

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ІНІІТ ім. акад. І.С.Турого
Кафедра механіки та пакувальної техніки

«До захисту в ЕК»

Директор інституту (декан факультету)
Сергій Вєснчанко
(підпис) (ім'я та прізвище)

«12» 06 2024р.

«До захисту допущено»

Замідувач кафедри
Вікторія Прокопівна
(підпис) (ім'я та прізвище)

«14» 06 2024р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 131 Прикладна механіка
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Прикладна механіка

на тему: Модернізація машини МХ-ОПС для пакування цукру в термоформовану тару полімеру продукції до 50 дмх1х1

Виконав: здобувач 4 курсу, групи 1

Муралійка Юлія Віталіївна
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

Ю. Муралійка
(підпис)

Керівник Васильківський Констентин Вікторович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

К.В. Васильківський
(підпис)

Консультанти Бойко Юрій
(ім'я та прізвище)

Ю. Бойко
(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Рецензент Товба Дмитро
(ім'я та прізвище)

Д. Товба
(підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач

Ю. Муралійка
(підпис)

Київ - 2024р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інженерно-технологічний ім. проф. І.С.Туллого
Кафедра Механізмів та механічної техніки
Освітній ступінь Бакалавр
Спеціальність Інженерія (код і назва)
Освітньо-професійна програма Примастин механіка (назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МНТ

проф. Крижанівський Володимир А.О.
« 05 » 04 2024 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Муравйова Юлія Віталіївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація машини МК-ОПС для пакування йогуртів в термостатизовану тару продуктивністю до 50 ун.к./год

керівник роботи Васильківський Константин Вікторович к.т.н. доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 05 » 04 2024 року № 256-к

2. Строк подання здобувачем роботи 06.06.2024

3. Вихідні дані до роботи 1. Машини МК-ОПС для пакування продуктивністю 1000 ун.к./год. 2. Об'єкт пакування стаканчик.

3. Готове продукція калібрована.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Зміст: аналіз вступ; вивчення ситуації; літературний огляд джерел інформації та постановка завдання; розробка техніко-економічне обґрунтування; спосіб фрезувально-закупорювання машини; розрахунок машини та її окремих елементів; кінематичний і динамічний аналіз руху поршня; монтаж, експлуатація та ремонт машини; оформлення, вивчення, використання літератури

5. Перелік графічного матеріалу

Загальний вигляд машини; механізми термостатизованого прішки; механізми укладання тару; машини; технічні розрахунки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технічна експертиза	Гоним Р.І., Інж. м.ф.ф.р. НАХРВ		

7. Дата видачі завдання 31.03.2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Анотація, зміст	04.04.24	Викон.
2.	Вступ	08.04.24	Викон.
3.	Вивчення ситуації, літературний огляд ^{та постановка зав.} ~~даних~~ ^{даних} ~~мат. факт.~~	15.04.24	Викон.
4.	Техніко-економічне обґрунтування	22.04.24	Викон.
5.	Опис функційно-запорядкованої машини	22.04.24	Викон.
6.	Кінематичний і динамічний аналіз руху ~~механізму~~	29.04.24	Викон.
7.	Монтаж, експлуатація та ремонт обладнання	06.05.24	Викон.
8.	Схематична частина	13.05.24	Викон.
9.	Висновки	20.05.24	Викон.
10.	Проектний розрахунок привітра	27.05.24	Викон.
11.	Розрахунок потужності поршневого типу	27.05.24	Викон.
12.	Розрахунок процесу згоряння аномальної кривої	01.06.24	Викон.
13.	Розрахунок механізму виймання стаканчиків	03.06.24	Викон.

Здобувач


(прізвище)


(ім'я та прізвище)

Керівник роботи


(підпис)


(ім'я та прізвище)

«05» 04 2024 р.

Зміст.

стр.

Анотація.....	4
Вступ.....	6
1. Вивчення ситуації, літературний огляд джерел інформації та постановка завдання проектування.....	9
2. Техніко-економічне обґрунтування.....	13
3. Опис фасувально-закупорювальної машини.....	15
4. Розрахунок машини і окремих елементів машини.....	24
4.1. Проектний розрахунок пристрою для дозування в'язких продуктів.....	24
4.2. Розрахунок потужності поршневого типу.....	26
4.3. Розрахунок процесу зварювання алюмінієвої кришки до полімерного стаканчика.....	29
4.4. Розрахунок механізму прокрутки стола та механізму виймання стаканчика.....	33
4.5. Розрахунок механізму виймання стаканчиків.....	37
4.6. Розрахунок рушійного зусилля для горизонтального переміщення каретки механізму виділення стаканчиків.....	40
4.7. Розрахунок часу безперервної роботи машини та необхідного зусилля для виділення алюмінієвої кришки з магазину кришки.....	42
5. Кінематичний і динамічний аналіз руху поршня	43

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Зміст			
Розроб.		Муравйова						
Перевір.		Васильківськи						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.								
					Літ.	Арк.	Аркушів	
						2	92	

6. Монтаж, експлуатація та ремонт обладнання.....	46
7. Охорона праці.....	71
Висновок.....	87
Використана література.....	88

						Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Анотація

У цій курсовій роботі на тему: «Модернізація машини МК-ОФС, для пакування йогуртів у термоформовану полімерну тару продуктивністю до 50 упак./год», містяться:

1. Пояснювальна записка на 92 сторінки.
2. Графічна частина, що включає 5 креслень формату А1:
 - 2.1 Загальний вигляд;
 - 2.2 Технологія машинобудування;
 - 2.3 Механізм накладання кришки;
 - 2.4 Механізм термозварювання кришки;
 - 2.5 Станина;

Модернізована машина МК-ОФС має низку особливостей порівняно з іноземними аналогами за технічними та техніко-економічними характеристиками:

1. Продуктивність збільшено з 40 до 50 упак./год.
2. Знижено споживання електроенергії.

Це забезпечує машині значні конкурентні переваги на ринку, а простота та зручність у використанні не вимагають високої кваліфікації обслуговуючого персоналу. Цю машину можна легко адаптувати до будь-якої конфігурації ящика і використовувати практично на всіх харчових підприємствах, які потребують формування транспортних пакетів з ящиків.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Анотація			
Розроб.		Муравйова Ю.В.						
Перевір.		Васильківський К.В.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.								
					Літ.	Арк.	Аркушів	
						4	92	

Abstract

This coursework on the topic: "Modernization of the MK-OFS machine for packaging yogurts in thermoformed polymer containers with a productivity of up to 50 packages/hour" includes:

1. Explanatory note consisting of 100 pages.
2. Graphic part, which includes 5 drawings in A1 format:
 - 2.1. General view;
 - 2.2. Manufacturing technology;
 - 2.3. Lid placement mechanism;
 - 2.4. Lid heat sealing mechanism;
 - 2.5. Frame.

The modernized packaging forming machine (PFM) has several features compared to foreign analogs in terms of technical and techno-economic characteristics:

1. Productivity increased from 40 to 50 packages/hour.
2. Reduced power consumption.

These improvements provide the machine with significant competitive advantages in the market, and its simplicity and ease of use do not require highly skilled maintenance personnel. This machine can be easily adapted to any box configuration and used in almost all food enterprises that require the formation of transport packages from boxes.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	АНОТАЦІЯ			
Розроб.		Муравйова Ю.В.						
Перевір.		Васильківський К.В.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.								
					Літ.	Арк.	Аркушів	
						5	92	

ВСТУП

Українська молочна промисловість налічує 529 підприємств, що займаються переробкою молока-сировини з виробничими потужностями до 22 млн. тонн на рік. Ці заводи виготовляють близько сотні видів продуктів із незбираного молока, також сортують сир та виробляють 32 види сухих молочних консервів. Значний прогрес досягнуто і в забезпеченні вітчизняною продукцією, яка становить 93% асортименту продовольчих магазинів. Також зростає кількість підприємств, чия продукція відповідає світовим стандартам, та збільшується обсяг розфасованої продукції, використовуючи сучасні матеріали для упаковки.

Протягом останніх років у виробництво було введено понад 120 нових видів молочної продукції. Головними напрямками діяльності фахівців у галузі є:

- удосконалення технологій та техніки виробництва,
- розширення асортименту продукції,
- підвищення якості продукції,
- раціональне використання сировини.

У зв'язку з популярністю упаковки продуктів, особливо харчових, на ринку з'явилася потреба в упаковці навіть дрібних виробів. Тому модернізація машин для фасування стає актуальною задачею. Наприклад, машина МК-ОФС призначена для фасування в'язких продуктів у полімерні стаканчики та герметичного закупорювання їх. Можлива її комплектація для різних розмірів стаканчиків та об'єму від 100 до 250 мл. Також планується модернізація машин для додавання полімерних ложечок під прозорі кришки упаковки, щоб розширити можливості використання цих продуктів поза межами підприємств харчування.

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Муравйова Ю.В.			Вступ			
Перевір.		Васильківський К.В.						
Н. Контр.								
Затверд.								
					Літ.	Арк.	Аркушів	
						6	92	

Для цієї галузі важливі фахівці, які, використовуючи накопичений досвід у виробництві молочної продукції, будуть займатися вдосконаленням технологій, техніки виробництва, його автоматизації і механізації, а також розширенням асортименту продукції, підвищенням її харчової і біологічної цінності, впровадженням нових видів продукції, підвищенням якості та раціональним використанням сировини, а також використанням більш сучасних пакувальних матеріалів. Протягом 12 років активного ринкового розвитку в Україні, упаковка стала невід'ємною частиною нашого побуту, і зараз паковані продукти харчування та товари народного споживання є повсюдним явищем. Оскільки більшість упаковки належить імпорту, її вплив на наше середовище і спосіб життя не завжди повністю усвідомлюється. Важливо зауважити, що розвиток пакувальної сфери в країні визначає її прогрес. Упаковка використовується для товарів будь-якого типу. Світовий ринок упаковки на сьогоднішній день перевищує 500 млрд. доларів США, а в розвинених країнах кількість споживачів на одного жителя становить 380-450 упаковок на рік.

Сучасна упаковка стала показником успішного виробництва, стійкого бізнесу та впевненого виступу на ринках збуту. Виробники в Україні все більше вкладають у розвиток галузі упаковки, розуміючи, що це важливий елемент для збереження природних ресурсів і впровадження сучасних технологій на внутрішньому ринку. Українські споживачі, з свого боку, переконуються, що новітні пакувальні матеріали відповідають їхнім потребам. Найсучасніша та найефективніша упаковка, яку декілька років тому можна було знайти лише за кордоном, тепер доступна на наших полицях. Автоматизація виробничих процесів, зростання вимог споживачів, переходу від ринку виробника до ринку споживача і жорстка конкуренція змусили виробничі компанії шукати нові конструкції упаковки, матеріали та технології.

З року в рік зростає потреба у виробництві харчових продуктів у формі дрібно-штучних виробів. Однак, для фасування харчових продуктів потрібно враховувати їх фізико-механічні властивості. Машина МК-ОФС призначена для

						Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фасування в'язких продуктів у готові полімерні стаканчики та герметичного їх закупорювання кришками із алюмінієвої фольги з термозварним швом. Ця машина може бути легко переоснащена для різних розмірів стаканчиків та обсягу від 100 до 250 мл.

Одним з викликів є можливість використання йогурту поза межами підприємств харчування, що вимагає додавання до упаковки ложечки. Тому в рамках кваліфікаційної роботи планується модернізація машини для виконання додаткової технологічної операції - вкладання полімерної ложечки під прозору кришку упаковки.

						Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Вивчення ситуації, літературний огляд джерел інформації та постановка завдання проектування.

1.1. Технологічні вимоги до упакування.

Фасування харчових продуктів залежить від їх фізико-механічних властивостей та консистенції. На основі аналізу існуючих аналогів машин, що розробляються, для упакування в'язких харчових продуктів було виявлено, що зазвичай спочатку підготовлюється тара, до якої потім додається необхідна доза продукту, після чого тара закупорюється алюмінієвими кришками за допомогою зварювання, а у деяких машинах додатково використовуються полімерні кришки, які завантажуються в механізми для їх подачі.

Часто подачу тари, наповнення продуктом та закупорювання виконують на різних машинах, що економічно не вигідно.

У розглянутих машинах "Черкаського машинобудівного заводу", виробника пакувальних машин в Києві "Інтермаш" та ЗАТ "Новгородський машинобудівний завод", всі операції по упакуванню продукту об'єднані в одній машині, що дозволяє економити місце, енергію та матеріали, підвищує продуктивність та ефективність виробництва. На основі аналізу конструкцій вузлів машини були прийняті рішення та використані при проектуванні машини, що розробляється.

2.1. Порівняльна характеристика

Наведемо декілька прикладів машин для фасування харчових продуктів:

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Муравйова Ю.В.			Вивчення ситуації, літературний огляд джерел інформації та постановка завдання проектування	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Васильківський К.В.					9	92
Н. Контр.								
Затверд.								



1) Фасувальник-напівавтомат "Алур-600", представлений на (рис. 1), виготовляється ЗАТ "Новгородським машинобудівним заводом". Цей напівавтомат призначений для пакування пастоподібних, рідких продуктів в полімерні стаканчики об'ємом 0,5 та 0,05 л з розмірами 75 та 95 мм. Він має 4 позиції та продуктивність до 800 ст/год.

Рис. 1

2) Фасувальний автомат АЛУР-1500БМ, зображений на (рис. 2), призначений для фасування рідких, пастоподібних і в'язких продуктів, включаючи ті, що містять м'які наповнювачі. Цей автомат здатний закупорювати пакети за допомогою термозварних кришок, а також додатково платинових кришок. Він придатний для фасування майонезів, кефіру, сметани, соусів, вершків, джемів та йогуртів. Як і попередній, цей автомат комплектується набором змінних вузлів і деталей для стаканчиків стандартних розмірів:

- 75, 98 мм (для алюмінієвої фольги);
- 77, 98 і 101 мм (для полімерних кришок).

У цьому автоматі передбачена бактерицидна обробка стаканчиків перед їх заповненням, а також металевих кришок перед їхнім накладанням на стаканчики.



Рис. 2

						Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 3

3) Фасувальний автомат "АЛУР-1500СМ", який зображений на (рис. 3), призначений для фасування рідких і в'язких харчових продуктів, таких як сиркова маса, плавлений сир, джем, майонез, йогурт, сметана, кефір та інші продукти подібної консистенції. Цей автомат розроблений для гарячого дозування, включаючи продукти з м'якими наповнювачами.

Машина має продуктивність до 1300 штук на годину і комплектується змінним комплектом для кожного стандартного розміру стаканчика, а також насадкою для кожного типу стаканчика та насадкою для пластикових продуктів з наповнювачами.

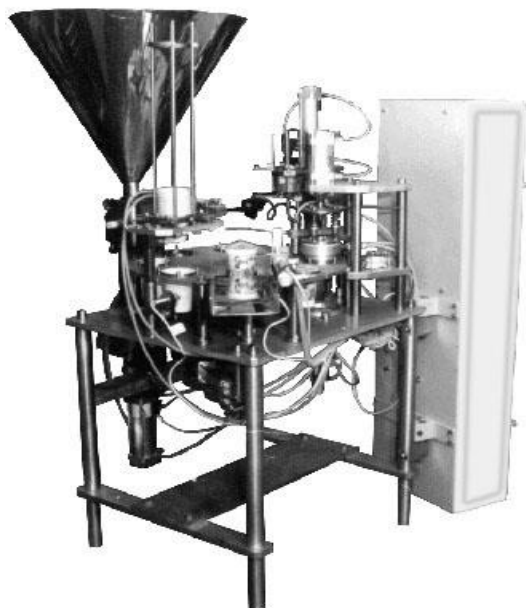
Отже, розглянувши конструкції машин, які розробляються, ми бачимо, що передбачена можливість бактерицидної обробки стаканчиків і кришок, що сприяє забезпеченню безпеки та збереженню якості продукту. Крім того, в усіх виконавчих механізмах використовується уніфікований типний привід, що спрощує підтримку та обслуговування обладнання.

Щодо технологічного процесу виробництва сметани, він здійснюється на лінії, яка показана на схемі. Після отримання вершків, вони направляються в ємкість для нормалізації з цільним або знежиреним молоком. Потім вершки піддаються пастеризації на пастеризаційно-охолоджувальній установці і направляються на гомогенізацію у гомогенізаторах клапанного типу. Після цього вони охолоджуються на пастеризаційно-охолоджувальній установці і направляються на сквашування.

Для заквашування вершків використовуються ємності, призначені для виробництва кисломолочних продуктів, а також мембранні, гвинтові, раціональні та шестеренні насоси. Процес фасування заквашених вершків

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

виконується на автоматах і напівавтоматах, що призначені для дозування в'язких молочних продуктів.



Автоматична машина призначена для дозування і пакування пастоподібних і рідких продуктів, таких як йогурт, сметана, молоко, кефір, ряжанка, згущене молоко, кетчуп, майонез, сиркова маса, джем, вершкове та рослинне масло, маргарин, гірчиця, мед та інших продуктів подібної консистенції в пластикові стаканчики з приварюваною алюмінієвою кришкою.

Рис. 4 Машина виготовлена з використанням корозійностійких матеріалів і обладнана

поворотним робочим столом з вісьмома вічками для укладання та переміщення стаканів. В автоматичному режимі установка забезпечує дозування продукту, укладання стаканів, укладання і приварювання кришки, постановку дати та зняття готового стакану.

Машина МК-ОФС (рис. 4) відрізняється від раніше згаданих машин більшою продуктивністю (до 1600 ст/год), легкістю в обслуговуванні, швидким доступом до всіх деталей під час ремонту та наявністю механізму для накладання полімерної ложечки.

						Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Техніко – економічне обґрунтування

Асортимент продукції налічує понад 150 найменувань. Завдяки співпраці з закордонними компаніями, сучасним технологіям та багаторічному досвіду роботи персоналу, можна впевнено сказати, що продукція, пропонована ринку, має високу якість, розумну ціну та стабільний попит споживачів.

Основні економічні показники діяльності заводу.

Метою проєкту є модернізація машини МК-ОФС для пакування йогурту в термоформовану полімерну тару. Стаканчики є зручними для використання, забезпечують легкий доступ до продукту і максимальне використання корисного об'єму транспортної тари. Автомат працює від електроенергії і використовує лише невелику кількість стисненого повітря. Він має горизонтальне розташування і займає малу площу від загальної виробничої площі цеху.

Розглядаючи потреби населення в зручності споживання йогурту, ми прийшли до висновку, що важливо не лише збільшувати продуктивність, але й враховувати потреби споживачів. Тому ми вирішили включити ложечку до споживчої упаковки для стимулювання попиту на продукцію.

