

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

**Інститут (факультет) Навчально-науковий Інженеро технічний інститут
Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій
проекування ім. акад. І.С.Гулого**

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан факультету)

_____ Сергій Блаженко
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 20__ р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Микола Якимчук
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 20__ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 133 „Галузеве машинобудування”

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Інженіринг харчових і біотехнічних виробництв

на тему: Модернізація дозувального пристрою в машині для пакування йогурту продуктивністю 60 упаковок за хвилину

Виконав: здобувач 4 курсу, групи 2

_____ Якимчук Петро Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Якимчук Микола Володимирович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти _____

(ім'я та прізвище)

(підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

(підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

(підпис)

Рецензент Олександр Чепелюк

(ім'я та прізвище)

(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 _____

(підпис)

Київ - 2023р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут(факультет)Навчально-науковий інженеро-технічний інститут ім акад. І.С. Гулого

КафедраТехнологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування

Освітній ступіньБакалавр

Спеціальність133 „ Галузеве машинобудування”
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Інженіринг харчових і біотехнічних виробництв

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТОКТП

проф. Микола Якимчук

“ _____ ”

_____ 20__ року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Якимчуку Петру Михайловичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація дозувального пристрою в машині для пакування йогурту продуктивністю 60 упаковок за хвилину

керівник роботи Якимчук Микола Володимирович, проф., док. тех. наук.,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ _____ ” _____ 20__ року
№ _____

2.Строк подання здобувачем роботи 30.05.2023

3.Вихідні дані до роботи 1. Технічний паспорт обладнання

2. Альбом галузевого обладнання 3. Навчальна та спеціальна література

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
анотація, зміст, перелік умовних позначень, термінів, вступ, порівняльний
аналіз технічних рішень поставленої задачі, техніко-економічне
обґрунтування, соціальне обґрунтування, характеристика вихідної
сировини і готового продукту, опис запропонованого технічного рішення,
будова та принцип роботи, розрахункова частина, вибір конструкційних
матеріалів, технологічний маршрут виготовлення деталі, вимоги щодо
монтажу, експлуатації та ремонту,система управління, опис системи
управління, заходи щодо охорони праці, екології, висновки, список
використаної літератури, специфікація.

5. Перелік графічного матеріалу

Загальний вигляд обладнання – 2 аркуші, Складальні одиниці обладнання –

2 аркуші, Технологія машинобудування – 1 аркуш

ЗМІСТ

	стор.
Анотація.....	4
Вступ.....	5
1. Порівняльний аналіз технічних рішень	7
1.1. Комплексний підхід до рішення.....	7
1.2. Відомості про термоформовану тару.....	9
1.3. Технологія і устаткування. Огляд найпоширенніших схем машин – автоматів для фасування в'язких харчових продуктів.....	12
1.3.1. Напівавтомат “ПОЛУР – 600”.....	12
1.3.2. Автомат “АЛУР – 1500 БМ ”:.....	13
1.3.3. Автомат “АЛУР – 1500 СМ ”:.....	15
1.3.4. Вакуум-термоформувальна пакувальна лінія Multivac R-7000:.....	16
1.3.5. Вакуум - термоформувальна пакувальна лінія WEBOMATIS.....	17
1.3.6. Автомат моделі RXG для розфасовки пастоподібних продуктів у відра:.....	18
1.3.7. Автомати серії RXM - з лінійним переміщенням тари:.....	19
1.4 Пристрої для дозування і фасування в'язкої продукції.....	21
1.4.1 . Аналіз і класифікація конструктивних виконань пристроїв дозування і фасування.....	21
2. Техніко економічне обґрунтування проекту	27
3. Опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи обладнання... 29	
3.1. Опис модернізації.....	29

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимчук М.В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>	
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Якимчук П.М.	<i>Назва, додаткова назва</i> Зміст	192009.КР.01.000. ПЗ	
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В		<i>Інд.змін</i>	<i>Дата видання</i>
			<i>Мова</i> Укр	<i>Аркуш</i> 1

3.2. Опис фасувального автомата.....	29
3.3. Конструкція вузлів машини.....	30
3.3.1.Механізм термоформування стаканчиків.....	30
3.3.2.Дозувальний пристрій.....	32
3.3.3.Механізм зварювання.....	34
3.3.4.Механізм нанесення дати.....	35
3.4. Принцип роботи машини.....	36
4.Розрахункова частина.....	39
4.1.Розрахунок часу для нагрівання.....	39
4. 2. Розрахунок продуктивності машини.....	39
4.3. Розрахунок вузла протягування матеріалу.....	40
4.4.Розрахунок товщини полімерної упаковки.....	45
4.5.Розрахунок поршневого дозатора.....	47
4.6.Термоформування.....	51
4.7. Розрахунок процесу приварювання кришок до стаканчиків.....	53
4.8.Розрахунок вакуум - захоплюючого пристрою.....	59
4.9.Розрахунок витрат стисненого повітря пневмоциліндрів дозатора.....	64
5.Вибір конструкційних матеріалів.....	66
6.Технологічний маршрут виготовлення деталі.....	69
7.Вимоги щодо монтажу і технічного сервісу.....	90
7.1 Загальні положення.....	90
7.2. Розміщення і монтаж.....	91
7.3. Підналагодження машини і підготовка її до роботи.....	92
7.4. Причини і наслідки несправностей.....	93
7.5. Діагностика несправностей елементів пневматичних систем.....	94
7.6. Методика ремонту елементів пневматичних систем.....	94

