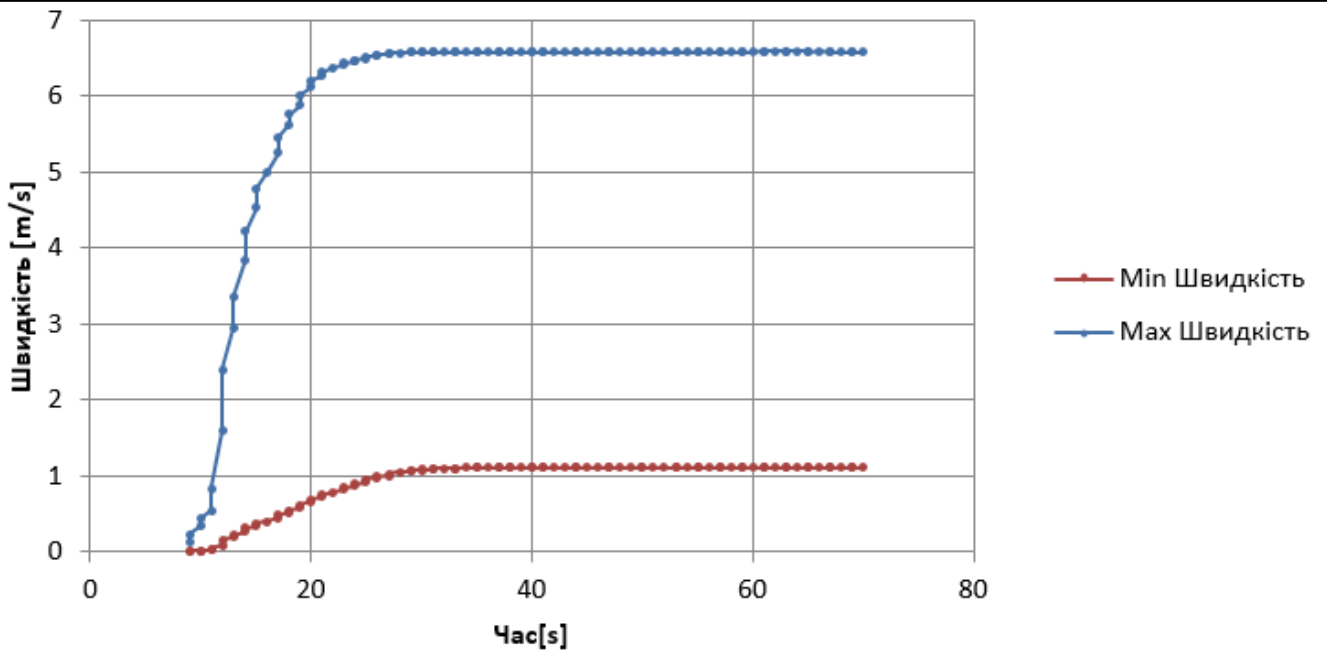


**Рис 4.11. Графік тиску на вході в запірній арматурі при виконанні дозування**

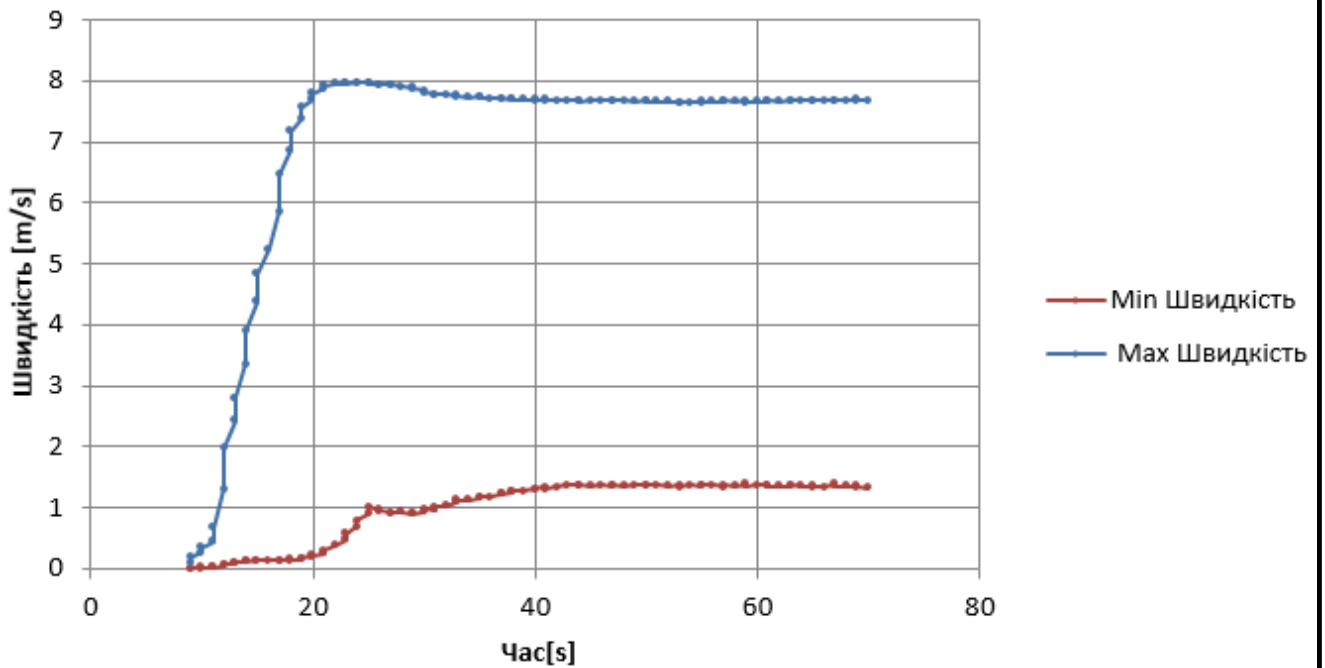


**Рис 4.12. Графік тиску на виході із запірної арматури при виконанні дозування**

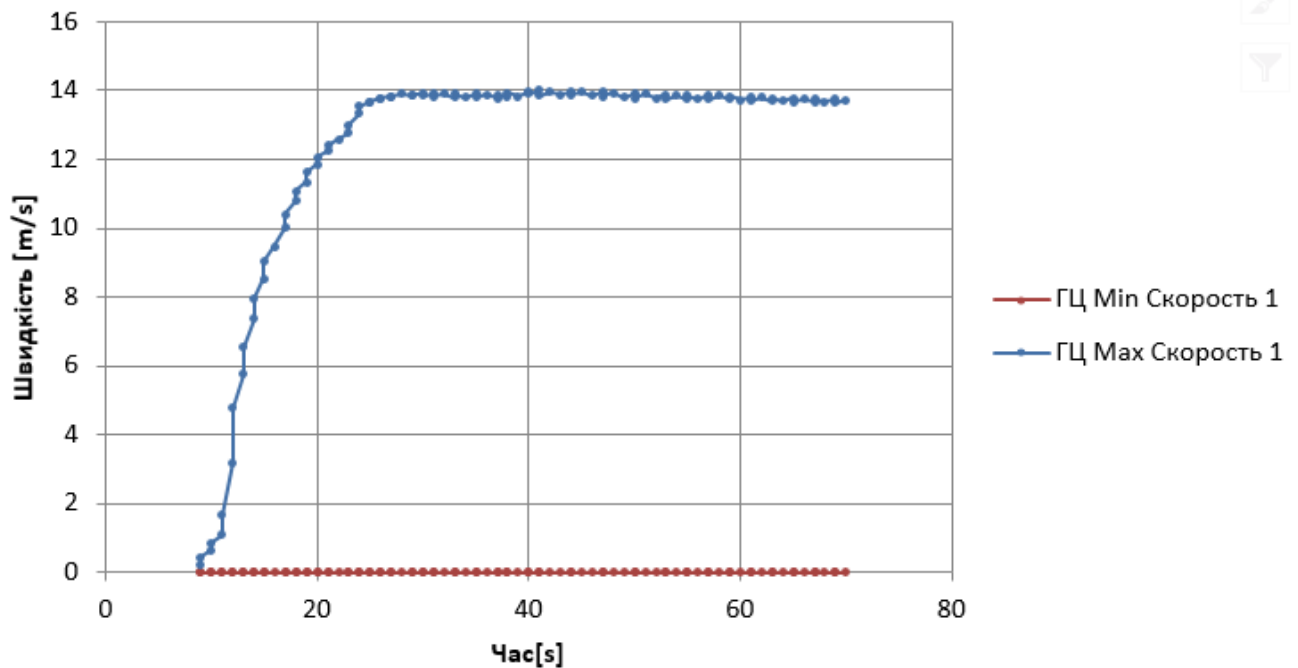




**Рис 4.15. Графік швидкості на вході в запірній арматурі при виконанні дозування**



**Рис 4.16. Графік швидкості на виході із запірної арматури при виконанні дозування**



**Рис 4.17. Загальний графік швидкості в запірній арматурі при виконанні дозування**

Оглянувши графічне зображення розподілу швидкості при виконанні дозування можна звернути увагу, що в збільшення швидкості спостерігається в місцях звуження каналу та на початку виходу продукту з каналу.

**Висновок:** Через необхідність проведення розрахунків була проєктована 3D модель технічної системи, у складі: запірної арматури та відсічного клапану. В ході дослідження було проведено визначення значень тиску в запірній арматурі та швидкості потоку продукту в трубопроводі під час забору дози та процесу дозування.

## Розділ 5

### Монтаж, експлуатація, діагностика, охорона праці

#### 5.1. Монтаж обладнання для упаковки молокопродуктів в полімерну плівку

Автомат повинен бути вивірений в горизонтальних і вертикальних площинах, а чотири ніжки станини повинні бути зафіксовані до підлоги анкерними болтами.