У конструкції нового автомата використовуються стандартні вироби та уніфіковані складальні одиниці відповідно до стандарту ДСТУ. Всі покупні компоненти, які використовуються при виготовленні нового автомата, виробляються заводами в Україні.

Сучасні умови функціонування підприємств харчової промисловості базуються на постійних зростаючих потребах населення і необхідності постійного оновлення асортименту. Це призводить до розширення матеріально-технічної бази і потреби у раціональній системі її використання. Проблеми, що виникають при спробі вирішення цього питання в харчовій промисловості, в багатьох аспектах аналогічні тим, які існують у інших

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Техніко – економічне обґрунтування			
Розроб.		Муравйова Ю.В.						
Перевір.		Васильківський К.В.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.								
					Літ.	Арк.	Аркушів	
						13	92	

галузях.

Особливу вагу набуває співвідношення між нагромадженням і поверненням основних виробничих фондів, а також інтенсивним і екстенсивним їх використанням.

Основними техніко-економічними результатами цієї розробки є задоволення потреб харчової промисловості України у модернізованих машинах для фасування йогуртів. Економічна ефективність цієї розробки підтверджується наступними розрахунками..

						Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Опис фасувально-закупорювальної машини

Машина МК-ОФС складається з таких основних компонентів, як станина, карусельний стіл, механізм для накладання кришок, механізм для видачі стаканчиків, механізм для накладання ПЕТ кришок, пульт керування та механізм для укладання ложечок.

Станина з приводом є базовим елементом для установки всіх механізмів автомата. Це корпус з нержавіючої сталі, який приварений до каркасу і опирається на чотири опори.

Всі компоненти машини розміщені навколо карусельного стола, який має 8 гнізд для стаканчиків, що обертаються навколо своєї осі.

Карусельний стіл обертається поперечно за допомогою пневмоциліндра та фіксатора, який закріплений на штоку пневмоциліндра і входить у взаємодію з колесом. Після обертання положення стола фіксується гальмівною колодкою, що закріплена на важелі і натискається пружиною до колеса.

Машина карусельного типу періодичної дії. Обертаючий круглий стіл являється транспортним органом для переміщення стаканчиків або коробок від однієї позиції до іншої, де здійснюються такі операції:

- завантаження пустих стаканчиків;
- дозування та наповнення стаканчика продуктом;
- накладання фольгової кришки;
- термозварка кришки;
- нанесення дати на кришку;
- нанесення клею;
- укладання ложечок;
- закупорювання стаканчика полімерною кришкою;

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Муравйова Ю.В.			Опис фасувально- закупорювальної машини	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Васильківський					15	92
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.								

- вивантаження закупореного стаканчика на приймальний столик.

Ця машина має 8 робочих позицій і використовує пневматичний привід для всіх своїх механізмів. Система автоматизованого управління надає можливість працювати в двох режимах: "АВТОМАТ" і "НАЛАДКА".

- Режим "АВТОМАТ" призначений для автоматичної роботи машини за заданою програмою. У цьому режимі машина виконує всі необхідні операції по черзі без втручання оператора.
- Режим "НАЛАДКА" використовується для налаштування машини перед початком роботи або для внесення змін у програму роботи. У цьому режимі оператор може змінювати параметри, налаштовувати обладнання та перевіряти його роботу без впливу на виробничий процес.

Робота механізмів на кожній позиції контролюється датчиками, які передають сигнали контролеру для обробки.

3.1. Пристрої та робота складальних частин машини.

Станина машини складається з металевої рами, з'єднаної з кутників, на верхній частині якої розміщена стальна плита. У нижній частині рами розташовані чотири гвинтові опори і болт для заземлення. Бокові сторони рами забезпечені знімними стінками та дверцятами.

На металевій плиті, що прикрита стільцем, розташовані механізми пристрою.

У середині плити розміщено вузол, що відповідає за обертання каруселі. Рух каруселі забезпечується за допомогою пневмоциліндра. Після обертання каруселі її положення фіксується за допомогою пружини.

На плиті розміщено три платформи для наступних операцій:

- підняття стаканчика до дозатора;
- підняття стаканчика під час закупорювання його полімерною кришкою;

						Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- підняття закупореного стаканчика до позиції вивантаження.

Конструкція столиків дозволяє змінювати їх висоту для використання стаканчиків різної місткості при переналагодженні машини.

Для наповнення стаканчиків продуктом використовується поршневий дозатор. Продукт подається у відкритий отвір дозатора через трубу, чий фланець з'єднаний з пластиною бункера. Основа бункера кріпиться до пластини дозатора таким чином, щоб вихідний отвір бункера точно збігався з отвором в дозаторі.

Бункер 1 має конструкцію із верхнім мостом 2, на якому знаходяться двигун-редуктор 3 і датчик рівня 4, що забезпечує контроль за рівнем матеріалу.

Вихідний вал мотор-редуктора з'єднаний за допомогою муфти 5 із шнеком 6. Нижня частина шнека обертається в підшипнику 7.

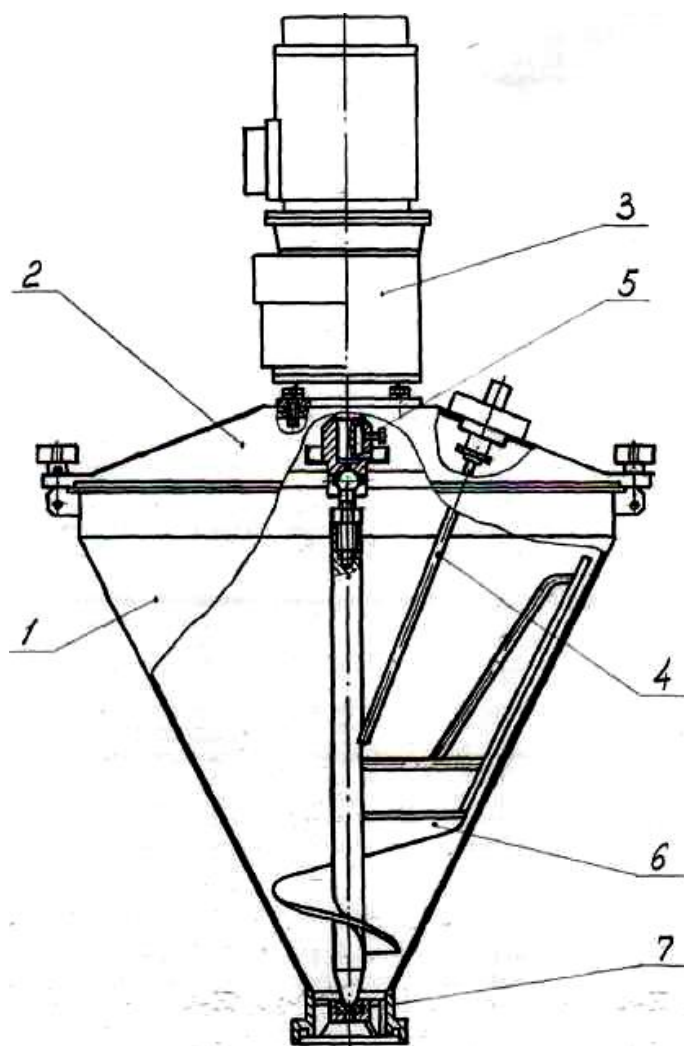


Рис.5. Бункер.

- 1 – бункер;
- 2 – міст;
- 3 – двигун – редуктор;
- 4 – датчик рівня;
- 5 – муфта;
- 6 – шнек;
- 7 – опора.

Дозування в автоматі здійснюється за допомогою трьох пневмоциліндрів, які забезпечують синхронне відкривання бункера для

втягування дози, її виштовхування, а також відповідальні за відкривання та закривання вихідного клапана дозатора.

Регулювання дози продукту здійснюється за допомогою спеціального гвинта, який обмежує хід штоку пневмоциліндра знизу; контроль ведеться за допомогою шкали. Гвинт фіксується гайкою в потрібному положенні, а точність дозування перевіряється під час наладки з використанням зважування.

Дозуючий гідроциліндр наповнюється продуктом під час руху поршня вниз і відкритого входного патрубку розподільника. При руху поршня вгору доза випускається в стаканчик через відкритий вихідний патрубок розподільника.

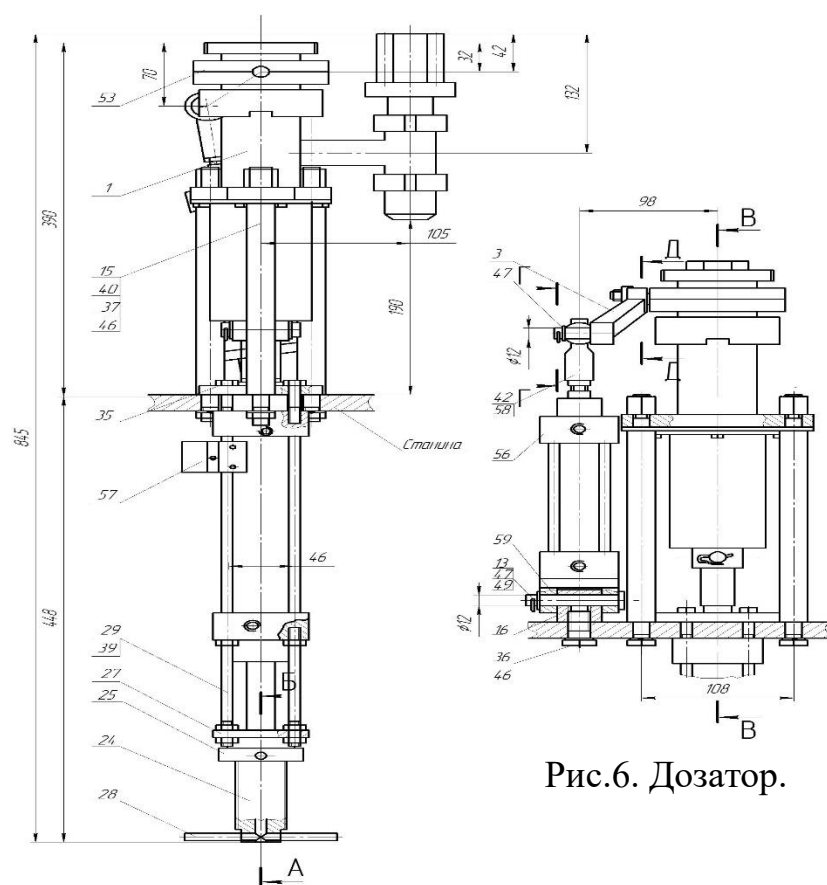


Рис.6. Дозатор.

Механізм для витягування стаканчиків складається з двох стінок, з'єднаних стяжкою, на якій жорстко закріплений привід поршня та вісь, що дозволяє важелю вільно обертатися. На одній зі стінок закріплений тримач стаканчиків. Механізм кріпиться до корпусу за допомогою двох площин.

Привід поршня передає рух на шток через важіль. Верхній кінець важеля має вигляд вилки, яка служить направляючою для повзунка. Паз вилки виконує

					Арк.
					18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

роль направляючої для повзунка. Дві планки прикріплені до виступів повзунка і взаємодіють з поперечною планкою своїми торцями. Болт, який кріпиться до поперечної планки, дозволяє регулювати зазор між цією планкою і планкою на повзунку. Обертання валика, що жорстко зв'язаний з повзунком, контролює хід поршня і, відповідно, об'єм дози фасувального продукту.

Тримач стаканчиків призначений для зберігання і поодинокого відокремлення стаканчиків з загальної стопки. Він складається з корпусу, під яким розташований відокремлювач стаканчиків, і верхньої касети стаканчиків з чотирма направляючими. Стопка стаканчиків розміщена між цими направляючими. Центруючі стаканчики прикріплені до направляючих за допомогою пружини.

Для забезпечення стабільності положення, корпус тісно з'єднаний з направляючою і закріплений на кронштейні разом з центруючою втулкою.

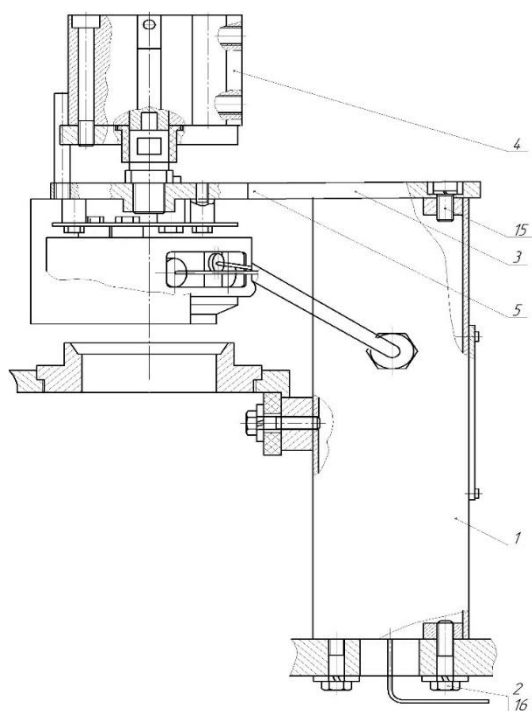
Відокремлювач стаканчиків призначений для розділення одного стаканчика від загальної стопки. Повзуни, що встановлені на направляючих, запресовані в інші направляючі, на які надіті кронштейни. Кронштейни з'єднані між собоювилкою. В різьбу вилки ввінчена регульовальна гайка, яка служить опорою для клина стаканчиків, що знаходиться між направляючими касети стаканчиків. Нижні відсікачі прикріплені до кронштейнів. Під дією штовхача вилка, преодоліваючи силу пружини, піднімається вгору. Клин розширює повзуни, які в свою чергу розширюють відсікачі, а підйомний столик, притискуючись до дна стаканчика, піднімає стопку на 2-3 мм. Коли штовхач переносника стаканчиків опускається під дією пружини, вилка також опускається. Під дією іншої пружини вилка повертається назад. У цей момент повзуни та відсікачі входять між боковинами двох крайніх стаканчиків. Верхній відсікач утворює опору для стопки стаканчиків, тоді як нижній разом з підйомними столиками, продовжуючи опускатися, відокремлює стаканчик від загальної стопки. Положення клина відносно повзуна можна регулювати за допомогою гайки.

					Арк. 19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Видача кришок виконується механізмом з захопленням і накладанням їх на стаканчики. Механізм складається з корпусу, що рухається по напрямній із вакуум-захватом, використовуючи пневмоциліндр. Під час підняття корпус повертається на 180 градусів, рухаючись по спеціальній напрямній з визначеним контуром і за допомогою пружини. У верхньому положенні вакуум-захват фіксується у дні кришки через штуцер з вакуум-захвата, що подає розріджене повітря. При опусканні корпусу одна кришка відокремлюється від стопки, повертається на 180 градусів і кладеться на край стаканчика, подолаючи опір пружини вакуум-захвата.

Тримач кришок складається з кронштейна з обоймою, у якій рівномірно по колу розташовані направляючі з відсікачами. У пазу кронштейна розміщена колодка з ввінченим гвинтом, закріпленим в кронштейні з можливістю обертового руху.

Механізм термозварювання кришок призначений для нагріву зварювальних поверхонь кришки та стаканчика і створення необхідного стиснення цих поверхонь під час закупорювання. Він складається з корпусу, в який вбудовано два ніхромових нагрівача, що живляться від мережі. Корпус кріпиться до пневмоциліндра за допомогою двох пластин. Пневмоциліндр



відповідає за притискання корпусу до стаканчика, який накритий алюмінієвою кришкою. Під час натискання корпусу зварювальної головки на кришку стаканчика відбувається зварювання. Алюмінієва кришка має спеціальне полімерне покриття, яке дозволяє зварити алюміній з полістиролом. Пневмоциліндр кріпиться болтами до плити, яка, в свою чергу,

						Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рис.7. Механізм термозварки кришки.

Версія з нанесенням дати призначена для маркування дати випуску продукту на кришку стаканчика. Сам механізм складається зі стійки 1, що жорстко кріпиться болтами до станини плити, і пластини 2, закріпленої гайками. До стійки прикріплена плита 3 через клемне з'єднання, на якій знаходяться пневмоциліндр 4, копірна пластина 5, штемпельний стаканчик 6 з маркувальним складом, і дві направляючі 7. Каретка 8 закріплена на штоку циліндра 9, що рухає кривошип 10 з корпусом 11. Ролик кривошипа 12 притисканий до пластини 5 за допомогою пружини 13. Датуюча головка 14 з набірною матрицею з шести цифр знаходиться в корпусі 11.

Виділення дати на кришку здійснюється за допомогою лазера таким способом: головка лазера спрямовується на кришку стаканчика, і потім шток рухається вниз по направляючим, що приводить до спрямованого руху каретки в напрямку стаканчика. Під час цього руху вилка повертається на 180° і наносить дату за допомогою датуючої головки. У зворотньому русі штока пневмоциліндра вилка знову входить в паз і повертається на 180° , готуючись до наступного заходу на стаканчик.

Механізм укладання ложечки призначений для захоплення з касети і накладання на алюмінієву кришку стаканчика. Система видачі ложечок складається зі стійок, по яких переміщується корпус із вакуумним захопленням. Цей рух забезпечується за допомогою пневмоциліндра. При піднятті корпусу він повертається на 180° , рухаючись по спеціальній напрямній із заданим контуром і завдяки пружині. В крайньому верхньому положенні вакуумний захват упирається у ложку. Через штуцер з вакуумного захвату подається розріджене повітря. При опусканні корпусу від загальної стопки виокремлюється одна ложка, повертається на 180° і рухається далі, подолавши опір пружини вакуум-захвату, щоб покласти ложку на кришку стаканчика.

Тримач ложечок складається з кронштейна, в отворах якого рівномірно розташовані направляючі з відсікачами.

Процес вивантаження заповнених стаканчиків включає підёмний столик і відвідну планку, який протікає наступним чином: після нанесення дати на кришечку стаканчика, поворотний стіл повертається до місця, де спрацьовує одночасна дія двох пневмоциліндрів. Один пневмоциліндр піднімає готовий стаканчик на певну задану висоту за допомогою штоку. Після цього активується другий пневмоциліндр, який відповідає за поворот відвідної планки, що спрямовує стаканчик на приймальний стіл.

3.2. Циклограма роботи машини.

Продуктивність машини складає:

$$Z = n_k \cdot n \cdot 60 = 1000 \text{ уп/год.}$$

Де: n_k – частота роботи машини.

n - кількість позицій на автоматі для технологічних операцій.