8.Опис блоку управління.....	95
9. Заходи з охорони праці.....	97
9.1 Аналіз виробничого травматизму на підприємствах молочної галузі.....	97
9.2. Служба ОП на підприємстві.....	97
9.3. Фінансування заходів з охорони праці.....	98
9.4. Аналіз основних шкідливих та небезпечних виробничих факторів ...	99
9.5 Вимоги, що пред'являються до упаковки в товарознавстві.....	100
9.6. Вказівки заходів техніки безпеки при користуванні автоматом.....	101
9.7 Повітря робочої зони.....	103
9.7.1 Мікроклімат	103
9.7.2 Тепловиділення.....	104
9.7.3 Запиленість.....	104
9.8. Освітлення.....	104
9.8.1 Загальні положення.....	104
9.8.2. Розрахунок штучного освітлення цеху пакування.....	105
9.9. Шум.....	107
9.10 Вібрація.....	108
9.11. Побутові приміщення.....	108
9.12. Вентиляція.....	109
9.13. Заходи з електробезпеки.....	109
9.14. Заходи з пожежної безпеки.....	111
Висновки.....	114
Список використаної літератури.....	115

АНОТАЦІЯ

Темою данної кваліфікаційної роботи є “ Модернізація дозувального пристрою в машині для пакування йогурту продуктивністю 60 упаковок за хвилину ”.

В літературному огляді джерел інформації описано технологічний процес фасування в'язких харчових продуктів , а також існуюче обладнання, яке використовується для виконання даного процесу. Техніко-економічне обґрунтування проекту показує актуальність цієї проблеми в теперішній час.

В розрахунковій частині проведені як кінематичні так і динамічні розрахунки виконавчих органів та механізмів машини. Проведені техніко-економічні розрахунки, розроблена схема автоматизації і керування автомату. Розроблені заходи по охороні праці і техніці безпеки.

Графічна частина розкриває більш глибоко будову машини, показує деталі та вузли, взаємне їх розміщення, розміри та будову . Графічна частина включає 5 листів формату А1.

В дипломній роботі розглянута машина для пакування в'язких харчових продуктів, в нашому випадку йогурту, в стаканчики. В основу покладено завдання модернізації дозувального пристрою який прикріплений до станини і складається з мірного циліндра в який потрапляє продукт через продуктопровід, поршня пневмоциліндра який робить розрідження в камері, корпусу впускного клапану та самого впускного клапану, регулюючого гвинта за допомогою якого ми регулюємо величину дози, нагнітального клапану та пневмоциліндра через який продукт попадає до стаканчиків. Перевагами данної роботи є збільшення продуктивності машини та точності дозування, зменшення енергетичних показників, споживання стисненого повітря .

Ключові слова: дозатор, в'язкий, йогурт .

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Якимчук М.В	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Якимчук П.М.	Назва, додаткова назва Анотація	192009.КР.01.000. ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук.М.В		Інд.змін	Дата видання	Мова Укр	Аркуш 4

ANNOTATION

The topic of this qualification work is "Modernization of the dosing device in a yogurt packaging machine with a productivity of 60 packages per minute."

The literature review describes the technological process of packaging viscous food products, as well as the existing equipment used for this process. The techno-economic justification of the project demonstrates the relevance of this problem in the present time. The calculation section includes both kinematic and dynamic calculations of the executive elements and mechanisms of the machine. Techno-economic calculations were carried out, an automation scheme and control of the machine were developed. Measures for labor protection and safety engineering were developed.

The graphical part provides a more detailed description of the machine's structure, showing details and assemblies, their mutual arrangement, dimensions, and structure. The graphical part consists of 5 sheets in A1 format.

The diploma work examines a machine for packaging viscous food products, in this case, yogurt, in cups. The basis of the work is the task of modernizing the dosing device, which is attached to the frame and consists of a measuring cylinder into which the product enters through a product pipeline, a piston of a pneumatic cylinder that creates a vacuum in the chamber, a housing of the inlet valve and the inlet valve itself, an adjusting screw used to regulate the dosage, an intake valve, and a pneumatic cylinder through which the product enters the cups. The advantages of this work are increased machine productivity and dosing accuracy, reduced energy consumption, and compressed air consumption.

Keywords: dispenser, viscous, yogurt.

ВСТУП

У сучасних умовах суспільства та економіки всього світу з'являється потреба підвищення продуктивності підприємств харчової промисловості. Це потребує постійного оновлення класифікації та доповнення матеріально-технічної бази, що в свою чергу сприяє вдосконаленню системи її добросовісного використання. Висока якість продукції харчової промисловості може бути досягнута лише за умови різкого підвищення продуктивності праці та культури виробництва, що ґрунтується на вдосконаленні та інноваційному впровадженні організації харчової промисловості, технології та обладнання. В сучасних умовах фасування в'язкої продукції є одним із основних напрямків доставки такої продукції до споживача. Продукція що випускається сучасними підприємствами харчової промисловості повинна відповідати всім вимогам і задовольняти потреба споживачів. Для її отримання потрібні комплексні механізовані та автоматизовані процеси фасування.