Для підключення повітря рекомендується використовувати шланги високого тиску або металеві труби діаметром не менше 15 мм, що виключають утворення корозії. Робочий тиск повітря повинно бути 0,5-0,6 МПа, а стиснене повітря забезпечує стабільну експлуатацію пневматики обладнання.

Налагодження устаткування для упаковки молокопродуктів в полімерну плівку

1. Перевірити рівень рідини в фільтрі повітря. Якщо він занадто низький, то наповнити рекомендованим за інструкцією маслом.

2. Перевірити всі повітропроводи на герметичність, а також правильне їх підключення.

3. Змастити всі вузли тертя відповідно до інструкції.

4. Перевірити правильне розташування плівки на роликах і на «комірі», а також розташування приводних коліс.

5. Всі запобіжні пристрої повинні бути встановлені на штатних місцях.

6. Прокрутити вручну обладнання на повний робочий цикл і перевірити всі вузли і механізми в режимі плавного і повільного руху.

Устаткування може бути прийнято в експлуатацію тільки в тому випадку, якщо не буде зауважень по всім пунктам перевірки.

Дуже важливо перевірити правильний напрямок обертання всіх електродвигунів.

Перевірка обертання приводу плівки

1. Включити подачу напруги.

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

2. Натиснути кнопку «ПЛІВКА ВКЛ.».

3. Ліве приводне колесо має обертатися по направленню годинникової стрілки, праве привідне колесо проти годинникової стрілки.

4. Якщо напрямок обертання неправильне, поміняти місцями два фазових дрти підключення електродвигуна.