Отже, при значенні: $Z = 1000 \text{ уп/год}$ та $n = 8$

$$n_k = Z/n \cdot 60 = 1000/(8 \cdot 60) = 2,1 \text{ об/хв.}$$

Визначимо тривалість циклу $T_{\text{ц}}$, за який карусель здійснює один повний оберт, від моменту виведення його з машини заповненням.

$$T_{\text{ц}} = 1/n_k = 60/2,1 = 28,57 \text{ с.}$$

Таким чином, час повного циклу $T_{\text{ц}} = 28,57 \text{ с.}$

Визначимо час однієї технологічної операції. Оскільки кількість позицій на каруселі 8, то:

$$t = 28,57/8 = 3,57 \text{ с.}$$

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	22

Отже, час $t = 3,57$ с – це час, який витрачається на виконання технологічної операції і поворот стола з однієї позиції в іншу.

Подивимося на циклограму роботи машини.

Тиск у мережі складає $P = 0,4 \dots 0,6$ МПа.

Основні параметри:

D_B - внутрішній діаметр пневмоциліндра;

$d_{ш}$ - діаметр штока;

h – хід переміщення пневмоциліндра.

1.0 Для першого
випадку:

$D_B = 20$ мм

$d_{ш} = 8$ мм

$h = 80$ мм

2.0 Для
другого випадку:

$D_B = 45$ мм

$d_{ш} = 12$ мм

$h = 125$ мм

3.0 Для
третього
випадку:

$D_B = 32$ мм

$d_{ш} = 25$ мм

$h = 125$ мм

4.0 Для
четвертого
випадку:

$D_B = 30$ мм

$d_{ш} = 50$ мм

$h = 10$ мм

5.0 Для п'ятого
випадку:

$D_B = 30$ мм

$d_{ш} = 8$ мм

$h = 125$ мм

6.0 Для шостого
випадку:

$D_B = 30$ мм

$d_{ш} = 10$ мм

$h = 50$ мм

7.0 Для сьомого
випадку

$D_B = 30$ мм

$d_{ш} = 10$ мм

$h = 100$ мм

8.0 Для восьмого
випадку:

$D_B = 30$ мм

$d_{ш} = 8$ мм

$h = 125$ мм

9.0 Для дев'ятого
випадку:

$D_B = 25$ мм

$d_{ш} = 8$ мм

$h = 125$ мм

						Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

10.0 Для десятого
випадку:

$$D_B = 40\text{мм}$$

$$h = 140\text{мм}$$

$$d_{ш} = 12\text{мм}$$

4. Розрахунок машини і окремих її механізмів

Даний розділ кваліфікаційної роботи охоплює технологічний аналіз, який включає в себе оцінку ефективності та продуктивності. Розрахунки енерговитрат базуються на основних геометричних параметрах машини, враховуючи попередні та наступні операції до виготовлення готової продукції. Крім того, він включає кінематичний і силовий аналіз приводів, виконавчих механізмів і робочих органів, у якому враховуються вибір типу привода, опорні сили, швидкості елементів привода виконавчих механізмів та робочих органів в контексті їх продуктивності та інших технологічних параметрів машини. Також розглядаються види руху і підбір пневмоциліндрів, а також проводяться міцнісні розрахунки.

4.1. Проектний розрахунок пристрою для дозування в'язких продуктів

Проведемо аналіз кінематики та силові розрахунки для приводу виконавчих механізмів та робочих органів машини.

Проведемо проектувальний розрахунок пристрою для дозування в'язких продуктів і виберемо пневмоциліндри для дозатора.

Для визначення сили, що діє на поршень дозатора, скористаємося формулою Пуазейля. З цієї формули обчислимо пропускну здатність каналу:

$$\Pi = ((P_2 - P_1) \cdot \pi \cdot d^4 / (128 \cdot \mu_v \cdot L)),$$

Де: P_2 – тиск, що створюється поршнем, МПа;

P_1 – тиск на виході з дозатора, МПа;

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Муравйова			Розрахунок машини і окремих її механізмів.	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Васильківський					24	92
Н. Контр.								
Затверд.								

d_0 – діаметр перехідного каналу, м;

μ_v – динамічна в'язкість продукту, Па·с;

L – довжина каналу, м.

На рис. 9.1 зображено розрахункову схему дозатора.

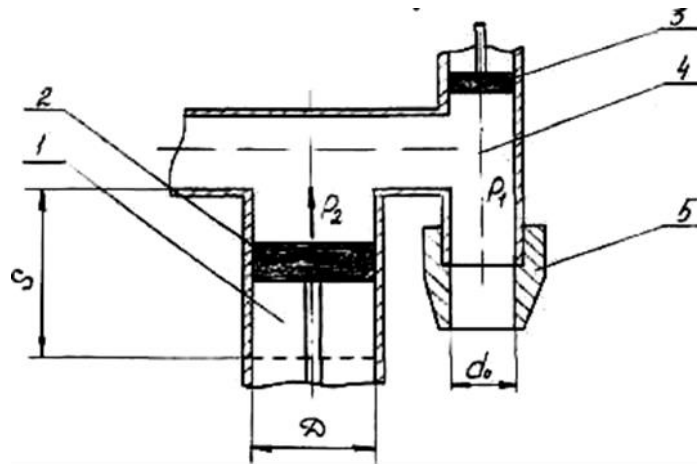


Рис. 8.1 Розрахункова схема дозатора.

1 – контейнер для вимірювання;

2 – робочий поршень;

3 – поршень пневматичного пристрою викиду;

4 – трубопровід;

5 – насадка.

$$P_2 = 32 \cdot V_{\text{п}} \cdot \mu \cdot L \cdot d / d_0^4 + P_1,$$

$$\text{Де: } V_{\text{п}} = S / t_2,$$

Де: S – переміщення поршня, м;

t_2 – час, за який відбувається викид, с.

Розглянемо випадок, коли йогурт фасується у стаканчики місткістю 0,250 л, крім того приймемо $P_1 = 0,1 \text{ МПа}$; $L = 0,206 \text{ м}$; $d_0 = 0,020 \text{ м}$; $\rho = 980 \text{ кг/м}^3$; $D = 0,075 \text{ м}$ – внутрішній діаметр мірної місткості (стакана); $\mu_v = 0,002 \text{ Па·с}$.

					Арк.
					25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Розрахуємо переміщення поршня:

$$S = 4W/(\pi D_2) = (4 \cdot 0.25 \cdot 10^{-3}) / (3.14 \cdot 0.075^2) = 0.056 \text{ м},$$

W – об'єм дози, м^3 ;

Знаходимо швидкість подачі продукту, за формулою:

$$V_{\pi} = S/t_2 = 0.056/1.2 = 0.047 \text{ м/с},$$

$t_2 = 1.2 \text{ с}$ – величина взята з циклограми машини.

Отже, тиск буде рівний:

$$P_2 = 0.047 \cdot 32 \cdot 0.002 \cdot 0.206 \cdot 0.0175^2 / 0.02^4 + 0.1 \cdot 10^6 = 100021.78 \text{ Па}.$$

Розраховуємо величину зусилля, яке створює поршень:

$$F = 1.25 P_2 \cdot \pi D_2^2 / 4 = 1.25 \cdot 100021.78 \cdot 3.14 \cdot 0.075^2 / 4 = 552 \text{ Н}.$$

За отриманими результатами розрахунків ми обираємо пневмоциліндри. Використовуючи каталоги компанії "FESTO", ми підбираємо стандартні моделі пневмоциліндрів:

- Для приводу дозуючого поршня обираємо стандартний пневмоциліндр згідно з ISO 6431, тип DNN-45-125A.
- Для приводу випускного клапана обираємо компактний пневмоциліндр типу ADV-32-25-A.

4.2. Розрахунок потужності поршневого дозатора.

Можемо визначити потужність, необхідну для приводу поршня дозуючого пристрою, за допомогою наступного виразу.:

$$N = z P V_{\text{ср}} / (1000 \cdot \eta), \text{ кВт}.$$

де: P - зусилля, що необхідно прикласти до одного поршня, Н;

$V_{\text{ср}}$ - середня швидкість поршня, м/с;

						Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

z - число поршнів;

η - ККД приводу.

Середню швидкість поршня можна визначити за формулою для об'єму однієї дози рідини:

$$W = \Psi \cdot (\pi d_1^2 / 4) \cdot S, \text{ м/с};$$

де: d_1 - діаметр поршня, м;

S - хід поршня, м;

Ψ - коефіцієнт подачі, що враховує щільність в золотнику і сальнику.

$$\Psi = 0,9-0,95$$

Тоді: $S = 4W / (\Psi \pi d_1^2)$, м.

Об'єм дози можна визначити за допомогою маси однієї дози.

$$W = G_0 / \rho, \text{ м}^3.$$

де G_0 - маса однієї дози, кг;

ρ - густина рідини, кг/м³.

якщо дозуючий механізм здійснює " n " циклів за хвилину, то час, необхідний для повного ходу поршня, буде $t = 60/n, \text{с}$. Час, що потрібен для виконання одного робочого ходу, становитиме половину цього часу:

$$t_1 = 60/2n = 30/n, \text{ с}.$$

тоді середня швидкість поршня:

$$V_{cp} = S/t, \text{ м/с}.$$

Враховуючи, що $S = 4W / (\Psi \pi d_1^2)$ і $W = G_0 / \rho$,

Отримаємо: $V_{cp} = 2G_0 \cdot n / (15 \cdot \varphi \cdot \rho \pi d_1^2 =$

$$2 \cdot 0.25 \cdot 0.25 / (15 \cdot 0.9 \cdot 1250 \cdot \pi \cdot 0.063^2 = 0.0594 \text{ м/с}$$

						Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При аналізі сили, що діє на один поршень, можна використовувати рівняння Пуазейля для визначення об'ємного потоку рідини при умовах ламінарного руху.

$$V = (P_1 - P_2) \pi d^4 / (128 \cdot \mu \cdot L), \text{ м}^3/\text{с}$$

де: P_1 - тиск рідини всередині циліндра, МПа;

P_2 - протитиск (тиск середовища, куди випресовується маса), МПа;

d - внутрішній діаметр насадки, м;

L - довжина каналу насадки по якому рухається маса, м;

μ - абсолютна в'язкість маси, Па·с.

Поділивши обидві частини рівняння на площу перерізу насадки $f = \pi d^2 / 4$, отримаємо вираз для середньої швидкості маси, що протікає через канал насадки.

$$V'_{cp} = V / (\pi d^2 / 4) = ((P_1 - P_2) \cdot d^2) / (32 \cdot \mu \cdot L).$$

Оскільки витрата маси “ V ” може бути визначена як співвідношення об'єму дози “ W ”, до часу t_1 , необхідного для виконання робочого ходу поршня, тоді:

$$V'_{cp} = 4V / \pi d^2 = 4W / (t_1 \pi d^2), \text{ м/с}.$$

Враховуючи, що $W = G_0 / \rho$; $t_1 = 30 / n$.

$$\text{Отримаємо: } V'_{cp} = 4W \cdot n / (30 \pi d^2) = 2 / 15 \cdot G_0 / \rho \cdot (n / \pi d^2),$$

$$V'_{cp} = (2 \cdot 0.25 \cdot 25) / (15 \cdot 1250 \cdot \pi \cdot 0.017^2 + 0.1013) = 0.274 \text{ МПа}$$

Зусилля, яке необхідно прикласти до одного поршня, можна визначити із наступного виразу:

$$P = P_1 \cdot f_1, \text{ Н};$$

Де: f_1 - переріз поршня, м^2 ; $f_1 = \pi d_1^2 / 4 = 0.003117 \text{ м}^2$;

						Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P = 0,274 \cdot 10^6 \cdot 0.003117 = 854 \text{ Н.}$$

Підставивши значення $V'_{\text{ср}}$ та P у вихідну формулу, отримаємо потужність, необхідну для приводу поршня дозуючого механізму:

$$N = (1 \cdot 854 \cdot 0.0594) / (1000 \cdot 0.9) = 0.05636 \text{ кВт.}$$

4.3. Розрахунок процесу зварювання алюмінієвої кришки до полімерного стаканчика

Зварювання виконується шляхом "плавлення" алюмінієвої кришечки в полістироловому стаканчику. Температура плавлення становить $t = 90^\circ\text{C}$.

Нагрів здійснюється за допомогою термозварювальної головки, через яку проходить струм із силою $I = 5\text{А}$.

Термозварювальна головка складається з суцільного сталюого корпусу, у який вбудовані ніхромові пластини. Ці пластини функціонують як нагрівачі. Товщина шва зварювання становить $b = 2\text{мм}$.

$$\text{Довжина шва зварювання } L_0 = \pi d = \pi 60\text{мм} = 18,84 \text{ мм.}$$

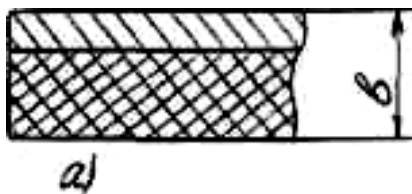


Рис 9.а

Щільність полістиролу $\rho = 1,05\text{г/см}^3$.

Складаємо рівняння теплового балансу $Q_1 \geq Q_2$,

Де, Q_1 - кількість теплоти, яку необхідно підвести, щоб було зварювання.

Q_2 - кількість теплоти, що підводиться.

Кількість теплоти, яку потрібно підвести визначаю за формулою:

$$Q_1 = KI^2R\tau \text{ - закон Джоуля-Ленца;}$$

K - коефіцієнт, який враховує витрати тепла;

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

I - сила струму;

R - опір який чинить провідник;

Кількість теплоти, що проводиться визначу за формулою:

$$Q_2 = em(t_2 - t_1)$$

e - коефіцієнт теплоємності $e = 0,4$;

m - маса зварювального матеріалу;

$m = V\rho$, де V - об'єм зварювального матеріалу;

ρ - густина зварювального матеріалу;

$$V = (lba)^2 = 6 \cdot 1 \cdot 1,4 = 8,4 \cdot \alpha = 16,8 \text{ см}^3 ;$$

$$\rho = 0,85 \text{ г/см}^3 ;$$

$$m = 16,8 \cdot 0,85 = 15 \text{ гр} = 0,015 \text{ кг} ;$$

t^2 - температура зварювання $t^2 = 195^\circ\text{C}$;

t^1 - температура середовища $t^1 = 20^\circ\text{C}$;

$$KI^2R\tau = em(t_2 - t_1)/KI^2\tau.$$

τ - час зварювання приймаю близьким 1с тоді: $R = 0,4 \cdot 0,015(195 - 20)/1,3 \cdot 5^2 \cdot 1 = 0,032 \text{ Ом}$

Час зварювання залежить від температури зварювання і глибини вплавлення. Для визначення цієї температури t_2 потрібно провести відповідні розрахунки.

$$\tau = \Phi_x \cdot x^2 / d \quad \Phi_x = \tau \cdot d / x^2$$

Φ - параметр який необхідний для знаходження по номограмі іншого безрозмірного коефіцієнта Q.

$$0,00694 \text{ см}^2/\text{с}$$

						Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Phi_x = 1 * 0,00694 / 0,1^2 = 0,694$$

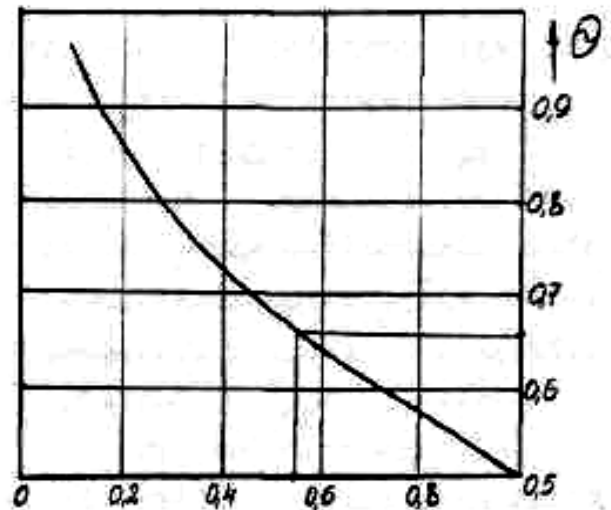


Рис 10.б.

Номограма для розрахунку теплових процесів, при стиковій зварці в плавленні.

З номограми видно, що $Q=0,66$

$$Q = T_{пл} - T_2 / T_1 - T_2$$

$T_{пл} = 90^\circ\text{C}$ – температура плавлення полістиролу

T_2 – температура яка потрібна для зварювання.

$T_1 = 20^\circ\text{C}$ – температура навколишнього середовища.

$$T_2 = (T_{пл} - \theta * T_1) / (1 - \theta) = (90 - 0,6 * 20) / (1 - 0,6) = 195^\circ\text{C}$$

1-АІ кришка

2-товщина кришки

Ми визначили, що температура t_2 для зварювання повинна бути 195°C .

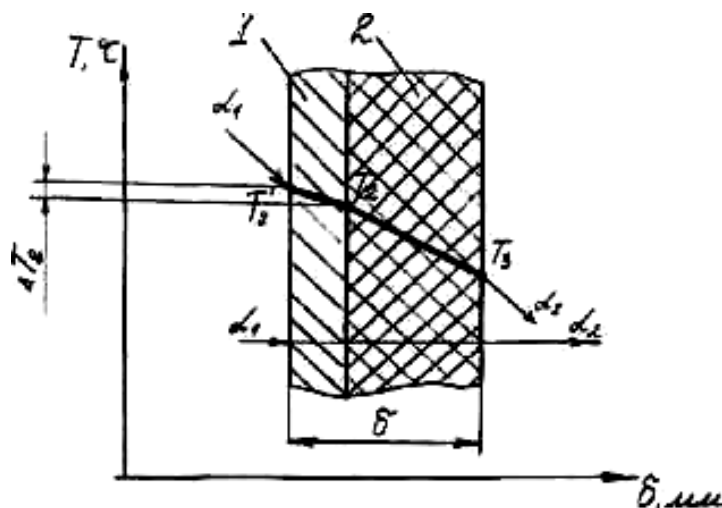
Але в нас ще є АІ кришка – 1. Тому що $t_2 = 195^\circ\text{C}$, то t_1 буде $> 195^\circ\text{C}$

$$t_1 = \Delta t_c + t_3 = t_2 + \Delta t_2$$

$$\Delta t_c = (q * \delta) / \lambda \quad \delta = \delta_1 + \delta_2$$

						Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Δt_2 буде $\rightarrow 0$ (прямує до нуля) і буде дуже малим так, як, Al має дуже високі коефіцієнти теплопередачі і тепловіддачі і тим більше товщина Al кришки складає 0,1 $t_1=t_2=195^\circ\text{C}$.



1 – алюмінієва кришка.