Технологія фасування в'язких продуктів харчування – це складний багатофункціональний процес, який складається з багатьох основних і допоміжних технологічних операцій. За функціональним призначенням ці операції поділяються на чотири функціональні групи:

1. Підготовка харчових продуктів.
2. Підготовка пакувальних об'єктів.
3. Формування упаковки.
4. Наповнення упаковки продуктом

Кожна група включає в себе деякі підгрупи цих операцій, які виконуються системою виконавчих механізмів.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимчук М.В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Якимчук П.М.	<i>Назва, додаткова назва</i> Вступ	192009.КР.01.000. ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В		<i>Інд.змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> Укр	<i>Аркуш</i> 5

Фасування харчових продуктів залежить від фізико-механічних властивостей продукту та його консистенції. У більшості випадків в'язкість або плинність (зворотна величина в'язкості) є найважливішою величиною, що визначає різні стани речовини. В'язкість залежить напряду від температури, тиску, вологості або вмісту жиру, концентрації чи дисперсії. У кваліфікаційній роботі модернізовано автомат для фасування харчових продуктів, в нашому випадку йогурту, в полімерні стаканчики лінійного типу, а саме дозуючого пристрою. Призначення машини - фасування в'язких продуктів харчування у полімерні стаканчики із герметичним закупорюванням кришками із алюмінієвої фольги з термозварним шаром, або універсальними полімерними кришками.

З допомогою данної машини можна упаковувати: вершки, сметану, йогурти, майонез, соуси, пастоподібні, кремоподібні та інші продукти з такою консистенцією. Конструкція машини дозволяє працювати в умовах підвищеної вологості.

1. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ

1.1. Комплексний підхід до рішення

Термоформована тара та упаковка для харчових продуктів сьогодні дуже популярні. Споживачі звикли купувати товари в якісній упаковці, це пояснюється просто, адже завдяки якісній упаковці продукція служить довше і стає зручнішою у використанні. Жорсткість, міцність, висока прозорість, стійкість до дії жирів і різних хімічних речовин полімерних матеріалів, що використовуються для виготовлення термоформованої упаковки, що складається з поліпропілену (ПП) і полістиролу (ПС), обумовлюють термоформовану тару. Вона широко використовується в кондитерській промисловості, молочна та масложировій промисловість тощо. Завдяки цим перевагам термоформована тара активно використовується для пакування харчових продуктів. Для виробництва термоформованої тари використовуються полімерні матеріали. Виготовляються полімерні матеріали шляхом композиційного змішування із ПП і ПС. Полімерний матеріал, може бути як прозорим, так і забарвленим, як правило, володіє високими технологічними характеристиками і має такі параметрами: товщина – 200-1300 мкм; ширина – 200-750 мм; вага рулонів – 30 - 300 кг; діаметр шпуль — 76 мм і 152 мм.

На виробництво та контроль якості полімерних матеріалів діють чітко встановлені нормативно-технічні документи, полімерна сировина, що використовується, сертифікована та дозволена для контакту з харчовими продуктами. Рецептури композицій ПП і ПС розроблені з урахуванням потреб споживачів. Ряд компаній в Україні на сучасному рівні

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Якимчук М.В	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Якимчук П.М.	Назва, додаткова назва Порівняльний аналіз технічних рішень	192009.КР.01.001. ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В		Інд.змін	Дата видання	Мова Укр	Аркуш 7

займаються виробництвом термоформованої тари. Найбільш поширеним обладнанням для термоформування на підприємствах є високопродуктивні машини «ILLIG» і «KIFFEL» (Німеччина). Обладнання оснащено багатомісними технологічними формами, а виробнича потужність становить 7200-25000 штук на годину відповідно до типу продукту. Технічні відходи у вигляді ґрат подрібнюють і повертають у виробничий цикл. Для нанесення малюнка на кухоль або кришку використовується техніка офсетного друку. Використання комп'ютерних технологій дозволило вирішити ці проблеми на високому рівні, гарантуючи якісне виготовлення фотогравірувальних та друкарських форм. Друкарські фарби є важливою частиною процесу друку. Для забезпечення точних колірних характеристик, високої якості та високого блиску використовуються офсетні покриття «ZELLER» та «SCHNEEMAN». Фарби дозволені для використання на тарі для харчових продуктів.

1.2. Відомості про термоформовану тару

Термоформована тара виконує кілька важливих функцій:

- захищає пакування від розкриття та від підробки;
- несе інформацію для покупця (вона наноситься по всій поверхні циліндричної форми);
- представляє яскраве враження, привабливість (цьому сприяє якісний друк, можливість реалізації багатьох поліграфічних ефектів). За своєю природою вона служить гарним нагадуванням покупцеві про те, що упаковка не може бути порушена іншими, і відповідає вимогам сучасного ринку - захищає продукт від підробок, від навмисного розкриття. Секретні логотипи, топографічні позначки, пломби, перфорація та інші елементи на упаковці в поєднанні з термоформованою упаковкою роблять упаковку більш захищеною. Це стосується практично всіх товарних груп і є особливо привабливим для покупців. У деяких випадках термоформована упаковка надійно захистить заповнений продукт від проникнення ультрафіолетового випромінювання.