#### Установка плівки

Вибрати необхідний «комір» відповідно до розміром упаковки та шириною плівки, а також наповнювальну трубу що відповідає розміру упаковки. Встановити рулон плівки так, щоб він легко розмотувався. Вивести плівку через натяжні ролики і через «комір». Рукою витягнути плівку з нижнього боку «коміра».

Установку рулону плівки здійснюють так, щоб центр плівки по ширині проходив через «верхню точку» «коміра», в іншому випадку рукав з плівки буде неправильно формуватися.

Включити подачу повітря. Встановити потенціометр регулювання температури повітря таким чином, щоб режим температури забезпечив зварювання полімерної плівки незалежно від її товщини і щільності.

Включити привід плівки натисканням кнопки «ПЛІВКА ВКЛ.» Зварювальна головка автоматично пересунеться в робочу позицію. Зварити півметра плівки і натиснути кнопку «ПЛІВКА ВКЛ.» Зварювальна головка автоматично відійде в сторону Після цього перевірити якість зварювального шва на міцність,

Для цього відрізати приблизно 25 мм від рукава, вставити обидва вказівні пальці в готовий рукав і розтягувати його. Якісний шов повинен витримувати витягування до 200%. В іншому випадку необхідно або підвищити тиск подачі гарячого повітря, або температуру. Якщо шов має вигляд розплавленої плівки і легко роз'єднується, то слід знизити тиск повітря. Тиск повітря повинне знаходитися в області від 0,1 до 0,3 МПа. Якщо шов має тільки незначні сліди розплавлення, то необхідно зменшити температуру повітря.