2 – товщина буртика полістирольного стаканчика.

Рис. 11.в.

Розподілення температурного напору по ділянкам теплообміну.

Кількість теплоти, яку необхідно підвести, щоб відбулося зварювання:

$$Q_1 = K \cdot F^2 \cdot \tau = 1,3 \cdot 5^2 \cdot 9,22 \cdot 0,8 = 239,7 \text{ Дж.}$$

Кількість теплоти, що підводиться:

$$Q_2 = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1) = 1,34 \cdot 0,994 \cdot (195 - 20) = 239,75.$$

Як видно з результатів розрахунків Q_1 та Q_2 , можна зробити висновок, що кількість тепла, що вводиться Q_2 , достатня для забезпечення необхідної теплоти для зварювання стаканчика з алюмінієвою кришкою.

4.4. Розрахунок механізму прокрутки стола, та механізму виймання стаканчиків.

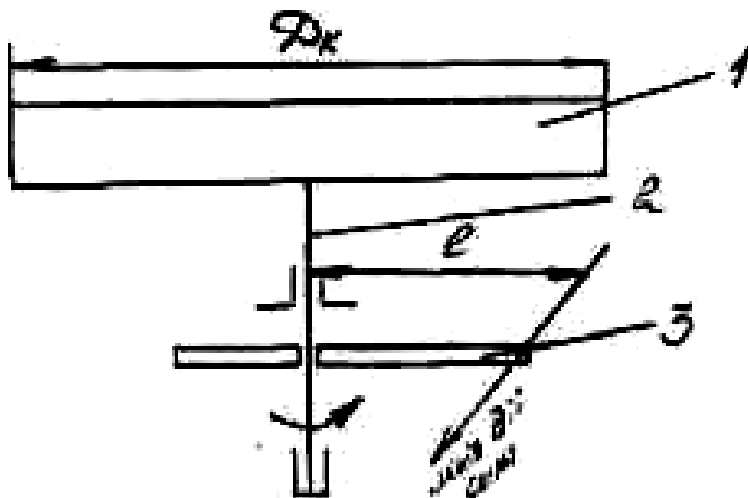


Рис. 12.а.

Розрахункова схема
механізму прокрутки стола.

1 – карусель

2 – вал каруселі

3 – поворотна плита

Згідно розробленої циклограми роботи машини, період обертання стола складає $t = 0.9$ с.

Тоді період руху каруселі - це загальний час, протягом якого відбувається повний оборот каруселі, від моменту подачі порожнього стаканчика до видачі заповненого стаканчика.

$$T_3 = t \cdot n_0,$$

Де: t – час прокрутки каруселі;

n_0 - кількість поворотів, $n = 8$

$$T_3 = 0,9 \cdot 8 = 7,2$$

Визначаємо частоту обертання каруселі:

$$n = 1 \cdot 60 / T_3 = 1 \cdot 60 / 7,2 = 8,3 \text{ об/хв.}$$

Кутова швидкість обертання визначається за формулою:

$$\omega = \pi n / 30 = 3,14 \cdot 8,3 / 30 = 0,69 \text{ с}^{-1}.$$

момент інерції визначається за формулою:

$$I \cdot \varphi = T - M_{\text{оп}}$$

Де: I – момент інерції тіла;

φ – кутове прискорення;

T – крутний момент;

$M_{\text{оп}}$ – момент опору в опорі та в підшипниках.

Кутове прискорення визначимо за формулою:

$$\varphi = \omega/t :$$

де: ω - кутова швидкість обертання, с^{-1} ;

t – час обертання, с .

$$\varphi = 0,69/0,9 = 0,75 \text{ 1/с}^2$$

Момент інерції $I = m \cdot R_k^2$:

Де: m – маса каруселі, кг ;

R_k – радіус каруселі.

Площа каруселі визначається за формулою:

$$S = \pi D_k^2/4;$$

$$S = 3,14 \cdot 0,7^2/4 = 0,38 \text{ м}^2$$

Висота h каруселі, тобто її товщина, становить $h = 0,02 \text{ м}$. Тоді:

$$V = 0,38 \cdot 0,02 = 0,0076 \text{ м}^3$$

Знаючи об'єм каруселі, ми можемо визначити її масу, враховуючи, що густина сталі складає $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$.

$$m = 0,0076 \cdot 7800 = 59,3 \text{ кг}$$

Момент інерції:

$$I = m \cdot R_k^2$$

						Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_k^2 = 0,35 \cdot 0,35^2 = 7,3 \text{ кг} \cdot \text{м}^3$$

Ось формула для знаходження крутного моменту на валу каруселі:

$$T = I \cdot \varphi + M_{\text{оп}}$$

Для знаходження першої складової рівняння є всі параметри, а момент опору $M_{\text{оп}}$ визначається за формулою:

$$M_{\text{оп}} = \xi \cdot m \cdot D_k / 2 \cdot f^1, \text{ де}$$

ξ - коефіцієнт ,який враховує опір переміщення каруселі, $\xi = 1,3$

m – маса каруселі

D_k - діаметр каруселі

f - приведений коефіцієнт тертя, який становить : $f^1 = 0,1$

Визначимо момент опору:

$$M_{\text{оп}} = 1,3 \cdot 59,3 \cdot 9,8 \cdot 0,7 / 2 \cdot 0,1 = 26,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Знаючи момент інерції та момент опору, можна знайти крутний момент на валу каруселі

$$T = I \cdot \varphi + M_{\text{оп}} = 7,3 \cdot 0,75 + 26,4 = 31,8 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Враховуючи той факт, що сила, необхідна для обертання каруселі, застосовується не безпосередньо до вала каруселі, а здійснюється за допомогою пневмоциліндра, ми врахуємо плече застосованої сили l .

Тоді: $T = F \cdot l$, де:

F – сила, що створюється пневмоциліндром, Н;

L – плече, м – відстань від точки прикладання сили до осі каруселі, $l = 0,22 \text{ м}.$

Визначимо силу, що створює пневмоциліндри:

						Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F = T/l = 31,8/0,22 = 144,5 \text{ Н.}$$

Тоді необхідне рушійне зусилля буде рівним: $Q_{ц} > 144,5 \text{ Н}$

Приймаємо $Q_{ц} = 150 \text{ Н}$ і визначимо діаметр циліндра:

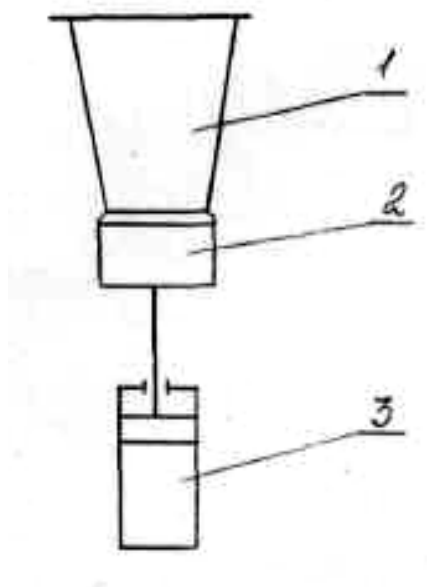
$$D_{ц} = \sqrt{(4 \cdot Q_{ц}) / (\pi \cdot P_{м})}$$

$P_{м}$ – магістральний тиск (робочий тиск пневмоциліндри $P_{м} = 4 \cdot 10^5 \text{ Па}$)

$$D_{ц} = \sqrt{((4 \cdot 150) / (3,14 \cdot 4 \cdot 10^5))} = 0,02 \text{ м.}$$

Приймаємо з каталогу „FESTO” пневмоциліндри типу SN – 40 – 140, який забезпечує роботу механізму прокрутки каруселі.

4.5. Розрахунок механізму виймання стаканчиків.



1 – стаканчик з продукцією

2- підйомна площа

3 - пневмоциліндр

Рис 13.а розрахункова схема
механізму виймання стаканчиків.

						Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після завершення процесу дозування та закупорювання, стаканчик видаляється з каруселі. Піднімання стаканчика над рівнем каруселі здійснюється за допомогою пневмоциліндра.

Згідно з циклограмою роботи, час підняття стаканчика на площину триває

$$t = 0.7 \text{с}$$

Для проведення розрахунків приймаємо масу наповненого стаканчика

$$m_1 = 250 \text{ г.} = 0.25 \text{кг.}$$

Сила, яку пневмоциліндр повинен застосувати для підняття площини зі стаканчиком, визначається за формулою:

$$F = m(g + a)$$

m - маса стаканчика та підйомної площини, тобто:

$$m = m_1 + m_2,$$

де: m_1 -маса заповненого стаканчика;

m_2 - маса підйомної площини;

g -прискорення вільного падіння;

a -прискорення переміщення стаканчика.

$$m_1 = 0,25 \text{ кг}$$

$$m_2 = V \cdot \rho,$$

де:

V - об'єм підйомної площини;

ρ - густина матеріалу підйомної площини. Вважаємо, що підйомна площа виготовлена зі сталі, отже: $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$

						Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Об'єм площини розраховуємо за формулою:

$$V=S \cdot h, \text{ де:}$$

S-площа, м^2 ;

h- висота площини, м.

$$\text{Тоді: } S=\pi d^2/4,$$

d- діаметр підйомної площини

$$d=0,068 \text{ м, } h= 0,03 \text{ м}$$

$$\text{Тоді: } S= 3,14 \cdot 0,068^2/4 = 0,0036 \text{ м}^2$$

$$V= 0,0036 \cdot 0,03 = 0,0001 \text{ м}^3$$

Тоді маса підйомної площини

$$m_2= V \cdot \rho = 0,0001 \cdot 7800 = 0,78 \text{ кг}$$

Для знаходження сили потрібно визначити прискорення a:

$$a= V/t = S_{\text{пн}}/t^2$$

$S_{\text{пн}}$ – шлях переміщення площини

$$S_{\text{пн}}= 0,108$$

$$a=0,108/0,7 = 0,24 \text{ м/с}^2$$

Підрахуємо рушійну силу:

$$F= (m_1 +m_2) \cdot (g+a)= (0,25 \cdot 9,8+0,78 \cdot 9,8) \cdot (9,8+0,24) = 100,9 \text{ Н}$$

Тоді необхідне рушійне зусилля буде:

$$F_{\text{руш}} > 100,9 \text{ Н}$$

Визначаємо діаметр пневмоциліндри:

$$D= \sqrt{(4F/\pi \cdot P)}, \text{ де}$$

						Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

P_m – магістральний тиск, $P_m = 4 \cdot 10^5$ Па

Тоді:

$$D_c = \sqrt{(4 \cdot 100,9 / (3,14 \cdot 4 \cdot 10^5))} = 0,017 \text{ м}$$

Приймаємо з каталогу „FESTO” пневмоциліндри типу FN-32-125, який забезпечує роботу механізму.

4.6. Розрахунок рушійного зусилля

для горизонтального переміщення каретки

механізму виділення стаканчиків.

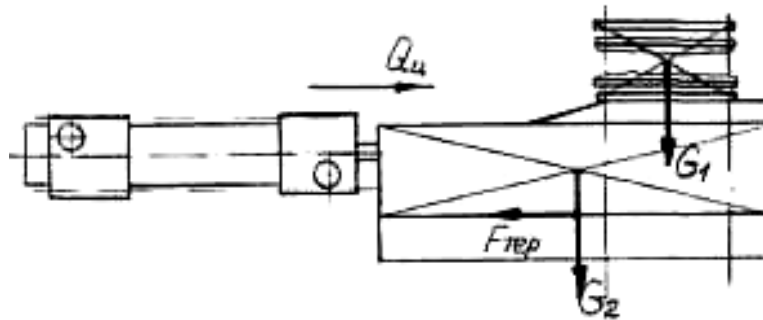


Рис. 14 Розрахункова схема механізму виділення стаканчиків.

Необхідне рушійне зусилля повинне бути рівним:

$$Q_u > F_{\text{тер}}$$

Сила тертя при цьому рівна:

$$F_{\text{тер}} = (G_1 + G_2) \cdot f_1, \text{ де}$$

G_1 - сила тяжіння, яка створюється магазином стаканчиків (Рис.4.6.)

$$G_1 = m_1 g, \text{ де:}$$

m_1 - вага магазину стаканчиків, яка рівна 3 кг, при цьому:

$$G_1 = 3 \cdot 9,81 = 29,43 \text{ Н}$$

						Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

G_2 – сила тяжіння, яка створюється кареткою механізму виділення.

$$G_2 = m_2 \cdot g, \text{ де}$$

m_2 - маса каретки, яка створюється кареткою механізму виділення.

$$m_2 = V \cdot \rho, \text{ де}$$

V - об'єм, який займає тіло каретки.

$$V = a \cdot b \cdot h$$

ρ - густина металу з якого зроблена каретка. Прийmemo, що каретка зроблена зі сталі 45 і густина $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$

$$V = 0,17 \cdot 0,1 \cdot 0,03 = 5,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

$$m_2 = 5,1 \cdot 10^{-4} \cdot 7800 = 3,978 \text{ кг}$$

$$G_2 = 3,978 \cdot 9,81 = 39,02 \text{ кг}$$

f_1 - коефіцієнт тертя між кареткою і напрямною, для тертя сталь – сталь
 $f_1 = 0,1$, тоді:

$$F_{\text{тер}} = (29,43 + 39,02) \cdot 0,1 = 6,845 \text{ Н, тоді необхідне зусилля буде рівним:}$$

$Q_{\text{ц}} > 6,845 \text{ Н}$, при цьому значенні $Q_{\text{ц}}$, визначимо діаметр циліндра, приймаючи $Q = 15 \text{ Н}$.

$$D = \sqrt{4Q_{\text{ц}} / (\pi P)}, \text{ де}$$

P_m – магістральний тиск (робочий тиск пневмоциліндра $P_m = 4 \cdot 10^5 \text{ Па}$),
тоді визначаємо $D_{\text{ц}}$:

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{4 \cdot 15 / (\pi \cdot 4 \cdot 10^5)} = 6,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Приймаємо з каталогу „FESTO” пневмоциліндри типу DGS-20-80-P, який забезпечує роботу каретки.

						Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.7. Розрахунок часу безперервної роботи машини
та необхідного зусилля для виділення алюмінієвої кришки
з магазину кришок.

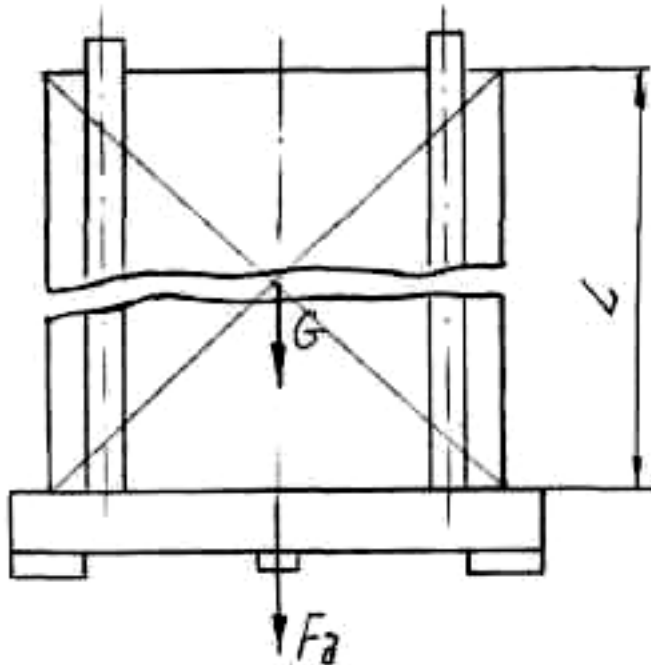


Рис 15 Розрахункова
схема для знаходження
параметрів безперервної
роботи машини.

Стопка кришок в
магазині містить

$n=1000$ шт. Припускаємо, що маса однієї заготовки становить $m=1$ грам.

Загальна маса всіх заготовок складає:

$$M=n \cdot m=1000 \cdot 1=1 \text{ кг.}$$

Сила тяжіння при цьому рівна:

$$G = M \cdot g = 1 \cdot 9,8 = 9,8 \text{ Н.}$$

Для визначення подолання сил деформації кришки, при втягуванні її з магазину визначимо за формулою:

$$F_d = S \cdot k, \text{ де}$$

K - коефіцієнт, який враховує сили тертя між заготовкою і обмежувачем, сили притискання заготовки до обмежувачів в магазині, площу цих обмежувачів і т.д.

						Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_d = 9,81 \cdot 2 = 19,6 \text{ Н}$$

За визначеної кількості кришок можна розрахувати висоту магазину.

Початкові дані:

$n = 1000$ штук - кількість кришок у магазині.

$\delta = 0,3$ мм - товщина заготовки та повітряного шару між заготовками через шорсткість поверхні.

$t = 3,6$ с – частота видалення кришки з магазину.

Довжину магазину при визначеній кількості кришок знайдемо за формулою:

$$L = n \cdot \delta = 1000 \cdot 0,3 = 300 \text{ мм.}$$

Розраховуємо, на скільки часу безперервної роботи машини вистачить кришок, виходячи з того, що кожні 3,6 секунди видаляється кришка з магазину.

$$\sum t = n \cdot t = 1000 \cdot 3,6 = 3600 \text{ с.}$$

$$\sum t / 60 = 3600 / 60 = 60 \text{ хв.}$$

Отже, час безперервної роботи машини становить 60 хвилин.

						Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Кінематичний і динамічний аналіз руху поршня.

Час руху поршня обчислюється за наступною формулою:

$$t = (F_1 \times S \times \tau) / (f_1^2 \times R \times T_M) = 1.03 \times 10^{-3} (S \times D^2) / (\mu \times f) \times \tau$$

Де: F_1 - ефективна площа робочої поверхні поршня;

S - довжина ходу поршня;

F_1^2 - площа прохідного перерізу труби;

K - кінематична енергія поршня;

R - газова стала;

T_M - абсолютна температура повітря в магістралі;

D - діаметр поршня;

μ - коефіцієнт витрат повітря;

τ - безрозмірний час, часу переміщення, який визначається чисельним інтегруванням:

У рівнянні руху:

$$d^2\zeta/d\tau = 1/N(\tau_1 - \Pi_{2,1} \times \sigma_2 - \alpha);$$

У рівнянні тиску в робочій порожнині:

$$d\sigma_2/d\tau = k/\xi_{02} \square + 1 - \xi [\Omega/\pi_{2,1}^F \cdot \sigma^{3x-1/2x} \cdot \varphi(\sigma_a/\sigma_2) - \sigma_2 \cdot d\xi/d\tau];$$

де $\xi = x/\rho = 0,2/0,2 = 1$ – безрозмірний коефіцієнт переміщення (x - переміщення деталі виконавчого пристрою);

σ_1 σ_2 - безрозмірний тиск відповідно у робочій та вихлопній порожнині;

$$\Omega = \mu_2 \cdot f / \mu_1 \cdot f = 0.26 / 0.13 = 2 \quad - \text{пропускної спроможності.}$$

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Муравйова Ю.В.			Кінематичний і динамічний аналіз руху поршня	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Васильківський					43	92
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.								