Рис.1 Вироби з термоформованої тари

Будь-яка тара несе інформацію для покупця, привертає увагу покупця до конкретного товару чи продукту завдяки численним дизайнерським прийомам і сучасним досягненням поліграфії. Термоформовані тара безмежно розширює ці можливості. З одного боку - якість плівки, з іншого - необмежений колірний діапазон і поліграфічні ефекти. Циліндрична форма термоформованої тари відкриває абсолютно нові можливості для дизайнерів, оскільки текст, кольори та графіку можна розмістити на всій поверхні упаковки, навіть дуже складної. Це нові можливості для виробників і покупців. Споживча термоформована тара (коробки та стакани різної місткості та конфігурації) широко використовується для пакування молочних продуктів пастоподібної консистенції - сметани, дієтичних сирів, пасти, вершків, йогуртів, комбінованих продуктів. Для виробництва пакувальних одиниць використовують рулонні матеріали на основі термопластичних полімерів: ударостійкого полістиролу; пластифікованого полівінілхлориду; поліпропілену.

Основними видами обладнання, яке використовується в молочній промисловості для виробництва термоформованої тари, є пневматичні та вакуумні формувальні машини, що працюють за принципом термоформування під негативним тиском. Одночасно процес складається з безперервного нагрівання матеріалу до температури, близької до температури потоку матеріалу, деформування його в задану конфігурацію, фіксації форми, охолодження до температури нижче температури склування або температури плавлення термопласту, видалення з моделі та розкрій .

Процес розливу молочних продуктів у термоформовану тару можна розділити на два види: періодичний і безперервний. Стадії першого етапу:

1. Виробництво стрічки
2. Термоформування виробів
3. Дозування
4. Фасування
5. Закупорювання.

Стадії 1 і 2 можуть здійснюватися на одному або різних підприємствах, 3, 4, 5 - на молочному підприємстві.

Стадії другого етапу: виробництво стрічки, формування, дозування, фасування, закупорювання. Вся друга стадія здійснюється на одному автоматі.

Кришки з основного матеріалу використовують для негерметичної закупорки споживчої тари, для герметичної тари - рулонний матеріал типу фольги з термоскріпленим (гарячим лаком) покриттям або висічки для термозварювання цього матеріалу. Сьогодні як пакувальні матеріали для сиру використовують жиростійкий папір (пергамент, підпергамент), lean-матеріали та інші. В основному упаковки з сиром випускають у вигляді брикетів, але зазвичай вони не герметичні, тому термін зберігання істотно не збільшують. Навіть при 0°C брикети зберігають смакові властивості сиру не більше 2-3 днів. Зараз досить гостро стоїть проблема упаковки, оскільки виробничі потужності великих вітчизняних виробників сиру часто розташовані далеко від місця їх реалізації. В основному термін зберігання (2-3 дні) закінчується під час відвантаження, транспортування, зберігання і реалізації сиру.

І, природно, сир, розфасований у традиційну упаковку, швидко втрачає свої смакові властивості.



Рис 2. Упаковка для сиру з термоформованої тари

Деякі компанії виробляють сир у термоформованій пластиковій упаковці. Як правило, сир можна зберігати протягом 10 днів у аналогічних атмосферній тарі і більше 20 днів в упаковці з модифікованою атмосферою.

1.3. Технологія і устаткування. Огляд найпоширенніших схем машин – автоматів для фасування в'язких харчових продуктів

1.3.1. Напівавтомат “ПОЛУР – 600”:

Рис. 2. Фасувальник з закупорюванням стаканчиків алюмінієвою фольгою. Він призначений для фасування рідких і пастоподібних харчових продуктів. Марка фасувальщика “ПОЛУР – 600”.

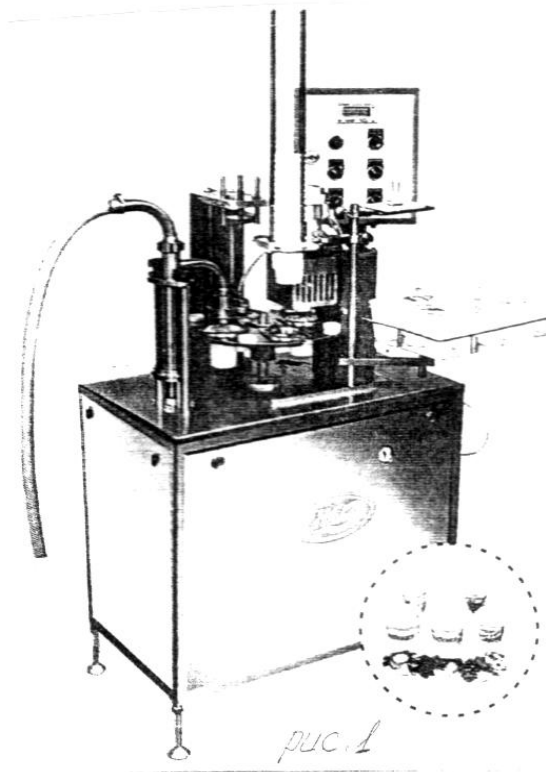


Рис 3. Напівавтомат “ПОЛУР – 600”.