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

## 5.2. Охорона праці на підприємствах харчової промисловості

Безпека робочих багато в чому залежить від якості виробничого обладнання зберігати безпечний стан при виконанні заданих функцій в визначених умовах протягом встановленого часу, тобто його безпеку.

Залежно від призначення, конструкції, характеристики робочого середовища, а також умов протікання технологічного процесу обладнання підрозділяється на обладнання з підвищеною небезпекою і безпечне. Підвищена небезпека обладнання визначається наявністю небезпечних і шкідливих факторів, які при порушенні тих чи інших правил техніки безпеки можуть призвести до аварії чи нещасного випадку.

Значною мірою підвищена небезпека технологічного обладнання залежить від властивостей матеріалів, що переробляються їм речовин або характеристики робочого середовища. Наприклад, в спиртовому, лікеро-горілчаному виробництві вибухонебезпечними є пари спирту, в хлібопекарному, цукровому, кондитерському - борошно, цукрова пудра, какао-порошок і інші дрібнодисперсні речовини, які при певних умовах можуть створювати вибухонебезпечні концентрації.

Однак у всіх випадках першорядну роль в забезпеченні безпечної експлуатації обладнання належить безпечній конструкції, оснащеної необхідною контрольно-вимірювальною апаратурою, приладами безпеки, блокувальними пристроями, автоматичним приборам сигналізації і захисту, дозволяючим контролювати дотримання нормальних режимів технологічного процесу, а також виключаючи можливість виникнення аварій і нещасних випадків.

Основні вимоги охорони праці, що пред'являються при проектуванні машин та механізмів, є: безпека для людини, надійність і зручність експлуатації. Вимоги безпеки визначаються системою стандартів безпечної праці.

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						69
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

Згідно з цими стандартами безпеки виробничого обладнання забезпечується вибором принципів дії, конструктивних схем, застосуванням в конструкції коштів механізації, автоматизації, засобів захисту, виконання ергономічних вимог, обліку вимог безпеки в технологічній документації з монтажу, експлуатації, ремонту, транспортуванню та зберіганню

Конструкція виробничого обладнання виконується таким чином, що виключається можливість випадкового зіткнення робочих з гарячими частинами і тим самим захищає їх від опіків, передбачає захист від ураження електричним струмом, включаючи випадки помилкових дій.

Всі машини і обладнання повинні забезпечувати виключення або зниження рівнів шуму, вібрації до регламентованих рівнів.

Безпечним і оперативним способом управління роботою обладнання, що входить до складу комплексно-механізованих і автоматизованих потокових ліній, є дистанційне управління, здійснюється з центрального пульта, на якому встановлено органи управління, контрольно-вимірювальні прилади.

Схеми управління поточними лініями передбачають послідовність включення і виключення елементів ліній при аварійних ситуаціях. Крім того, передбачаються блокування, що виключають можливість повторного включення приводу будь-якої машини Для конвеєра, що входить до складу лінії, до ліквідації аварійної ситуації і видачі дозволу з місця включення.

Електробезпека в виробничих умовах забезпечується відповідною конструкцією електроустановок; технічними способами і засобами захисту; організаційно технічними заходами.

Забезпечення електробезпеки від випадкового дотику до струмоведучих частин досягається наступними технічними методами та засобами, що використовуються окремо чи в поєднанні один з одним: захисні оболонки, захисні огороження (тимчасові чи стаціонарні); безпечне розташування струмоведучих частин; ізоляція робочого місця; захисне відключення; попереджувальна сигналізація; блокування; знаки безпеки.

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						70
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

Для захисту від дотику до металевих неструмоведучих конструктивних частин електроустановок використовуються захисне заземлення, занулення, відключення, мала напруга, електричний поділ мереж, ізоляція токоведучих частин (робоча, додаткова, посилена, подвійна), контроль ізоляції, засоби захисту та запобіжні пристосування,

Мала напруга - це номінальна напруга не більше 42 В, що застосовується для зменшення небезпеки ураження електричним струмом, в виробничих умовах передбачається застосування двох малих напруг - 12 і 36 В.