Провівши чисельне інтегрування, отримали $\tau=0,005$.

Звідки:

$$t=1.03 \cdot 10^{-3} \cdot (S \cdot D^2 / \mu \cdot f) = 1.03 \cdot 10^{-3} (0.2 \cdot 0.05^2 / 0.23 \cdot 0.177) \cdot 5 = 0.36 \text{ с.}$$

Час заключної періоду роботи.

Час нарощення тиску в робочій порожнині.

$$t_{\text{ш}} = (3.62 \cdot 10^3 \cdot (V_0 + F_1 \cdot S)) / f \cdot [\varphi_1(\sigma_2) - \varphi_2(\sigma_1)] = \\ = (3.62 \cdot 10^3 \cdot (0.562 \cdot 10^{-3} + 0.002 \cdot 0.2)) / 0.177 \cdot [0.67 - 0.18] = 0.06 \text{ с}$$

Час падіння тиску у вихлопній порожнині:

$$t_{\text{ш}}^{\text{в}} = (2,53 \cdot 10^{-2} V_{\text{во}}) / (t_{\text{в}} \sigma_a^{k-0.5k}) \cdot [\varphi_2(\sigma_{\text{в}2}) - \varphi(\sigma_{\text{в}1})] \ddot{i} = \\ = (2,53 \cdot 10^{-2} \cdot 2.03 \cdot 10^{-3}) / (0.177 \cdot 0.1) \cdot [0.82 - 0.26] = 0.058 \text{ с}$$

Приймаємо найбільший час $t=0.06 \text{ с}$

$$T = t_{\text{п}} + t + t_{\text{ш}} = 0,53 + 0,36 + 0,6 = 0,353 \text{ с}$$

Знаходимо швидкість руху робочого органа:

$$v = S/t = 0.2/0.24 = 0.83 \text{ м/с}$$

Вибір параметрів приводу здійснюється на основі заданої швидкості руху поршня.

Параметри приводу визначаються згідно умов, спрямованих на досягнення мінімального прохідного перерізу лінії підводу повітря. Для цього використовується номограма для визначення коефіцієнтів: $1/x=2.2$; $U_y=5.5$

Проводимо розрахунки коефіцієнтів пропорційності на основі цих даних:

$$a_{1y} = K_{\text{рм}} / v \cdot p$$

де $K=755 \text{ м/с}$ – кінематична енергія поршня.

$$a_{1y} = 755 \cdot 0.63 \cdot 10^6 / (0.83 \cdot 50) = 1.146 \cdot 10^6 \text{ м}^{-2};$$

						Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$a_2 = P_m / P = 0,63 \cdot 10^6 / 50 = 0,01 \cdot 10^4 \text{ м}^{-2};$$

$$f_{\min} = U_{y\min} / a_1 = 5,5 / 1,146 \cdot 10^6 = 4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-2};$$

$$F_{\text{опт}} = x / d_2 = 2,2 / 0,01 \cdot 10^{-4} = 0,22 \cdot 10^{-2} \text{ м}^{-2}.$$

Що стосується параметра діаметра циліндра $D=0005$ метрів, визначимо параметри привода з метою досягнення мінімального значення цього діаметра. Для цього використовуємо дані з номограми, де $1/x=1,43$ і визначаємо значення $\Omega=1$ номограма, о відповідає кривій $U_y=8,2$. Далі використовуючи наступні залежності, проводимо розрахунки:

$$f^e = U_y / a_{1y} = 8,2 / 1,146 \cdot 10^{-6} = 7,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-2};$$

$$F = x / a_2 = 1,43 / 0,01 \cdot 10^4 = 0,143 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2.$$

Визначаємо на скільки збільшиться швидкість поршня, якщо переріз залишити рівним $f_{\min}$, а площу поршня вибрати в 2 рази більше оптимальної.

$$\text{В такому випадку: } 1/x_{\text{опт}} = 2 \cdot 1/x = 2 \cdot 2,2 = 4,4,$$

$$\text{якій відповідає значення } U_y = 7,1.$$

Далі знаходимо:

$$a_{1y} = U_y / f^e_{\min} = 7,1 / 4 \cdot 10^{-6} = 1,77 \cdot 10^6 \text{ м}^{-2};$$

$$v_{\text{ср}} = K P_m / (a_{1y} P) = 755 \cdot 0,63 \cdot 10^6 / (1,77 \cdot 10^6 \cdot 50) = 0,53 \text{ м/с}$$

Отже, коли площу F збільшують удвічі, швидкість поршня зменшиться від 0,83 до 0,53 м/с. Очевидно, що подальше збільшення площі F призведе до ще більшого зниження швидкості.

						Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Монтаж, експлуатація та ремонт обладнання.

Монтаж, налаштування, обслуговування та ремонт машини виконуються відповідно до технічного опису та інструкцій з експлуатації.

6.1. Підготовка машини до експлуатації.

Підготовка машини до експлуатації передбачає дотримання норм і правил, викладених у наступних документах: правила встановлення електрообладнання, правила безпеки експлуатації електрообладнання користувача.

Для роботи з машиною допускаються особи, які досягли 18 років, мають класифікаційну групу з техніки безпеки не нижче другого рівня і пройшли медичний огляд на право працювати з харчовими продуктами. Наладчики мають кваліфікаційну групу з техніки безпеки не нижче третього рівня.

Особи, що працюють з машиною, повинні мати знання інструкції з експлуатації та правила техніки безпеки при роботі з цим обладнанням, а також пройти місцевий інструктаж з охорони праці.

Перед початком роботи машина повинна бути підключена кваліфікованими електриками не нижче V розряду. При підключенні машини до електромережі в провідці повинен бути встановлений вимикач, де розрив між контактами у вимкненому положенні складає не менше 3 мм на всіх полюсах.

Ремонт машини виконується наладчиком обладнання лише після її відключення від електро- та пневмомережі і охолодження корпусу (не менше 30 хвилин).

Забороняється промивання водою під тиском, а також вологе і забруднення зовнішніх поверхонь пульта керування, силового модуля і корпусу нагрівача потрібно проводити відключення машини від

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Муравйова Ю.В.			Монтаж, експлуатація та ремонт обладнання.		Літ.	Арк.
Перевір.		Васильківський						Аркушів
Реценз.							46	92
Н. Контр.								
Затверд.								

електромережі.

Експлуатація машини заборонена у разі потрапляння вологи на внутрішні поверхні пульта керування до повного висихання.

Машина має бути збережена у чистоті; робочі органи, що контактують з продуктами, в неробочий час повинні бути чистими і без залишків продуктів.

6.2. Перевіряти цілісність упаковки.

1. У разі пошкодження складається акт і викликається представник виробника. Розпакування машини з пошкодженою упаковкою без представника виробника заборонене.
2. Машину розміщують у приміщенні, що відповідає санітарним нормам для підприємств харчової промисловості. Підлога повинна мати нахил для відведення обробленої води у каналізацію.
3. Регулюють гвинтові ножі машини так, щоб верхня частина мала невеликий нахил (1-3 мм від оператора) для відведення води під час промивання.
4. Підключають машину до цехової мережі заземлення. З'єднують машину з мережею стиснутого повітря під тиском від 0.5 до 1.2 МПа. Регулюють тиск за допомогою регулятора блока.
5. Підключають установку до трьохфазної мережі змінного струму напругою 220 В і частотою 50 Гц із заземленим провідником.
6. Перевіряють роботу машини в режимі налагодження. Перевіряють роботу кожного механізму машини і в разі потреби виконують налаштування.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

7. Використання машини. Підготовка машини до роботи, введення команди автоматичного режиму. Контроль за індикацією введених команд. При необхідності зупиняють машину кнопкою "Стоп". По закінченню роботи (зміни) повністю вибирають продукти з бункера і дозаторів. 10.2. Порядок встановлення машини.

Вимкнути машину, виконавши такі кроки::

- натиснути кнопку “МЕШАЛКА ОТКЛ”;
- вимкнути перемикач SA3 УРОВЕНЬ ПРОДУКТА;
- вимкнути перемикач SA2 НАГРЕВ;
- вимкнути перемикач SA1 ПИТАНИЕ;
- вимкнути автомат QF1 СЕТЬ на модулі силовому;
- відключить стиснуте повітря.

Під час вимикання машини перевіряти спрацювання сигналізаційних елементів.

Мийка машини проводиться після закінчення роботи, не пізніше, ніж через дві зміни при безперервному режимі згідно з наступною послідовністю:

- розібрати бункер і дозатор;
- видалити залишки продуктів;
- промити теплою водою (35-40°C);
- промити теплою водою (50-55°C) до повного видалення залишків миючого розчину;
- сполоснути теплою водою (35-40°C) до повного видалення останків миючого розчину;
- скласти розібрані частини бункера і дозатора на чистий стіл;

						Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- промити зовні машину теплою водою і витерти до сухості;
- перед початком роботи деталі бункера і
- Дезінфікувати деталі бункера і дозатора розчином хлорного вапна з температурою 50°С протягом 2-3 хвилин для видалення запаху дезінфіканта.
- робочі поверхні циліндра і поршня основного дозатора перед встановленням змазати вершковим маслом.

Рекомендовані миючі і дезінфікуючі розчини:

- 0,5% розчин кальцинованої соди по ГОСТ 5100-85;
- розчин складається із:
 - 0,5%-го розчину кальцинованої соди (50%);
 - 0,5%-го розчину тринатрійфосфата (50%);
- розчин хлорного вапна із вмістом активного хлора – 150-200мг/л.

Дії при екстремальних умовах.

Порядок дій при екстремальних умовах розповсюджується на слідуючи ситуації:

- при пожежі на машині;
- при аварійних відказах в роботі пристроїв машини;
- при попаданні в аварійні умови експлуатації;

При виникненні перерахованих ситуацій потрібно:

- здійснити відключення машини натисканням кнопки з грибоподібним штовхачем червоного кольору на панелі пульта керування;
- виключити автомат в силовому модулі QF1 СЕТЬ
- перевести у вимкнений стан пристрій в стаціонарній проводці;

						Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- закрити вентиль подачі стисненого повітря .

6.3.Технічне обслуговування машини.

Технічне обслуговування (ТО) машини виконують з метою забезпечення її стабільної працездатності і здійснюється в рамках системи планово-попереджувального ремонту (ППР).

У планово-попереджувальний ремонт машини включаються такі види ТО:

- технічне обслуговування при експлуатації;
- періодичне технічне обслуговування;
- поточний ремонт (ПР);
- капітальний ремонт (КР).

Частота проведення технічного обслуговування і ремонту така:

- технічне обслуговування при експлуатації - після кожної зміни;
- періодичне технічне обслуговування - один раз на місяць;
- поточний ремонт - один раз за 3 місяці;
- капітальний ремонт - один раз за 4 роки.

Заходи безпеки.

У разі зупинки машини на строк більше одного місяця необхідно застосувати заходи для захисту від корозії та механічних пошкоджень, такі як використання консервантів, чохлів, захисних огорожень.

Процедура технічного обслуговування машини.

Технічне обслуговування при використанні - це щоденний догляд за діючою машиною під час експлуатації між поточним і капітальним ремонтами. Цей вид ТО здійснюють робітники, які оперують машинами. Спеціальна зупинка для проведення такого ТО заборонена.

Технічне обслуговування при використанні включає наступні роботи:

- технічний огляд, контроль за роботою механізмів і машин в цілому, а також їх регулювання;
- очищення вузлів машини від дозуючих продуктів;

						Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- перевірка трубопроводів для подачі продуктів, з'єднань, бункера і дозаторів на відсутність протікання;

- перевірка заземлення машини.

Заходи при екстремальних умовах.

Процедура дій у разі екстремальних умов розповсюджується на наступні ситуації:

- у разі пожежі на машині;

- при аварійних відмовах у роботі пристроїв машини;

- при виникненні аварійних умов експлуатації.

У випадку зазначених ситуацій необхідно:

- вимкнути машину, натиснувши кнопку з червоним грибоподібним штовхачем на панелі керування;

- вимкнути автомат в силовому модулі QF1 СЕТЬ;

- перекласти пристрій у стаціонарну проводку у вимкнений режим;

- закрити вентиль подачі стисненого повітря.

Запасні компоненти, інструменти та принадлежности, крім виготовлених з корозійностійких матеріалів і з великими габаритами, повинні бути захищені від корозії і зберігатися у окремому ящику.

Пульт керування має бути захищений чохлам з поліетиленової плівки Тс 0,15 першого сорту за ГОСТ 10354-82.

Для розконсервації машини використовують дерев'яну лопатку та віхточку, змочену в бензині марки Б-70 або уайт-спириті, з наступним протиранням чистою віхточкою та санітарною обробкою поверхонь, які контактують з продуктами та стаканчиками.

Регулювання і випробування.

Необхідно відрегулювати положення датчиків, якщо під час технічного обслуговування вони змінювали своє положення або були замінені. Роботу

						Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

датчиків слід перевіряти за спрацьовуванням світлодіодних індикаторів на пульті керування.

Регулювання дози продукту здійснюється зміною ходу штока пневмоциліндра приводу дозатора.

Огляд і перевірка.

Для огляду блока підготовки повітря слід зняти двері, які закривають бокові сторони станини.

Для проведення огляду і перевірки пульта керування необхідно відкрити двері за допомогою спеціального ключа, повернути пульт на необхідний кут, перед тим відпустивши три болта його кріплення до стояка для зручності виконання процедури.

6.4.Ремонт машини.

Поточний ремонт машини.

Поточний ремонт машини є найменшим за обсягом видом ремонту, що забезпечує нормальну і безперебійну роботу до наступного планово-попереджувального або капітального ремонту.

Проведення поточного ремонту відбувається відповідно до затвердженого графіка ППР на місці експлуатації машини технологічним відділом, що відповідає за обслуговування технічного обладнання.

При поточному ремонті виконуються такі роботи:

- всі процедури, що проводяться під час періодичного технічного огляду;
- розбирання та відновлення окремих складових одиниць і деталей механізмів з заміною витратних (втрачених) деталей;
- заміна компонентів, що вийшли з ладу, таких як ущільнення, рукави, трубки, елементи електрообладнання;
- заміна або додавання змащування в підшипникових вузлах.

						Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Несправності машини та методи їх усунення наведені в таблиці:

Опис неполадок	Можливі причини	Умови по установці відказів пошкодження збірних одиниць	Вказівки по усуненню неполадок і пошкоджень
1	2	3	4
1.подача стаканчиків нестабільна, або відсутня.	Збій в роботі механізму відділення стаканчиків. Стаканчик не захоплюється рамкою механізму. Неякісні стаканчики неправильна укладка їх в магазин.	Перевірить тиск повітря в пневмо-системі. Перевірить хід рамки механізму відділення стаканчиків. Перевірить якість стаканчиків і правильність вкладення їх в магазин.	Відрегулювати тиск повітря в пневмо- системі. Відрегулювати хід рамки і весь механізм по висоті. Замінити неякісні стаканчики.
2.неякісна приварка кришки до стаканчика.	Недостатня температура зварного диска. Недостатнє зусилля притискання кришки до стаканчика.	Перевірить температуру по приладу на панелі ШУ. Перевірить тиск пневмосистеми.	Відрегулювати температуру. Відрегулювати тиск в пневмосистемі.

	На кромку стаканчика попав продукт.	Перевірить якість наповнення стаканчиків.	Зменшити швидкість дозування.
	Недостатній час зварювання.		Встановити потрібний час зварювання.
3. Подача кришок нестабільна або відсутня.	Збої в роботі механізму захвата.	Перевірить канали трубопровода вакуумного, фільтр і дросель.	Прочистити канали, відрегулювати подачу стисненого повітря.
	Нестабільність розрідження у вакуумній системі.	Перевірить ежектор і трубопроводи вакуумної системи.	Ліквідувати витікання у вакуумній системі.
	Неякісні кришки, або неправильна укладка їх в магазин.	Перевірить якість кришок і правильність їх укладки в магазин.	Вилучити неякісні кришки.
4.Наклад ання кришок неякісне,або відсутнє.	Неправильне поло-ження вакуумприсоса.	Перевірить відстань між вакуумприсосм і поверхнею кришок.	Регулюванням забезпечити потрібний зазор.
5.Карусе ль не-точно встановлюєть	Недостатнє гальмування храпового колеса.	Перевірить момент зупинки каруселі.	Відрегулюват и притискання гальмівної колодки

ся під механізмами.			до храпового колеса.
6.Кришка а приварена до стаканчика із зміщенням.	Зварна головка зміщена відносно колець каруселі.	Перевірить кріплення механізму термозварки до станини і пневмо- циліндра до стояка.	Відрегулюват и положення зварної головки відносно кілець каруселі.
7.Нема необхідної точності дозування.	Недостатня герметичність з'єднань дозатора, ущільнень клапанів або поршня.	Перевірить затяжку гайок з'єднань трубопроводів. Перевірить ступінь зношування ущільнювальних кілець.	Затягнуть гайки. Замінити зношені ущільнювальні кілець.

Капітальний ремонт.

Капітальний ремонт є видом ремонту, який відновлює технічний стан і параметри машини.

Капітальний ремонт проводиться відповідно до затвердженого графіка ППР на місці експлуатації машини за зусиллями підприємства-власника або на ремонтному підприємстві.

Капітальний ремонт включає такі роботи:

- детальне розбирання складових механізмів машини;
- оцінка стану і виявлення дефектів з наступною заміною деталей і складових механізмів машини;
- оцінка стану і виявлення дефектів з наступною заміною елементів електрообладнання і електромонтажу машини;

						Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- виготовлення на власному підприємстві необхідних складових одиниць і деталей машини;

- оцінка стану і виявлення дефектів з наступною заміною куплених виробів (кранів, вентилів, пневмоапаратури, електроапаратури, підшипників, ущільнень, кріпильних виробів тощо).

Зберігання.

Правила розміщення машини на зберіганні встановлюються відповідно до процедур, прийнятих на заводі-виробнику для аналогічного обладнання.

Машина з проведеною консервацією може зберігатися без упаковки в закритому теплоізовльованому приміщенні (з температурою повітря від плюс 40 до плюс 5С і відносною вологістю повітря 80% при 25С). Термін зберігання складає не менше 12 місяців з моменту консервації.