Даний напівавтомат упаковує майонез та йогурти, сметану та вершки, соуси та кефір в полімерні стаканчики об’ємом від 0,05 до 0,5 л, типорозміром 75 і 95 мм. ЗАТ”Новгородський машинобудівний завод” випускає даний автомат який комплектується набором змінних вузлів і деталей. Недоліки двинного автомату : мала продуктивність (до 800 уп/год), не здатність дозування пастоподібних продуктів з м’якими наповнювачами; не здатність накривати пластиковою кришкою та відсутність додаткового дозатора для харчових добавок на одну порцію до основного дозатора.

1.3.2. Автомат “АЛУР – 1500 БМ ”:

На Рис.3 зображено автоматичний фасувальний автомат із закупорюванням стаканчиків алюмінієвою фольгою і пластиковою кришкою.

Призначання автомату: фасування рідких і пастоподібних продуктів, в тому числі з м'якими наповнювачами такі як: майонези, сметану, вершки, джеми, йогурти, кефір, соуси, крем та мед. Продуктивність автомата 1300 – 1900 уп/год.

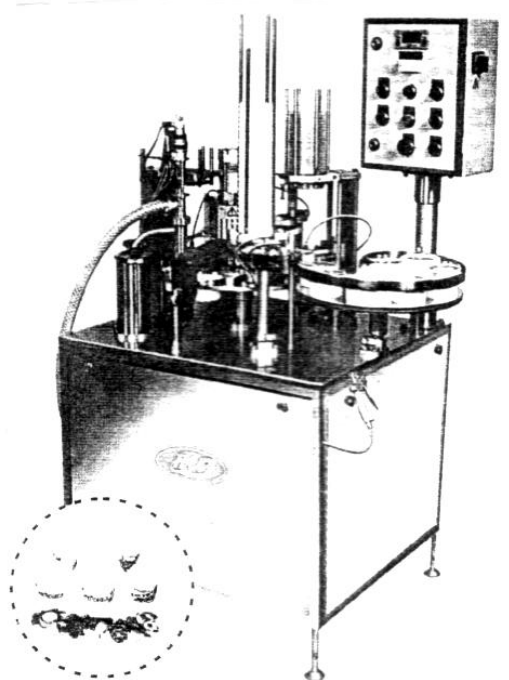


Рис. 4. Автомат “АЛУР – 1500 БМ”

Автомат комплектується набором змінних вузлів і деталей для стаканчиків типорозмірів: 75 і 95 мм (для фольги або валкіліда); 77, 98, 101 мм (для пластикової кришки).

Автомат також укомплектовується пристроєм бля обробки від бактерій стаканчиків і фольги; встановлений додатковий дозатор для харчових добавок на одну порцію до основного дозатора

Недоліки автомату : неможливість фасування творожної пасти, плавлених сирків, а також неможливість гарячого розливу харчових продуктів.

1.3.3. Автомат “АЛУР – 1500 СМ ”:

На Рис.3 зображено фасувальний автомат із закупорюванням стаканчиків алюмінієвою фольгою або валкідом і пластмасовою кришкою

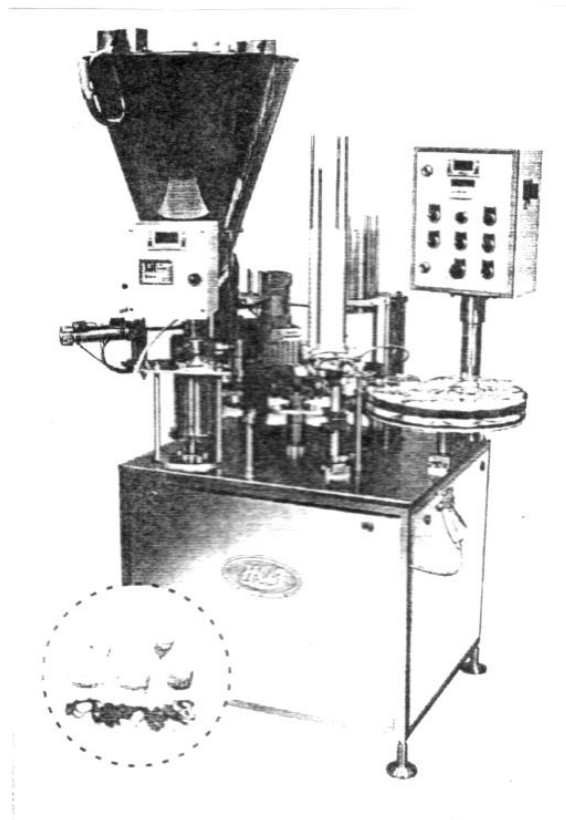


Рис. 5. Автомат “АЛУР – 1500 СМ ”

Призначення машини: фасування творожної маси, плавленого сиру, джему, майонезу, сметани, вершків, йогуртів, кефіру та інших харчових продуктів такої ж консистенції тобто рідких, пастоподібних і важкотекучих продуктів харчування при їх гарячому розливі, в тому числі з м'якими наповнювачами.

Автомат працює з продуктивністю до 1300 уп/год, комплектується змінним комплектом кожного типорозміру стаканчика та насадкою для дозування особливо в'язких продуктів з наповнювачами.