Напруга до 36 в застосовується в приміщеннях з підвищеною небезпекою, особливо небезпечних і поза приміщень для питання ручного електрифікованого інструменту, переносних світильників.

Напруга не вище 12 В включно повинна застосовуватися для живлення ручних переносних ламп в особливо небезпечних приміщеннях при особливо несприятливих умовах роботи: в умовах обмеженого простору, при дотику працює з великими металевими заземленнями.

На харчових підприємствах велику увагу приділяють протипожежному захисту, який організовується відповідно до діючої в країні загальною системою забезпечення пожежної безпеки на підприємствах.

Велика роль в забезпеченні пожежної безпеки належить добровільному протипожежному суспільству (ДПС). Це суспільство веде велику роз'яснювальну пожежно-профілактичну роботу, допомагає адміністрації підприємства організувати пожежно-технічні комісії.

Під пожежною безпекою підприємства розуміється такий стан промислового об'єкта, при якому виключається можливість пожежі, а в разі його виникнення запобігає вплив на людей небезпечних факторів пожежі і забезпечується захист матеріальних цінностей.

Пожежна безпека промислових підприємств забезпечується системою запобігання пожежі і системою пожежного захисту.

Система запобігання пожежі - це комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на виключення можливості виникнення

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						71
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

пожежі. Під системою пожежного захисту промислового об'єкта розуміється комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання впливу на людей небезпечних факторів пожежі та обмеження завдаваного ними матеріального збитку.

Заходи безпеки при використанні обладнання

1. До обслуговування та управління установкою, допускаються особи, які пройшли відповідний інструктаж з техніки безпеки на робочому місці, що вивчили справжній паспорт та засвоїли безпечні прийоми і методи роботи на установці.

2. За способом захисту від ураження електричним струмом установка відноситься до 1-го класу.

3. Для забезпечення безпеки при роботі необхідно перед початком роботи оглянути установку, видалити сторонні предмети, перевірити надійність приєднання шини заземлення до заземлювального затискача на установці.

4. Двері електричних шаф повинні бути закриті.

5. Забороняється проводити наладку, заміну комплектуючих, чистку на працюючій установці.

6. Забороняється продовжувати роботу при виявленні несправностей.

7. Включення установки для регулювання і ремонту з відкритими дверима шафи управління дозволяється тільки особам, які пройшли відповідний інструктаж і мають доступ до роботи з напругою до 1000 В.

8. Не допускається залишати установку у включеному стані без нагляду.

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						72
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

## Розділ 6. Висновок

Під час виконання даного курсового проекту обравши модернізацію машини продуктивністю 20 уп/хв були вдосконаленні такі вузли: бункер-живильник, поршневий дозатор та механізм протягування плівки. Модернізація даних вузлів дала змогу підвищити продуктивність машини до 60 уп/хв.

Модернізація бункера-живильника дала змогу спростити його монтаж, обслуговування та ремонт. Перенесення в нижню частину машини бункера-живильника вирішує проблему зв'язану з необхідністю використання драбини для отримання доступу нього та унеможливорює виникнення травматичних випадків.

Поршневі дозатори широко застосовується для дозування і фасування молока, вина, соків. Інколи такі дозатори називають клапанно-поршневими. Конструкція цих дозаторів - це сукупність мірного циліндра, в якому під дією зовнішнього привода переміщається поршень, двох трубопроводів для підведення рідини від бункера до мірного циліндра для відведення сформованої дози продукції в продуктопровід пакувальної частини машини, двох клапанів, встановлених на цих трубопроводах.

Регулювання дози продукту за допомогою процесора дає змогу точно регулювати точність дозування та зменшує енерговитрати та час на наладку машини на роботу. Даний метод дозволяє спростити експлуатацію на обслуговування.

Механізми протягування відносяться до механізмів руху плівки і застосовуються для переміщення плівкового рукава на крок, що відповідає заданій довжині пакета.

Використана схема протягування плівки у порівнянні з старою дає можливість збільшити швидкість протягування, що відповідно дає змогу збільшити продуктивність. Відмова від використання ланцюга та противаги зменшує тертя ланок, шум та вібрації.