Терміни зберігання комплектуючих виробів вказані в експлуатаційній документації для них.

У разі зберігання законсервованої машини понад встановлений термін, споживач повинен провести повторну консервацію.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

7. Технологія машинобудування .

Розробка технологічного процесу виготовлення тягової зірочки.

7.1 Вибір деталі та обґрунтування вибору матеріалів.

Зірочка - це профільоване колесо з зубами, які взаємодіють з ланцюгом, гусеницею або іншими матеріалами з виїмками чи зазублинами. На відміну від зубчастих коліс, зірочки не зачіпаються одна з одною безпосередньо і мають зуби, на відміну від гладких ободів шківів.

Основні матеріали для виготовлення зірочок включають середньовуглецеві або леговані сталі 45, 40X, 50Г2, 35ХГСА з гартуванням до твердості 45-55 HRC, або цементовані сталі 15, 20X, 12ХН3А з гартуванням до 55-60 HRC. Зірочки для тихохідних передач ($v < 3$ м/с) без ударних навантажень можна виготовляти з високоміцного або антифрикційного чавуну.

Характеристика матеріала. Сталь 40X

Марка	Сталь 40X
Классификация	Сталь конструкционная легированная.Хромистая
Заменитель	<u>Сталь 45X, сталь 38XA, сталь 40XH, сталь 40XC, сталь 40XФА, сталь 40ХГТР</u>
Прочие обозначения	
Иностранные аналоги	AISI 5135, AISI 5135 H, AISI 5140, AISI 5140 H
Применение	оси, валы, вал-шестерни, плунжеры, штоки, коленчатые и кулачковые валы, кольца, шпиндели, оправки, рейки, губчатые венцы, болты, полуоси, втулки и другие улучшаемые детали повышенной прочности.
Вид поставки	
Обработка давлением. Поковки:	<u>ГОСТ 8479-70</u>
Сортовой и фасонный прокат	<u>ГОСТ 2590-88, ГОСТ 2591-88, ГОСТ 2879-88</u>
Листы и полосы	<u>ГОСТ 82-70, ГОСТ 103-76, ГОСТ 19903-74</u>
Сортовой и фасонный прокат	<u>ГОСТ 1051-73, ГОСТ 4543-71, ГОСТ 7417-75, ГОСТ 8559-75, ГОСТ 8560-78, ГОСТ 10702-78, ГОСТ 14955-77</u>
Листы и полосы	<u>ГОСТ 1577-93</u>
Трубы стальные и соединительные части к ним	<u>ГОСТ 13663-86</u>

Маркування сплавів включає: Х - хром, Н - нікель, К - кобальт, М - молібден, В - вольфрам, Т - титан, Д - мідь, Г - марганець, С - кремній, Ф - ванадій, Р - бор, А - азот, Б - ніобій, Е - селен, Ц - цирконій, Ю - алюміній, Ч - рідкоземельні метали.

Виготовлення зірочки включає кілька операцій: 1. Заготівельна, 2. Токарна (обробка зовнішніх поверхонь), 3. Свердлильна, 4. Довбальна (видовбування паза під шпонкове з'єднання), 5. Фрезерна (проточування зубців зірочки). Типова ознака зносу зубців зірочки - просідання приводний ланцюга на зубах зірочки. Як тільки це буде помічено, приводною зірочку необхідно замінити. Замінюючи приводний ланцюг, необхідно замінити також зірочки, тому що при роботі на зношеній зірочці нова приводний ланцюг може піддаватися прискореного зносу.

Зазвичай краще використовувати непарну кількість зубів зірочок ланцюгових, що разом з парною кількістю ланок ланцюга допомагає більш рівномірному її зношуванню. Для підвищення довговічності ланцюгової передачі, якщо це можливо, вибирають більше число зубів для меншої зірочки. При невеликій кількості зубів в зачепленні задіяно менше ланок, що знижує плавність передачі і збільшує зношування ланцюга через великий кут повороту шарніра.

З метою збільшення зносостійкості зубців в умовах сильного абразивного зношування зірочки проходять термічну обробку, зокрема загартування, що дозволяє підвищити твердість зубів до 55-60 HRC.

Вимоги до експлуатації:

Тягові зірочки призначені для прямої передачі зусилля. Виріб використовується при створенні різних механізмів з різними призначеннями. Вимоги до зірочки ланцюгової передачі такі:

						Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Точність геометричної форми. Даний елемент при роботі знаходиться в зв'язці з приводним ланцюгом. Якщо геометрична точність буде низькою, пристрій не працюватиме плавно, і з часом може початися швидкий знос

приводного ланцюга.

2. Важлива і точність розмірів. При виробництві враховується необхідна точність, оскільки це також впливає на експлуатаційні характеристики пристрою.

3. Матеріали повинні мати високу стійкість до зносу. Саме тому після виготовлення проводиться гарт або цементация, що забезпечує необхідні експлуатаційні характеристики.

4. Увага приділяється і посадковому отвору під вал. Він повинен мати отвір під шпонку, яка запобігає прокручуванню фіксуючого елемента.

7.2 Перевірки вибраної деталі вузла, машини пристрою на відповідність умовам взаємозамінності.

Згідно з ДСТУ 1.1:2001, взаємозамінність – це здатність одного виробу, процесу чи послуги бути використаними замість іншого для задоволення тих самих потреб. У машинобудуванні взаємозамінність означає, що незалежно виготовлені деталі (вузли, агрегати) можуть займати свої місця без додаткової обробки і виконувати свої функції відповідно до технічних умов. Тобто, ці деталі (вузли, агрегати) повинні відповідати певним стандартам і нормам, тобто бути стандартизованими. Взаємозамінність ґрунтується на стандартизації і є ключовою умовою для уніфікації і стандартизації робіт. Спочатку взаємозамінність була досягнута для швидкої заміни пошкоджених чи зношених деталей в процесі експлуатації. Це спрощувало, прискорювало і здешевлювало ремонт і експлуатацію машин. Взаємозамінність поділяється на повну і неповну (обмежену), функціональну і розмірну. Повна взаємозамінність – це можливість замінювати деталі, вузли і агрегати без будь-яких додаткових операцій, таких як добір чи припасування (припилювання,

						Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шабрення, притирання тощо). Переваги повної взаємозамінності під час виготовлення, ремонту і експлуатації машин і обладнання такі:

- спрощується розбирання і складання під час ремонту й експлуатації, оскільки деталі чи вузли просто з'єднуються;

- процес складання точно нормується за часом, легко вкладається в установлений ритм роботи, можна організовувати потоковим методом; створюються умови для автоматизації і механізації процесів виготовлення і відновлення зношених деталей та складання машин чи обладнання;

- можлива широка кооперація і спеціалізація заводів при виготовленні чи ремонті машин та їх складових частин; полегшується експлуатація машин і обладнання, оскільки будь-яку пошкоджену деталь можна легко замінити запасною. Неповна взаємозамінність вимагає попереднього сортування деталей, підбору чи припасування. Функціональна взаємозамінність – це можливість складання чи заміни при ремонті будь-яких деталей, вузлів з оптимальними службовими функціями. Наприклад, зубчасте колесо повинно не лише без будь-яких операцій припасування займати своє місце в машині, але і передавати необхідний крутний момент, мати відповідне передаточне відношення і достатній технічний ресурс.

Найбільший граничний розмір – це максимальний допустимий розмір елемента. Найменший граничний розмір – це мінімальний допустимий розмір елемента. На кресленнях граничні розміри визначають за допомогою граничних відхилів від номінального розміру. Граничні відхили – це алгебраїчна різниця між граничними розмірами і відповідним номінальним розміром. Відрізняють верхній і нижній граничні відхили. Верхній відхил (ES, es) – це алгебраїчна різниця між найбільшим граничним і відповідним номінальним розміром.

$$ES = D_{\max} - D_n ; n$$

$$es = d_{\max} - d .$$

						Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нижній відхил – це алгебраїчна різниця між найменшим граничним розміром та відповідним номінальним розміром.

$$EI = D_{\min} - D_n ;$$

$$n\ e_i = d_{\min} - d .$$

Основний відхил - один із двох граничних відхилів (верхній або нижній), який визначає положення зони допуску відносно нульової лінії. У цій системі допусків і посадок основним є той відхил, який знаходиться ближче до нульової лінії. Нульова лінія - це лінія, яка відповідає номінальному розміру, від якої відкладаються відхилення розмірів при графічному зображенні полів допусків і посадок. Вона розташована горизонтально, тому додатні відхилення від неї відкладаються вгору, а від'ємні - вниз. Допуск розміру (T) - це різниця між найбільшим і найменшим граничними розмірами або алгебраїчна різниця між верхнім і нижнім відхиленнями $TD = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI$

Допуск - це діапазон, в межах якого повинен знаходитись дійсний розмір придатних деталей і є завжди додатним значенням. Допуск - це абсолютна величина без вказівки знака. Посадка - це відношення між розмірами двох елементів (отвір і вал), яке визначається їх різницею.

Посадка - це характер з'єднання двох деталей, який визначається зазорами або натягами. Зазор (S) - позитивна різниця між розмірами отвору і вала, якщо отвір більший за вал: $S = D - d$.

Натяг (N) - негативна різниця між розмірами отвору і вала, яка вказує на те, що розмір вала більший за розмір отвору перед з'єднанням: $N = d - D$. Щоб натяг був позитивним, його обчислюють за формулою $N = d - D$. Натяг можна також виразити як від'ємний зазор і навпаки: $N = -S$, $S = -N$.

Розробка технологічного процесу та розрахунки технологічних операцій виготовлення деталі.

Вибір заготовки, обладнання і інструментів, а також розрахунок режимів різання і норм часу є важливими аспектами виробництва.

						Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Деталь "Зірочка" виготовляється з однієї заготовки. В якості заготовки використовується прокат діаметром 180 мм.

20.Токарна

Для токарної обробки використовується універсальний токарно-гвинтовий верстат моделі 16К20.

Перехід 20.1:

Матеріал пластини – твёрдосплав Т15К6; різець прохідний, відігнутий правий з такими геометричними параметрами ріжучої частини: кут $\varphi = 450^\circ$, кут $\gamma = 120^\circ$, кут $\alpha = 80^\circ$; розміри: $B \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha_1 = 80^\circ$, $\varphi_1 = 450^\circ$, $\gamma_1 = 120^\circ$.

Обрана глибина різання $t = 2,57$ мм, подача $S = 0,5$ мм/об.

$T = 60$ хв – середнє значення періоду стійкості різця;

$C_v = 403$ – постійний коефіцієнт швидкості різання для торцевого точіння.

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S_y}$$

$$V = 403 / 60^{0.2} * 2,57^{0.15} * 0,5^{0.35} = 198 \text{ м/хв}$$

Встановлюємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}}$$

$$n_p = 1000 * 198 / 3.14 * 180 = 350 \text{ об/хв}$$

де $D_{заг}$ – діаметр заготовки, мм;

						Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Із переліку обертів шпинделя верстата обираємо найменше значення, ближче до - $n_v = 350$ об/хв. За цим значенням n_v визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_\phi = \frac{\pi D_{\text{заг}} n_v}{1000}$$

$$3,14 \cdot 180 \cdot 350 / 1000 = 197,82 \text{ м/хв}$$

Визначимо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = 90 + 2 + 0 + 2 = 94 \text{ мм};$$

де $LD = D_{\text{заг}} / 2 = 180 / 2 = 90$ - це довжина оброблюваної поверхні заготовки, в міліметрах;

$L1 = 2$ - це відстань для підведення різця з робочою подачею, в міліметрах;

$L2 = \text{ctg } \varphi = 2 \text{ctg } 90^\circ = 0$ - це врізання різця в заготовку, в міліметрах;

$L3 = 2$ - це перебіг різця для завершення операції, в міліметрах.

Основний час виконання переходу:

$$t_{01} = \frac{L_p}{n_v S_v}$$

$$t_{0,1} = 94 / 350 \cdot 0,5 = 0,53 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{d1} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n,$$

де - час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного точіння з установленням різця до упору на верстатах з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі $= 0,10$ год;

- час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі $= 0,05 + 0,05 = 0,1$ год;

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

- час на інші дії під час виконання переходу. = 0 год.
 $t_{д1} = 0,1 + 0,1 + 0 = 0,2$,хв

Перехід 20.2. Точити пов.2

Матеріал пластини – твердий сплав Т15К6; Різець прохідний упорний правий геометричні параметри ріжучої частини: $\alpha_1 = 150$; $\gamma = 100$; $\alpha = 80$; розміри: $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм Обираємо глибину різання $t = 25$ мм,

приймаємо подачу $S = 0,6$ мм/об. $T = 90$ хв – середнє значення тривалості безперервної роботи різця; $C_v = 350$ – постійний коефіцієнт швидкості різання

для торцевого точіння;
$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S_e^y}$$

$$V = 350 / 90^{0.2} \times 25^{0.15} \times 0.6^{0.35} = 106 \text{ м/хв}$$

Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}}$$

$$n_p = 1000 \times 106 / 3.14 \times 180 = 187 \text{ об/хв.}$$

n_p приймаємо 250

За прийнятим значенням n_e визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D_{заг} n_e}{1000}$$

$$3,14 \times 180 \times 250 / 1000 = 141 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = 80 + 2 + 1 + 2 = 85 \text{ мм;}$$

					Арк. 64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

де $L=18$ – довжина оброблюваної поверхні заготовки,мм; $L_1=2$ – відстань для підведення різця з робочою подачею,мм; $L_2= \operatorname{ctg} \varphi=2\operatorname{ctg} 90^\circ= 1$ – врізання різця в заготовку,мм; $L_3=2$ – перебіг різця для завершення операції,мм.

Основний час виконання переходу:

$$t_{01} = \frac{L_p}{n_\epsilon S_\epsilon}$$

$$=85/250*0,6=0,204\text{хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{дз} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n,$$

де t_1 - Допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного точіння і встановлення різця до упору на верстатах з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (згідно з табл. 26), складає 0,10 години.

$t_2=0,05+0,05=0,1\text{хв}$; t_3 - допоміжний час на інші дії під час виконання переходу. (табл.26), $t_3=0\text{хв}$.

$$t_{дз} = 0,1 + 0,1 + 0 = 0,2 \text{ хв.}$$

Токарна

Перехід 20.3. Свердлити отвір Ø20 пов. 4

Обираємо різальний інструмент: свердло Ø 20 нормальне з конічним хвостовиком, ГОСТ 10903-64 із сталі Р6М5, форма заточки нормальна.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Припуск на оброблення під час свердління становить половину діаметра свердла $d_{св}$, тобто $t=d_{св}/2=20/2=10\text{мм}$

Вибираємо подачу. Для сталей з $\sigma_B \leq 800\text{МПа}$ при свердлінні отворів $\varnothing 20$ рекомендуються подачі $0,26 \dots 0,32\text{мм/об.}$ За паспортними даними верстата приймаємо $S=0,28\text{мм/об.}$

Для визначення швидкості різання використовуємо формулу

$$V = \frac{4d_{св}^{0,4}}{T^{0,2} S^{0,5}},$$

де $T=45\text{хв}$ – стійкість свердла.

Тоді
$$V = \frac{4 \cdot 20^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,28^{0,5}} = 11,7 \text{ м / хв}$$

Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi d_{св}} = \frac{1000 \cdot 11,7}{3,14 \cdot 20} = 186,3 \text{ об/хв.}$$

де $d_{св}$ – діаметр свердла, мм;

Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення – $n_B = 180\text{об/хв.}$

За прийнятим значенням n_B визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_\phi = \frac{\pi d_{св} n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 180}{1000} = 11,3 \text{ м / хв}$$

Визначаємо робочу довжину оброблення:

$$L = (l + l_1 + l_2 + l_3) \cdot 3,$$

де $l=10$ – глибина свердлення, мм; $l_1=2$ – величина на підведення з механічною подачею, мм; $l_2+l_3=5$ – додаток на врізання і перебіг свердла, мм.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

$$L = (10 + 2 + 5) \cdot 3 = 51 \text{ мм};$$

Основний час виконання операції:

$$T_o = t_o = \frac{L}{S \cdot n} = \frac{51}{0,28 \cdot 180} = 1,01 \text{ хв.}$$

Допоміжний час виконання операції :

$$T_D = t_y + \sum_1^i t_{\Delta i}$$

де $t_y = 0,26$ – допоміжний час на установлення, кріплення і зняття деталі,

$t_{\Delta} = 0,08$ – допоміжний час виконання переходу.

Тоді $T_D = 0,26 + 0,08 = 0,34 \text{ хв.}$

Оперативний час :

$$T_{оп} = T_o + T_D = 1,01 + 0,34 = 1,35 \text{ хв.}$$

Штучний час становить : $T_{ш} = T_{оп} + T_{об} + T_{п.п}$

де $T_{об} = 1,5\%$ від $T_{оп}$ – час на обслуговування робочого місця; $T_{п.п.} = 6\%$ від $T_{оп}$ – час на природні потреби.

Отже $T_{шт} = 1,35 + 0,015 \cdot 1,35 + 0,06 \cdot 1,35 = 1,45 \text{ хв}$

Токарна 30

ДЛЯ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ ПРИЙМАЄМО УНІВЕРСАЛЬНИЙ
ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНИЙ ВЕРСТАТ 16K20.

Перехід 30.7

Матеріал пластини – твердий сплав Т15К6; Різець прохідний відігнутий
правий геометричні параметри ріжучої частини : $\varphi = 45^0$; $\gamma = 10^0$; $\alpha = 8^0$;

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

розміри : ВхНхL=16х25х140мм

Обираємо глибину різання $t=1,87$ мм, приймаємо подачу $S=0,5$ мм/об .

$T = 90$ хв– середнє значення періоду стійкості різця;

$C_v = 403$ – постійний коефіцієнт швидкості різання для торцевого точіння;

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S_e^y}$$

$$V=403/90^{0.2} \cdot 1,87^{0.15} \cdot 0,5^{0.35}=192 \text{ м/хв}$$

Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{заг}}}$$

$$n_p=1000 \cdot 192 / 3.14 \cdot 180=339 \text{ об/хв}$$

де $D_{\text{заг}}$ – діаметр заготовки, мм;

Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення –
 $n_p = 350$ об/хв.

За прийнятим значенням n_p визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D_{\text{заг}} n_p}{1000}$$

$$3,14 \cdot 180 \cdot 350 / 1000=197,82 \text{ м/хв}$$

Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p=90+2+0+2=94 \text{ мм};$$

						Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $LD = D_{\text{заг}} / 2 = 180 / 2 = 90$ довжина оброблюваної поверхні заготовки, мм; $L_1 = 2$ – відстань для підведення різця з робочою подачею, мм; $L_2 = \text{ctg } \varphi = 2 \text{ctg}$

$90^\circ = 0$ – врізання різця в заготовку, мм; $L_3 = 2$ – перебіг різця для завершення операції, мм.