Недоліки автомату: досить складний процес переоснащення машини при необхідності додаткового дозатора, тощо.

1.3.4. Вакуум-термоформувальна пакувальна лінія Multivac R-7000:

Вакуум-термоформуюча пакувальна лінія "Multivac R-7000" використовується для вакуумного пакування сиру, м'ясних, рибних та інших продуктів харчової галузі і може використовуватися на підприємствах м'ясної, рибної та молочної переробки.

Довжина зони укладання продукту - 700 мм.

Вакуум-термоформуюча лінія "Multivac R-7000" використовує як м'яку, так і жорстку нижню плівку типу PVC / PE, А-РЕТ/РЕ, товщиною від 400 до 1000 мкм і м'яку верхню плівку типу РА / РЕ, товщиною до 200 мкм.



Рис 6. Лінія Multivac R-7000.

1.3.5. Вакуум - термоформувальна пакувальна лінія WEBOMATIC

APS ML 7100:



Рис. 7 лінія WEBOMATICAPS ML 7100

Серед ліній термоформування WEBOMATIC® ML APS 7100 є найпродуктивнішою машиною. Машина має можливість динамічно змінювати розміри упаковок у найширшому діапазоні. Завдяки довжині розтяжки до 800 мм і максимальній ширині плівки 620 мм можна пакувати великі продукти. Лінія може виготовляти вакуумні упаковки з покращеним середовищем або скін-паки для продуктів і нехарчових товарів. Модульна структура цієї лінії дозволяє адаптувати її до ваших індивідуальних потреб, щоб задовольнити всі побажання ваших клієнтів. Зображення можна нанести на верхню плівку, щоб видавити логотип компанії. Лінії термоформування обладнані під конкретну продукцію і встановлюються на підприємствах-замовниках. Практично всі плівкові матеріали на ринку можна використовувати в данній машині. Максимальна глибина упаковки: 190 мм.

1.3.6. Автомат моделі РХG для розфасовки пастоподібних продуктів у відра:

Автомат мод. РХG для фасування (розливу) пастоподібних продуктів (майонез, джеми, варення, йогурту тощо) у відра різних обсягів. Дозування продукту: вагове. Закупорювання тари: запаювання кришкою з вирубкою її з рулону плівки і додаткова пластикова кришка - "прочуханка".

Продуктивність: 5-10 т за годину.



Рис. 8 Автомат моделі РХG

1.3.7. Автомати серії РХМ - з лінійним переміщенням тари:

Автомати серії призначені для розфасовки різних рідких, пастоподібних, гранульованих, аерованих і різних багатокомпонентних продуктів.

Виробляються такі моделі обладнання серії РХМ:

Найменування моделей	Продуктивність шт. за хв.
1 Автомат мод. РХМ -2	80
2 Автомат мод. РХМ -3	120
3 Автомат мод. РХМ -4	160
4 Автомат мод. РХМ -5	200
5 Автомат мод. РХМ -6	240

Машина оснащена системою транспортування та подачі з сервоприводом, що дозволяє повністю виключити будь-які розбризкування продукту при подачі та переміщенні тари, а також дозволяє досягти високої продуктивності обладнання (40 циклів за хвилину і вище на кожен ряд транспортної системи машини).

Налаштування всіх параметрів машини, в тому числі налаштування дозування продукту, здійснюється з пульта управління. На машини РХМ для різних продуктів можна встановити різну кількість дозаторів (кількість виготовлених дозаторів до 8). Машини цієї серії поділяються на звичайну версію та Ultra Clean, з різними типами стерилізації контейнерів. Крім того, машини серії РХМ пропонують

автоматичне обладнання для різання та формування картону в тару, а також для автоматичного укладання готової продукції в тару.

Пакувальний автомат моделі РХМ-6



Рис. 9 Пакувальний автомат моделі РХМ-6

Додатково в комплекті з автоматами серії РХМ може бути поставлено автоматичне обладнання для формування тари з картонної висічки й автоматичного укладання готової продукції в тару.

1.4 Пристрої для дозування і фасування в'язкої продукції

Більшість упакованих продуктів, у тому числі харчових продуктів, є складними багатокомпонентними дисперсними системами, безперервними середовищами, властивості яких не підкоряються ні закону Гука, ні закону Ньютона, хоча виявляють як пружні властивості, так і поведінку ньютонівської рідини за наступних умов. Взагалі полімерні дисперсійні системи діляться на дві категорії: рідиноподібні та твердоподібні з поступовими переходами між ними. Якщо в'язкі рідини характеризуються постійним значенням в'язкості, то структуровані рідини залежать від залежності ефективної в'язкості від прикладеної напруги. Таким чином, до в'язких продуктів можна умовно віднести рідини, які мають значну в'язкість і можуть змінювати її за відповідних умов. До в'язких продуктів відносяться: сметана, майонез, кетчуп, згущене молоко, йогурт та ін.

1.4.1 . Аналіз і класифікація конструктивних виконань пристроїв дозування і фасування

Класифікація пристроїв дозування і фасування в'язкої продукції представлені на Рис. 8. Для вимірювання дозування здебільшого застосовують об'ємні пристрої. Їх можна поділити на велику кількість різновидів, відповідно до конструктивного вирішення, іноді використовують спосіб вимірювання дози за масою. В основі таких дозаторів — тензометрична система зважування.