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						73
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

## Розділ 7

### Список використаної літератури

1. Соколенко А.И., Українець А.И., Яровой В.Л., Васильковский К.В., Шевченко А.Е. и др. Справочник механика пищевой промышленности; Под ред. А.И. Соколенко. – К.: АртЭк, 2004. –304с.: ил.
2. Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. „Пакувальне обладнання”.- К.:ІАЦ „Упаковка”, 2008.-435с.
3. Пакувальне обладнання : підруч. для студ. ВНЗ / О. М. Гавва, А. П. Беспалько, А. І. Волчко, О. О. Кохан. – К.: ІАЦ «Упаковка», 2010. – 744 с.
4. Кодра, Ю.В. Технологічні машини. Розрахунок і конструювання: підруч. / Ю.В. Кодра, З.А. Стоцька. – Л.: Видав. «Львівська політехніка», 2004.– 468 с.
5. Рудик Ф.Я. Монтаж, эксплуатация и ремонт оборудования перерабатывающих предприятий. / Ф.Я Рудик, Н.В. Юдаев, В Н. Буйлов – Санкт-Петербург: „ГИОРД“, 2007 –352с.
6. Каталог фірми “CAMOZZI”. Режим доступу: <http://catalog.camozzi.ua/#>
7. Каталог фірми “Vene inox”. Режим доступу: <https://www.bene-inox.com/gb/>
8. Каталог фірми “Інта”. Режим доступу: <https://inta.org.ua/-katalog-.html>
9. Веб-сайт журналу “Упаковка”. Режим доступу: [http:// upakjour.com.ua](http://upakjour.com.ua)
10. Інформаційний портал ”Харчовик”. Режим доступу: <https://mppnik.ru/publ/1780-avtomaty-m6-orv-i-m6-ord-dlya-fasovki-tvoroga-i-smetany.html>
11. Бібліографічні дані до деклараційного патенту на корисну модель # 13895. Режим доступу: <https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=100817&chapter=biblio>

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						74
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

12. Библиографічні дані до патенту на винахід # 50873. Режим доступу: <https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=27168&chapter=biblio>

13. Серебrenицкий П. П. Краткий справочник станочника. — Л.: Лениздат, 1982. — 360 с. с ил.

14. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. Т. 1. — 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И. Н. Жестковой. — М.: Машиностроение, 2001.

15. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. Т. 2. — 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И. Н. Жестковой. — М.: Машиностроение, 2001.

16. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. Т. 3. — 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И. Н. Жестковой. — М.: Машиностроение, 2001.

17. А. Д. Локтев, И. Ф. Гуцин, Б Н, Балашов и др. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Ч.1. Токарные, карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные, сверлильные, строгальные, долбежные и фрезерные станки— М.: Машиностроение, 1967. — 412 с: ил. — Для инженерно-технических работников машиностроительных предприятий, отраслевых институтов и вузов.

18. А. Д. Локтев, И. Ф. Гуцин, Б Н, Балашов и др. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Ч.2.— М.: Машиностроение, 1991. — 304 с: ил. — Для инженерно-технических работников машиностроительных предприятий, отраслевых институтов и вузов

19. Оглоблин А.Н. Справочник токаря, М.: Машгиз, 1960. — 510 с.

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						75
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		

20. Оглоблин А. Н. Справочник фрезеровщика. — М.: Машгиз, 1962. — 448 с.: ил.

21. Каталог фірми “Sick”. Режим доступу: <https://www.sick.com/pl/ru/c/products>

22. Справочник технолога-машиностроителя, Том 1, Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., 1986.

23. Справочник технолога-машиностроителя, Том 2, Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., 1986.

24. Горошкин А.К. Пристосування для металорізальних верстатів. - М. Машинобудування.1979.

25. Марчевський В.М. Конструкторська документація курсових і дипломних проектів: навч. посіб. / Марчевський В.М. – К.: Норіта-плюс, 2006. – 280 с.

26. Охрана труда на предприятиях пищевых производств: учеб. пособие / В. В. Осокин, Ю. А. Селезнева. – Донецьк : ДонГУЭТ, 2005. – 146 с.

27. Термінологічний словник пакувальника / Сторіжко Й.І., Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. – Київ: ІАЦ “Упаковка”, 1999. – 80 с

28. 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.

					ДП.ПО.13.00.000	Арк.
						76
Зм.	Арк.	№ докцм	Підпис	Дата		