Основний час виконання переходу:

$$t_{01} = \frac{L_p}{n_s S_s}$$

$$t_{0.1} = 94 / 350 * 0,5 = 0,53 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{д1} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n,$$

де t_1 - допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного точіння з установленням різця до упору на верстатах з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі $t_1 = 0,10 \text{ хв}$; t_2 - допоміжний час на заміну частоти обертів шпінделя і подачі $t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1 \text{ хв}$; t_3 - допоміжний час на інші дії під час виконання переходу. $t_3 = 0 \text{ хв}$.

$$t_{д1} = 0,1 + 0,1 + 0 = 0,2 \text{ ,хв}$$

Токарна 30

ДЛЯ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ ПРИЙМАЄМО УНІВЕРСАЛЬНИЙ ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНИЙ ВЕРСТАТ 16K20.

Перехід 30.6

						Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Матеріал пластини – твердий сплав Т15К6; Різець прохідний відігнутий
 правий геометричні параметри ріжучої частини : $\varphi = 45^0$; $\gamma = 10^0$; $\alpha = 8^0$;
 розміри : $B \times H \times L = 16 \times 25 \times 140 \text{ мм}$

Обираємо глибину різання $t = 10 \text{ мм}$, приймаємо подачу $S = 0,5 \text{ мм/об}$.

$T = 90 \text{ хв}$ – середнє значення періоду стійкості різця;

$C_v = 403$ – постійний коефіцієнт швидкості різання для торцевого
 точіння;

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S_e^y}$$

$$V = 403 / 90^{0.2} \cdot 10^{0.15} \cdot 0.5^{0.35} = 149 \text{ м/хв}$$

Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{заг}}}$$

$$n_p = 1000 \cdot 149 / 3.14 \cdot 160 = 296 \text{ об/хв}$$

де $D_{\text{заг}}$ – діаметр заготовки, мм;

Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення –
 $n_v = 250 \text{ об/хв}$.

За прийнятим значенням n_v визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D_{\text{заг}} n_v}{1000}$$

$$3,14 \cdot 160 \cdot 250 / 1000 = 125,6 \text{ м/хв}$$

Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = 80 + 2 + 0 + 2 = 84 \text{ мм};$$

						Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $LD = D_{\text{заг}} / 2 = 160 / 2 = 80$ довжина оброблюваної поверхні заготовки, мм;

$L1=2$ – відстань для підведення різця з робочою подачею, мм; $L2 = \text{ctg } \varphi = 2 \text{ctg } 90^\circ = 0$ – врізання різця в заготовку, мм; $L3=2$ – перебіг різця для завершення операції, мм.

Основний час виконання переходу:

$$t_{01} = \frac{L_p}{n_s S_s}$$

$$t_{0.1} = 84 / 250 * 0,5 = 0,168 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{\text{д1}} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n,$$

де t_1 - допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного точіння з установленням різця до упору на верстатах з висотою центрів до 200мм при автоматичній подачі $t_1 = 0,10 \text{ хв}$; t_2 - допоміжний час на заміну частоти обертів шпінделя і подачі $t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1 \text{ хв}$; t_3 - допоміжний час на інші дії під час виконання переходу. $t_3 = 0 \text{ хв}$.

$$t_{\text{д1}} = 0,1 + 0,1 + 0 = 0,2 \text{ ,хв}$$

						Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Охорона праці.

Розробка заходів для захисту працівників від шкідливих виробничих факторів

Охорона праці включає систему законодавчих актів та відповідних їм соціально-економічних, технічних, гігієнічних і організаційних заходів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я та працездатність працівника під час роботи.

У харчовій промисловості адміністративно-технічний персонал підприємства відповідає за керівництво роботою з охорони праці та організацію цієї роботи. На рівні всього підприємства цю функцію виконують директор і головний інженер, а на рівні цехів, ділянок і лабораторій – начальники відповідних підрозділів. Вони зобов'язані:

А) забезпечувати безпечні умови праці під час технологічних і виробничих процесів та операцій;

Б) вчасно проводити заходи з техніки безпеки, виробничої санітарії, механізації та автоматизації важких і небезпечних робіт;

В) підтримувати нормальні температурно-вологісні умови та чистоту повітря в приміщеннях, де працюють працівники;

Г) навчати працівників та інженерно-технічний персонал безпечним методам праці, проводити систематичний інструктаж і популяризувати безпечні методи роботи;

					Д) забезпечувати працівників необхідним спецодягом та засобами індивідуального захисту.		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Охорона праці		
Розроб.		Муравойва Ю.В.					
Перевір.		Васильківський					
Керівник							
Н. Контр.							
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Аркушів
						72	93

Для підприємств харчової промисловості встановлено низку офіційних документів, головними серед яких є галузеві стандарти, правила техніки безпеки під час експлуатації обладнання та виконання робіт на заводі безалкогольних напоїв, правила промислової санітарії, галузеві санітарні правила, а також різноманітні інструкції з техніки безпеки та виробничої санітарії.

У цеху виробниче обладнання, технологічні процеси та матеріали, що використовуються у виробництві, відповідають наступним стандартам і технічним умовам (ТУ):

- СН 245-71 “Санітарні норми проектування промислових підприємств”;
- СН и П-П-33-75 “Опалення і вентиляція”;
- СН 181-70 “Освітлення промислових приміщень”;
- ГОСТ 121026-80 “Шум у виробничих приміщеннях”;
- ГОСТ 14202-69 “Правила фарбування виробничих зон і правила встановлення знаків безпеки”;
- ГОСТ 2874-73 “Вода для технічних потреб”.

В Україні, з 01 січня 2004 року, діє закон України “Про охорону праці”, прийнятий Верховною Радою. Цей закон визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на охорону їх життя і здоров'я під час трудової діяльності, регулює взаємовідносини між власником підприємства (чи уповноваженим органом) і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, а також встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

						Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розробка нових машин і механізмів вимагає від інженерів чіткого дотримання державних міжгалузевих і галузевих актів з охорони праці, а також має на меті забезпечення більш безпечних умов роботи на новому обладнанні.

Технічні рішення.

Основні заходи з техніки безпеки.

Машини можна вводити в експлуатацію лише після затвердження спеціальною комісією, призначеною наказом директора підприємства. Перед введенням в експлуатацію необхідно усунути всі виявлені під час пробної експлуатації недоліки. Всі рухомі та обертові частини машини повинні бути надійно огорожені, а електродвигуни та пускова апаратура - заземлені. Машини для транспортування повинні запускатися до машин, що подають їм вихідний матеріал, і зупинятися лише після повного видалення завантаженої продукції. Всі транспортуючі машини повинні бути обладнані звуковою та світловою сигналізацією, а також заблоковані з пусковими пристроями наступних за технологічним потоком машин. Під час налаштування, дрібного ремонту транспортуючих машин або під час збирання, пускові пристрої повинні бути надійно відключені шляхом вилучення плавких запобіжників і вивішування плакату з написом: "Не вмикати! Працюють люди".

Огородження рухомих і обертових частин машин повинні бути заблоковані пусковими пристроями; блокування повинно виключати можливість запуску машини при знятому або незакріпленому огороженні. Перед запуском машини подаються сигнали, які мають чіткий звуковий і візуальний ефект. Під час експлуатації кожної машини обслуговуючий робітник повинен вести позмінний журнал, заносючи всі неполадки та несправності працюючих машин. Пуск машини повинен бути заборонений до усунення виявлених неполадок і несправностей.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

До роботи на пакетоформувальних машинах допускаються робітники, які пройшли курс навчання, стажування і мають документи, що підтверджують їх кваліфікацію. Крім цього, всі робітники, які обслуговують пакетоформувальні (транспортуючі) машини, повинні проходити інструктаж з техніки безпеки на робочому місці. Записи про проходження інструктажу відображаються у спеціальному журналі.

У процесі роботи на працівників, зайнятих у різних галузях харчової промисловості, впливають різні несприятливі фактори, які можуть призвести до захворювань та тимчасової втрати працездатності.

У зв'язку з цим завданням гігієни праці є вивчення особливостей технологічного процесу, умов праці, включаючи робоче середовище, і на цій основі розробка науково-організаційних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів, тобто визначення стану мікроклімату, його впливу на працівників та усунення шкідливих факторів у разі їх виникнення.

Велике значення для гігієнічної оцінки умов праці мають метеорологічні фактори виробництва і виробничих приміщень: температура, відносна вологість, швидкість руху повітря та теплове випромінювання. Ці фактори повинні сприяти нормальному теплообміну організму з навколишнім середовищем та підтриманню постійної температури тіла працівників (36.6°C).

За нормальних умов праці тепло відводиться в навколишнє середовище шляхом тепловипромінювання, конвекції та випаровування вологи з поверхні шкіри. Підвищена температура повітря ускладнює тепловіддачу через конвекцію, що призводить до загальної втрати вологи організмом через випаровування з поверхні шкіри. Тривала дія високих температур може викликати порушення водно-сольового, білкового та вітамінного обмінів, що призводить до млявості організму, зниження уваги та швидкості реакції, що

						Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

може спричинити нещасний випадок. Низька температура повітря може викликати переохолодження, звуження кровоносних судин, обмеження рухливості м'язів і обмороження рук та ніг. На основі літературних даних визначимо оптимальні і допустимі метеорологічні умови для цього виду робіт:

Таблиця 11.1.

Оптимальні і допустимі метеорологічні умови для категорії робіт категорії Пб

Період року	Темпеература, °С			Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с	
	Опт	Доп		Опт.	Доп.	Опт.	Доп.
		Верх.	Ниж.				
Холодний	17-19	23	13	40-60	75	0,2	<0,4
Теплий	20-22	29	15	40-60	70 при 20°С	0,3	0,2-0,5

Температура в робочих приміщеннях завжди залежить від кількості тепла, що надходить від джерела тепловиділення конвекційним шляхом. Щоб уникнути нерівномірного розподілу тепла у робочих приміщеннях, температуру слід вимірювати в різних точках робочої зони.

Важливою характеристикою мікроклімату є вологість повітря. Абсолютна вологість – це парціальний тиск водяної пари, виражений в Паскалях (Па) або міліметрах ртутного стовпчика. При одній і тій же абсолютній вологості повітря може бути сухим або вологим залежно від температури.

						Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вплив метеорологічних факторів на організм людини розглядається тільки у їх поєднанні. Підвищена відносна вологість повітря, залежно від його температури, може сприяти перегріву або переохолодженню організму. Наприклад, висока температура повітря (приблизно 30°C) у поєднанні з відносною вологістю понад 85% різко знижує тепловіддачу, що призводить до перегріву організму і може викликати тепловий удар. Перегрів організму також може бути спричинений тепловими випромінюваннями від нагрітих матеріалів, машин та обладнання.

Виробничий шум на ділянці.

Виробничий шум, що перевищує санітарні норми, розсіює увагу працівника, знижує продуктивність праці та може стати причиною нещасного випадку. Механічні коливання матеріальних частин за частотою обертання поділяються на інфразвукові, звукові та ультразвукові. Відповідно, ці частоти розподіляються наступним чином: до 16 Гц (не сприймаються слухом), від 16 до 2000 Гц (сприймаються слухом), та понад 2000 Гц (не сприймаються слухом).

Мінімальне значення звукового тиску, яке може сприймати людське вухо, визначається як поріг слухового чуття. Максимальне значення звукового тиску, перевищення якого може спричинити відчуття болю, називається больовим порогом. Звуковий тиск, який людське вухо може сприймати, коливається від 0 до 130 децибелів (дБ). Нижній рівень цього діапазону відповідає порозі чутливості, а верхній - больовому порогу. Шум з рівнем звукового тиску 130-150 дБ може призвести до механічного пошкодження органів слуху.

Для зменшення шкідливого впливу шуму на організм людини використовуються такі основні засоби захисту:

- зменшення шуму на джерелі його утворення;

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

- звукоізоляція;
- віброізоляція;
- звукопоглинання;
- архітектурно-планувальні заходи;
- засоби індивідуального захисту.

Поширенню шуму від його джерела заважають за допомогою:

- виключення механізмів ударної дії;
- заміна металевих деталей на пластикові;
- заміна підшипників кочення на підшипники ковзання;
- обмеження швидкості газових потоків;
- зменшення вібрації деталей за допомогою вібропоглинаючих матеріалів для прокладок, фундаментів, облицювок з гуми, волокна, пробки, азбесту і т.д.;
- змащування ударних деталей;
- встановлення засобів глушіння на виході вихлопних газів.

Ефективним методом захисту від поширення шуму є використання кожухів зі звукопоглинаючих матеріалів і перехід на дистанційне управління обладнанням.

Допустимі рівні шуму

Робочі місця	Рівні звукового тиску дБ, в октавних смугах із середньо геометричними частотами, Гц									Рівні звуку і еквівалентні рівні звуку, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
	5	3	5	0	0	0	0	0	0	

										Арк.
										78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Постійні робочі місця і робочі зони у виробничих приміщеннях	103	9 9	92	86	83	80	78	76	74	85
---	-----	--------	----	----	----	----	----	----	----	----

Виробнича вібрація.

Вібрація представляє собою механічний коливальний рух, простим прикладом якого є гармонічне (синусоїдальне) коливання. Основні параметри синусоїдального коливання включають частоту в герцах (Гц), амплітуду зміщення в метрах (м), швидкість в метрах за секунду (м/с²) та прискорення, також в метрах за секунду (м/с²).

Відповідно до способу передачі, виділяють дві основні форми вібрації: локальну, що передається через рухи (наприклад, при використанні ручних інструментів та механізмів управління), та загальну, що передається через опорні поверхні сидячого або стоячого оператора.

Локальна вібрація переважно утворюється при експлуатації ручних машин з ударною, ударно-обертальною або обертальною дією. Використання таких машин може викликати явище, відоме як віддача — періодичний зворотно-оборотний імпульсний удар, характер якого залежить від конструкції машини, фізичних властивостей оброблюваного матеріалу і сили, яку накладає робітник.

Загальну вібрацію за її джерелом класифікують на три категорії:

I. Транспортна вібрація, що діє на робочих місцях самохідних чи причепних машин.

II. Транспортно-технологічна вібрація, що виникає на робочих місцях машин з обмеженою рухомістю та тих, що рухаються лише по спеціально підготовленим поверхням виробничих приміщень.

III. Технологічна вібрація, що діє на робочих місцях стаціонарних машин або від вібрації, що передається на робочі місця без конкретного джерела.

Основними нормативно-правовими документами з гігієнічного нормування вібрації є "Санітарні норми та правила при роботі з машинами та обладнанням, що утворюють локальну вібрацію" (№3041-84) та "Санітарні норми вібрації робочих місць" (№3044-84).

Для запобігання шкідливого впливу вібрації на організм людини важливу роль відіграють технічні та організаційно-технічні заходи, такі як розробка нових конструкцій інструментів і машин, автоматизація процесів та дистанційне керування обладнанням. Також застосовуються засоби віброізоляції та вібропоглинання, які зменшують локальну вібрацію і передачу вібрації через підлогу та сидіння. Для зменшення впливу вібрації на робочі місця використовуються спеціальні амортизуючі сидіння і підлоги з пасивною пружинною ізоляцією.

Для профілактики негативних наслідків від вібрації робітникам рекомендується використовувати індивідуальний захист, такий як рукавиці, згідно з ГОСТ 12.010-75, та спецвзуття згідно з ГОСТ 12.4024-78.

Рівні звуку та звукового тиску на робочих місцях у активних частотних діапазонах повинні відповідати допустимим нормам, зазначеним у таблиці 7.3 відповідно до ГОСТ 12.1.003-86.

Таблиця 7.3.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

Професія	Рівні звукового тиску дБ, в активних смугах із середньогометричними частотами, Гц									Рівень звуку і еквіва- лентні рівні звуку, дБА
	31, 5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Оператор – наладник	103	99	92	86	83	80	78	76	74	85

Норми загальної технологічної вібрації наведені в ГОСТ 12.1.012-90 та таблиці 7.4.

Таблиця 7.4.

Середнього- метричні частоти, Гц	Граничні значення нормованого параметра				
	За віброприскоренням, м/с ²		За віброшвидкістю		
			м/с · 10 ⁻²		дБ
	В 1/3 октави	В 1/1 октави	В 1/3 октави	В 1/1 октави	В 1/1 октави

ОСВІТЛЕННЯ

Освітлення може бути класифіковане у два типи:

- природне;
- штучне.

Природне освітлення виникає від сонячного світла, яке може бути прямим або відбитим. Штучне освітлення створюється штучними джерелами світла, включаючи аварійне, евакуаційне та охоронне освітлення, як вказано в проекті.

Всі приміщення для виробництва повинні мати природне освітлення. Оптимальним варіантом є бокове освітлення, при цьому висота віконних отворів повинна бути не менше 2,2 метра, а нижні частини вікон — не нижче 0,8 метра від підлоги.

Коефіцієнт природного освітлення повинен відповідати вимогам СНІП 2-4-79 для приміщень відповідного призначення. Освітлення має бути рівномірним, і поверхні стін, підлоги та обладнання повинні мати матовий колір. Стелі та верхні частини приміщень слід фарбувати в білий колір з коефіцієнтом відбиття не менше 0,8.

Штучне освітлення та електротехнічні прилади повинні відповідати вимогам розділу СНІП 2-4-79 "Природне та штучне освітлення".

Рівень освітлення встановлюється в залежності від точності виконуваних зорових робіт і забезпечується системою загального освітлення з мінімальним рівнем не менше 500 люкс.

Аварійне освітлення призначене для забезпечення освітлення при відключенні основного джерела. Воно має забезпечувати освітлення не менше ніж 5% від робочого освітлення і здійснюється за допомогою ламп денного світла або розжарювання. Джерела живлення для робочого та аварійного освітлення повинні бути незалежними.

Природне освітлення здійснюється через віконні пройоми у зовнішніх стінах будівлі, які виготовлені зі склоблоків.

						Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пожежна безпека.

Технічні рішення запобігання пожежі

Профілактика пожеж у виробничих приміщеннях є критично важливою. Вимоги до будівель і споруд промислового призначення перш за все визначаються пожежною безпекою виробничих процесів. При проектуванні особлива увага приділяється вибору будівельних конструкцій. Всі будівельні матеріали і конструкції класифікуються за ступенем горючості на негорючі, важкогорючі та горючі.