обладнанні. Особливістю цього виду дозування продукції є ретельний підбір схеми дозування та активного робочого органу для запобігання пошкодженню твердих включень, структури продукту та забезпечення точності дозування. За типом робочого механізму дозуючий пристрій буває: безактивного робочого механізму, мембранного типу, пневматичного типу та поршневого типу. В апаратах без активного робочого органу рух продукту відбувається за рахунок сили тяжіння. Для продуктів з низькою в'язкістю (олія, кефір) використовується таке обладнання. В основі цього приладу лежить барометричний спосіб упаковки при формуванні доз за об'ємом або рівнем. Мембранні дозатори (Рис 9) використовуються для формування невеликих доз малов'язких продуктів де потрібно забезпечувати стерильність пакування. Робочим органом є діафрагма, яка коливається під дією різниці тиску повітря або електромагнітної сили. Цей тип дозувального пристрою використовується для дозування продукту до 50 мг і в основному використовується у фармацевтичній та парфумерній продукції.

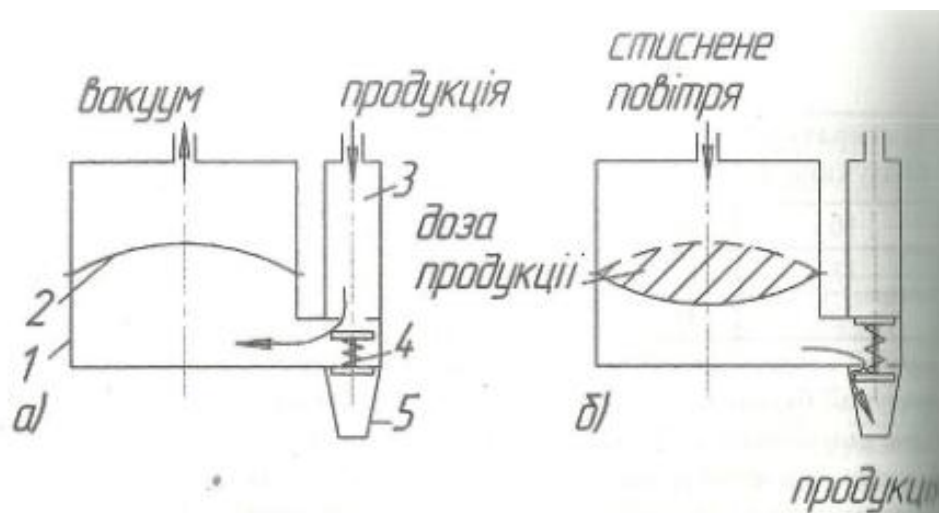


Рис. 11 Схема роботи мембранного дозатора

Основним недоліком цього дозатора є складність регулювання дозування продукту. Пневматична дозаторна машина (Рис 10) використовує енергію

стисненого повітря для прискорення в'язких продуктів з дозувальної станини .Цей тип дозатора може бути використаний для упаковки продуктів середньої та високої в'язкості, а також може використовуватися для продуктів, що містять тверді включення.

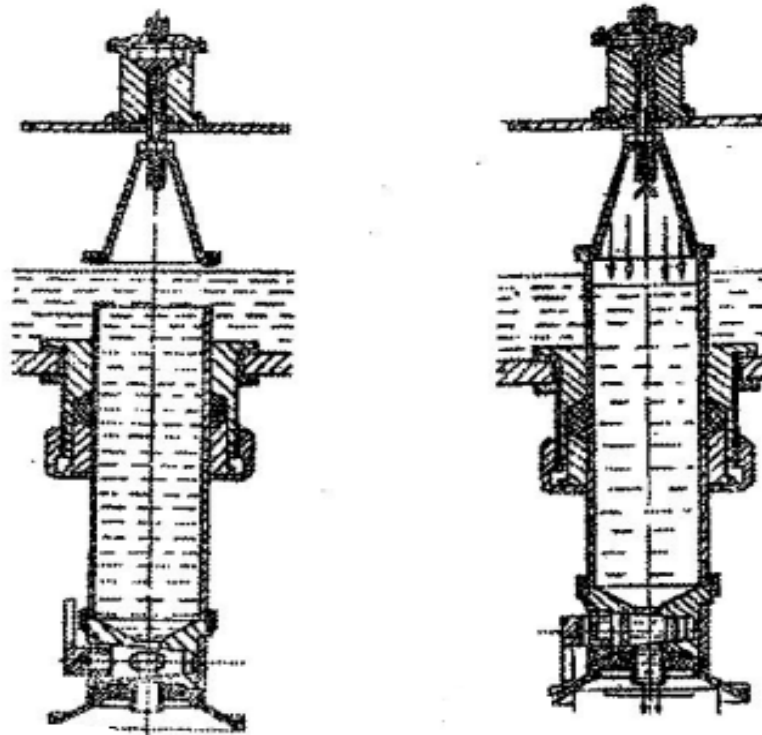


Рис. 12 Пневматичний дозатор

Перевагою цього дозатора є відсутність активного зносу робочого органу та дія стисненого повітря до повного видалення продукції із мірної місткості. Недоліки пневматичних дозаторів : необхідність очищення повітря і, при необхідності, стерилізації; високий ступінь аерації продукту, що обмежує асортимент продукту; складність регулювання точності дози та розміру дози; рухомі частини (кран, плomba для вимірювання об'ємів, деталі, швидкий їх знос.