Негорючі матеріали під дією вогню або високої температури не горять, не тліють і не піддаються розплавленню (більшість металів, природні і штучні неорганічні матеріали). Важкогорючі матеріали займаються, тліють або вуглецеваніються під впливом вогню або високої температури і продовжують горіти або тліти після видалення джерела займання.

Горючі матеріали під впливом вогню або великої температури займаються або тліють і можуть продовжувати горіти або тліти після видалення джерела пожежі. На території підприємства необхідно встановити пожежний водопровід, що включає водозабірні споруди, насоси, резервуари і зовнішню водозабірну мережу, а також внутрішню мережу, яка прокладена в будівлях.

Для тушіння пожежі необхідно порушити одну з умов, яка забезпечує процес горіння: охолодження горючого матеріалу до температури нижчої за його температуру запалювання або ізоляція його від доступу повітря. Для цього використовуються бочки з водою, ящики з піском, негорючі тканини, а також пінні та вуглекислотні вогнегасники, оскільки пінні вогнегасники не рекомендується використовувати у певних умовах (наприклад, на електроприладах, автотранспорті, в бібліотеках).

						Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для ефективного управління тушінням пожежі та швидкого реагування на виникнення пожежі використовуються пожежний зв'язок і сигналізація. Основними засобами пожежного зв'язку є телефонний зв'язок і автоматична пожежна сигналізація. Автоматичні системи включають теплові, світлові, димові та комбіновані реле, які активуються в залежності від умов, що призводять до виникнення пожежі.

Рятувальні роботи часто виконуються одночасно з гасінням пожежі. У разі недостатньої кількості сил і засобів для одночасного рятування людей і гасіння пожежі всі зусилля спрямовуються на рятування людей.

Для рятування людей використовуються основні і запасні виходи, віконні отвори, балкони, а також різні отвори і пройми в стінах, перекриттях та огороженнях. Евакуація майна і обладнання проводиться у випадках загрози його пошкодження або знищення.

Технологічне обладнання повинне бути пожежобезпечним за нормальних умов експлуатації, а для випадків аварій необхідно передбачити захисні заходи, які обмежують масштаб і наслідки пожежі. Обладнання, яке використовується з пожежонебезпечними та вибухонебезпечними речовинами і матеріалами, повинне відповідати вимогам конструкторської документації.

На вибухонебезпечних і пожежонебезпечних місцях та устаткуванні, що становить небезпеку вибуху або загоряння, необхідно розміщувати попереджувальні знаки про обережність.

Технічні рішення системи протипожежного захисту.

Засоби протипожежного захисту є технічними засобами, які призначені для запобігання, локалізації та ліквідації пожеж, а також захисту людей, матеріальних цінностей та довкілля від небезпечних факторів пожежі. До таких засобів входять: установки пожежної сигналізації та пожежогасіння,

						Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

системи оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей, системи протидимного захисту, системи централізованого пожежного спостереження, первинні засоби пожежогасіння, блискавко-захист, вогнезахист конструкцій, протипожежні перешкоди та системи протипожежного водопостачання.

Для вирішення питань пожежного захисту необхідно своєчасно проводити профілактичне обслуговування, планово-попереджувальний та капітальний ремонт технологічного обладнання відповідно до встановлених термінів за відповідними графіками, з урахуванням заходів з пожежної безпеки, передбачених проектом.

Не допускається виконання виробничих операцій на несправному обладнанні, яке може спричинити загоряння або вибух. Також заборонено працювати з відключеними контрольно-вимірювальними приладами, які визначають технологічні параметри.

Пожежна охорона в промисловості організована з метою забезпечення пожежної безпеки в значущих об'єктах народного господарства. На великих підприємствах з підвищеною пожежною небезпекою функціонують воєнізовані і пожежні частини.

Одним з завдань пожежно-технічної комісії є виявлення протипожежних порушень і недоліків у технологічних процесах, виробництві, на роботах машин, агрегатів, установок, лабораторіях, на складах, які можуть призвести до пожежі, вибуху чи аварії. Крім того, комісія розробляє заходи, спрямовані на усунення виявлених порушень і недоліків.

Електробезпека

Для забезпечення безпеки працівників від електричного струму необхідно використовувати методи, визначені "Правилами улаштування

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

електроустановок" (ПУЕ) та "Правилами техніки безпеки електроустаткування споживачів".

Згідно з ПУЕ, всі виробничі приміщення класифікуються залежно від рівня небезпеки ураження людини електричним струмом на наступні категорії:

- I — без підвищеної небезпеки;
- II — з підвищеною небезпекою;
- III — особливо небезпечні.

Розглядаючи приміщення цеху, можна визначити, що область, де розміщене обладнання, відповідає згідно з класифікацією ПУЕ зоні з підвищеною небезпекою (небезпека полягає у можливості одночасного доторкання до заземлених конструкцій і до конструкцій, що перебувають під напругою у разі пошкодження ізоляції або непрофесійних дій працівника).

Засоби захисту включають:

- 1) заземлення всіх металевих неструмоведучих конструкцій електричного обладнання;
- 2) застосування системи захисного відімкнення електричного струму живлення у разі замикання на корпус електродвигунів приводу машини або їх перевантаження;
- 3) всі машини цеху, що живляться змінною напругою 220/380 В, обладнуються заземленням і аварійним відімкненням;
- 4) електричне освітлення здійснюється напругою 127/220 В з обов'язковим встановленням світильників загального освітлення на висоті не менше 4 м;
- 5) всі електричні щити живлення мають бути закриті захисними коробками. Під щитами необхідно мати діелектричні ковдри або підставки;
- 6) приміщення цеху обладнуються знаками безпеки.

						Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок

Згідно з технічним завданням для кваліфікаційної роботи, було проведено розрахунки елементів механізмів машини карусельного типу для упаковки в'язких багатокомпонентних продуктів у термоформовані полімерні стаканчики. Під час інженерних розрахунків здійснено аналіз функціонування машини та визначено необхідні параметри проектування. Ця модель включає нові конструктивні рішення вузлів, що спрощують управління та будову, на відміну від наявних аналогів. Впроваджено пристрій для автоматичного укладання ложечок. Нова розробка базується на стандартних виробках і уніфікованих складових одиницях та деталях. Куповані компоненти, використані у конструкції машини, виробляються машинобудівними заводами України, що призводить до зниження вартості. Для приводу виконавчих органів використовуються пневмоциліндри німецької компанії "FESTO", що забезпечують тривалий беззавадний час роботи машини та підвищують її експлуатаційний термін.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

Список використаної літератури

1. Сукач М. К. Практикум з визначення навантажень машин : навч. посіб. для студентів ВНЗ спец. "Приклад. механіка" / М. К. Сукач ; Київ. нац. ун-т буд-ва і архітектури. — Київ : Ліра-К, 2017. — 183 с.
2. Федотов В. О. Практикум для самостійної роботи студентів з теоретичної механіки. Динамика. Аналітична механіка / В. О. Федотов, І. В. Віштак ; Вінниц. нац. техн. ун-т. — Вінниця : ВНТУ, 2019. — 108 с.
3. Боровець В. М. Технологія пакування та зберігання пакованої продукції : навч. посіб. [для підгот. студентів ВНЗ за спец. 131 "Приклад. механіка", спеціалізація "Машини та технологія пакування"] / В. М. Боровець, О. С. Ланець ; Нац. ун-т "Львів. політехніка", Ін-т інж. механіки та трансп. — Дрогобич (Львів. обл.) ; Львів : Посвіт, 2019. — 189 с.
4. Глібко О. А. Комп'ютерна графіка. Створення моделей та сцен у тривимірному середовищі : навч. посіб. для студентів спец. "Комп'ютер. науки", "Вид-во і поліграфія" та "Приклад. механіка" / О. А. Глібко, М. О. Максимова, І. П. Гречка ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". — Харків : Планета-Прінт, 2018. — 130 с.
5. Механіка матеріалів : навч. посіб. [для ВНЗ III—IV ступенів акредитації] / М. Г. Чаусов [та ін.] ; М-во освіти і науки України, М-во аграр. політики та продовольства України. — Київ : Авіцена, 2018. — 557 с.
6. Волошин О. І. Механіка двофазних потоків : у 4 т. Т. 2 : Механіка двофазних потоків у пневмотранспортних системах. / О. І. Волошин, А. Ф. Булат ; за ред. О. І. Волошина . — Київ : Наук. думка, 2019. — 205, [1] с.
7. Рудь В. Д. Методологія підготовки випускної роботи за спеціальністю 131 — Прикладна механіка : (освіт. рівень — бакалавр; спеціалізація — технології машинобуд.) : навч. посіб. / В. Д. Рудь, Т. Є. Божко, Т. Н. Гальчук ; Луц. нац. техн. ун-т. — Луцьк : Луц. НТУ, 2017. — 500 с.
8. Чаусов М. Г. Механіка матеріалів і конструкцій : навч. посіб. / М. Г. Чаусов, В. М. Швайко, А. П. Пилипенко ; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. — Київ : Мастер Принт, 2019. — 328 с.

						Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Mechanics of materials and structure : tutorial [for univ. students] / M. G. Chaurov [et al.] ; ed. by M. G. Chaurov ; Nat. univ. of life and environmental science of Ukraine. — Вид. 2-ге, перероб. і допов. — Kyiv : Кожуховський І. І. , 2019. — 309 с. — англ.
10. Hurey I.V. Metalworking machinery : tutorial / Ihor Hurey, Volodymyr Gurey, Vitaliy Korendiy ; Lviv polytechnic nat. univ. — Lviv : Spolom, 2019. — 163, [1]. — англ.
11. Лебеденко Ю. Ф. Основи обробки матеріалів різанням та інструмент : навч. посіб. для підгот. мол. спеціалістів та бакалаврів, які навчаються за спец. 131 "Приклад. механіка", 133 "Галуз. машинобуд. " та 274 "Автомоб. трансп. " / Ю. Ф. Лебеденко, С. Є. Сліпченко ; за ред. Пермякова О. А. ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т", Харків. мех. технікум ім. О. О. Морозова . — Харків : Факт, 2020. — 343 с.
12. Дьяченко Ю. Г. Технологія металів і матеріалознавство : посіб. для лаб. і практ. робіт студентів спец. 131 "Приклад. механіка" ден. форми навчання / Ю. Г. Дьяченко ; Донбас. держ. машинобудів. акад. — Краматорськ (Донец. обл.) : ДДМА, 2020. — 75 с.
13. Виноградов Б. В. Обробка експериментальних даних на прикладах лабораторних робіт з теоретичної механіки : навч. посіб. / Б. В. Виноградов ; Держ. ВНЗ "Укр. держ. хім. -технол. ун-т". — Дніпро : УДХТУ, 2020. — 127 с.
14. Прикладна механіка : навч. посіб. / П. К. Штанько [та ін.] ; Нац. ун-т "Запоріж. політехніка". — Запоріжжя : Статус : НУ "Запоріж. політехніка", 2020. — 199 с.
15. Романюк О. Д. Теоретична та прикладна механіка. Короткий курс : навч. посіб. (для здобувачів першого (бакалавр.) рівня закл. вищ. освіти) / О. Д. Романюк, Л. П. Теліпко, С. В. Ракша ; Дніпров. держ. техн. ун-т, Дніпров. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. — Кам'янське (Дніпропетров. обл.) : ДДТУ, 2021. — 281 с.
16. Бабенко Д. В. Механіка матеріалів і конструкцій : навч. посіб. / Д. В. Бабенко, Н. А. Доценко, О. А. Горбенко ; за ред. Д. В. Бабенка . — Миколаїв :

						Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- МНАУ, 2021— . — 21 см. Ч. 1 : Практикум для навчання на основі інтерактивного графічно-цифрового контенту. — 2021. — 175 с.
17. Дмитрів В. Т. Динаміка і точність роботів : навч. посіб. / Василь Дмитрів, Олексій Ланець ; Нац. ун-т "Львів. політехніка". — Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2021. — 199 с.
18. Теоретична механіка. Кінематика та кінетика : підручник / В. В. Воробйов [та ін.] ; Кременчуц. нац. ун-т ім. Михайла Остроградського. — Кременчук (Полтав. обл.) : Щербатих О. В. , 2021. — 154 с. :
19. Механіка матеріалів та конструкцій. Збірник розрахунково-графічних завдань для самостійної роботи : навч. посіб. / [В. А. Огородніков та ін.] ; Вінниц. нац. техн. ун-т. — Вінниця : ВНТУ, 2021. — 189 с.
20. Волянчук В. О. Розрахунок механізмів вантажопідіймальних машин : [навч. посіб. для студентів спец. 131 "Приклад. механіка", 133 "Галузеве машинобуд. " та 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" освіт. -кваліфікац. рівня "бакалавр"] / В. О. Волянчук, Є. В. Горбатюк ; Київ. нац. ун-т буд-ва і архітектури. — Київ : КНУБА, 2021. — 135 с.
21. Pysarenko, A. N. Guide to physics problems. Mechanics : [manual] / Pysarenko A. N. ; Odesa state acad. of civil eng. and archit. — Odesa : OSACEA, 2021. — 198 с. — англ.
22. Петрик В. О. Прикладна механіка : навч. посіб. [для здобувачів ступеня бакалавра за техн. спец.] / В. О. Петрик, С. І. Трубочев, В. А. Колодяжний ; Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т ім. Ігоря Сікорського". — Київ : КПІ ім. І. Сікорського, 2022. — 295 с.
23. Апаратне забезпечення ультразвукових кавітаційних технологій : монографія / Луговський О. Ф. [та ін.] . — Київ : Кушнір Ю. В. , 2021. — 215 с.
24. Системи автоматизованого проектування. Autodesk Inventor : навч. посіб. / Василь Дмитрів [та ін.] ; Нац. ун-т "Львів. політехніка". — Львів : Сполом, 2022. — 284 с.
25. Навчальний посібник з курсу "Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство". Розділ "Матеріалознавство" : для студентів спец. : 131 "Приклад. механіка", 133 "Галуз. машинобуд. ", 208 "Агроінженерія" / [Бодрова

						Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Л. Г. та ін.] ; Тернопіл. нац. техн. ун-т ім. Івана Пулюя, Каф. буд. механіки. — Тернопіль : Паляниця В. А. , 2023. — 156 с.
26. Бабенко Д. В. Механіка матеріалів і конструкцій : навч. посіб. / Д. В. Бабенко, Н. А. Доценко, О. А. Горбенко ; за ред. Д. В. Бабенка . — Миколаїв : МНАУ, 2021— . — 21 см. Ч. 2 : Практикум для навчання на основі інтерактивного графічно-цифрового контенту. — 2023. — 207 с.
27. Малащенко В. О. Деталі машин : [навч. посіб. для студентів спец. 131 "Приклад. механіка" і 133 "Галуз. машинобуд."] : ч. 1 і 2 / В. О. Малащенко, Б. В. Сологуб ; Нац. ун-т "Львів. політехніка". — Львів : Левада, 2023. — 150 с.
28. Корендій В. М. Моделювання механічних процесів та систем : (навч. посіб. [для студентів спец. 131 "Приклад. механіка", 133 "Галуз. машинобуд. "]) / Віталій Корендій, Олександр Качур, Надія Магерус ; Нац. ун-т "Львів. політехніка". — Львів : Левада, 2023. — 205 с.
29. Яковенко І. Е. Технологічні основи машинобудування : навч. посіб. для студентів спец. 131 "Приклад. механіка", 133 "Галуз. машинобуд. " / Яковенко І. Е. , Пермяков О. А. , Фесенко А. В. ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". — Харків : Діса плюс, 2022. — 420 с.
30. Чабан В. Й. Рух у гравітаційному й електричному полі / Василь Чабан . — Львів : Простір-М, 2021. — 139 с.
31. Ланець О. С. Основи розрахунку та конструювання вібраційних машин : навч. посіб. / Олексій Ланець ; Нац. ун-т "Львів. політехніка". — Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2018— . — 26 см. Кн. 1 : Теорія та практика створення вібраційних машин з гармонійним рухом робочого органа. — 2018. — 610 с.
32. Тарара А. М. Проектування і конструювання об'єктів техніки : навч. посіб. і навч. програма / А. М. Тарара ; Нац. акад. пед. наук України, Ін-т педагогіки. — Київ : Конві прінт, 2019. — 142 с.
33. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв : підруч. [для здобувачів вищ. освіти] / Самойчук К. О. [та ін. ; за ред. Самойчука К. О.] ; Таврійс. держ. агротехнол. ун-т ім. Дмитра Моторного, ОПХВ ім. проф. Ф. Ю. Ялпачика. — Київ : ПрофКнига, 2020. — 427 с.

						Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

34. Назін В. І. Деталі машин і основи конструювання : навч. посіб. / В. І. Назін ; Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т". — Харків : ХАІ, 2021. — 303 с.
35. Практичне проектування і конструювання деталей машин : навч. посіб. / В. О. Малащенко [та ін.] ; Нац. ун-т вод. госп-ва та природокористування. — Рівне : НУВГП, 2020. — 145 с.
36. Розрахунок і конструювання типових деталей і вузлів обладнання харчових виробництв та сільськогосподарських машин : навч. посіб. / Стечишин М. С. та ін. — Хмельницький : ХНУ, 2020. — 231 с.
37. Костюк Г. І. Конструювання промислових роботів : навч. посіб. / Г. І. Костюк, О. О. Баранов, Ю. В. Широкий ; Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т". — Харків : ХАІ, 2020. — 135 с.
38. Широкий Ю. В. Конструювання устаткувань для автоматизованого виробництва. Захоплювальні пристрої промислових роботів : навч. посіб. / Ю. В. Широкий, Т. О. Постельник ; Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т". — Харків : ХАІ, 2021. — 71 с.
39. Пономаренко В. В. Основи розрахунку і конструювання технологічного обладнання : Ч. 1 : навч. посіб. / В. В. Пономаренко, Є. М. Бабко, В. В. Олішевський ; Нац. ун-т харч. технологій. — Київ : НУХТ, 2023. — 314 с.
40. Сідлецький В. М. Технології конструювання сучасних автоматизованих систем : (з прикладами для дифузійн. станції цукр. з-ду) : монографія / Віктор Михайлович Сідлецький, Ігор Володимирович Ельперін ; Нац. ун-т харч. технологій. — Київ : Ліра-К, 2022. — 179 с.
41. Метрологія та основи вимірювань : навч. -метод. посіб. з вивч. лекційн. матеріалу для студентів спец. 174 "Автоматизація, комп'ютерно-інтегр. технології та робототехніка" / [А. К. Бабіченко та ін.] ; за ред. А. К. Бабіченка ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т", Укр. держ. ун-т залізн. трансп. — Харків : Мірошниченко О. А. , 2023. — 140 с.

						Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		