ДОЗАТОР УНІВЕРСАЛЬНИЙ ДОП-У10 (1-10 мл)

Дозатор серії ДОП-У призначається для розфасовки густих, кремоподібних та гелеобразних компонентів. Працюючи в автоматичному режимі автомат може заповнювати до 2500 пляшок або банок у годину, а напівавтомат (дозатор) до 1500 пл/годину. Багато моделей можуть бути укомплектовані блоком керування, який забезпечує можливість регулювання дози у процесі роботи і виключає складні перенастроювання.



Рис. 12 Дозатор універсальний ДОП-У10

Найширшого застосування знайшли поршневі дозатори. Вони можуть використовуватись для фасування практично будь-якої в'язкої продукції і за наявності будь-якої системи подачі продукції (магістрального, з накопичувального бункера).

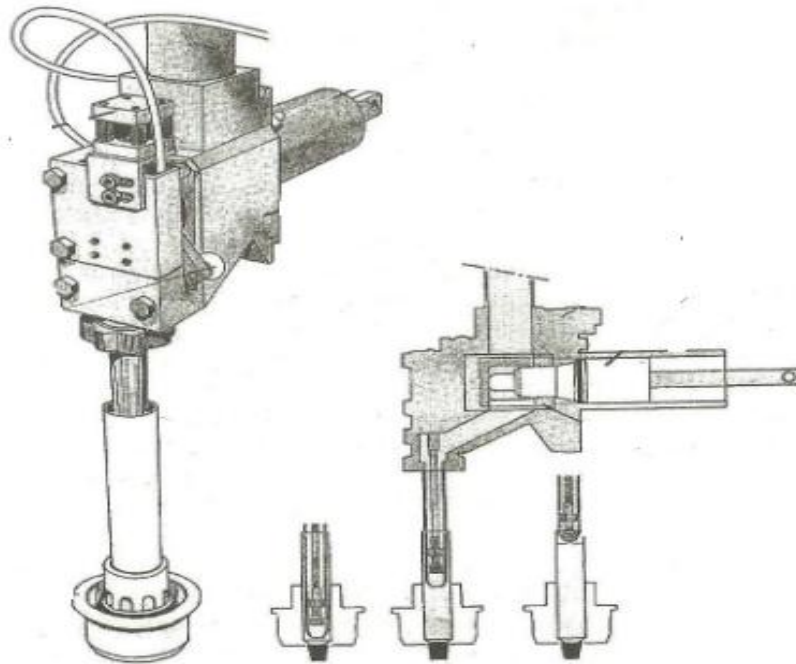


Рис. 14. Поршневий дозувальний пристрій пакувальної машини NORDENMATIC 400 (Швеція)

Робочим органом в даному типі дозатора є поршень, за рахунок його руху створюється розрідження в вимірювальній камері, щоб прискорити рух продукту. Поршневі дозатори мають багато переваг: проста конструкції і установки дозатора; можливість легкої і швидкої зміни дози в заданому діапазоні і можливість використання різних приводів; герметичність камери дозування. Величина дози визначається внутрішніми параметрами перерізу циліндра і ходу поршня.

2.ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Кожне підприємство прагне зайняти високу позицію на етапі свого розвитку, саме тому, що виробляє конкурентоспроможну продукцію. Цього можна досягти, випускаючи продукти з новою рецептурою та використовуючи абсолютно нові види упаковки. Одним з таких видів упаковки є полістирольні, поліпропіленові стакани. Термоформована тара та упаковка для харчових продуктів сьогодні дуже популярні. Сучасні споживачі звикли купувати продукцію в якісній упаковці. Це цілком зрозуміло - хороша упаковка зберігає продукт довше і полегшує його використання. Жорсткість, міцність, прозорість, стійкість до дії жирів і різноманітних хімічних речовин що використовуються для виготовлення термоформованої упаковки, широко використовуються в кондитерській, молочній та масложировій промисловості, а також на підприємствах широкого споживання. Як наслідок, термоформовану упаковку можна використовувати (і використовується) для упаковки широкого спектру продуктів і споживчих товарів. Перелічимо лише основні: молоко, сметана, йогурт, масло, джеми, соуси, дитяче харчування, соки та інше. Колірний діапазон і можливості спеціальних ефектів безмежні - будь-який колір, будь-то метал, матова поверхня, високоякісні фотоефекти можна використовувати навіть на склі. Друкарські фарби є важливою частиною процесу друку. Фарба "ZELLER", "SCHNEEMAN", забезпечує точність передачі кольорових характеристик, якість та ефект глянцею.

З вищесказаного видно, що можливості термоформованої тари дуже широкі, чого не можна сказати про іншу тару. Тому, замінивши стару пакувальну машину, можна не тільки покращити техніко-економічні показники, але й отримати нові ринки збуту продукції, виготовити упаковку яка буде до вподоби покупцям, які цінують як якість продукції,

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимчук М.В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Якимчук П.М.	<i>Назва, додаткова назва</i> Техніко-економічне обґрунтування проекту	192009.КР.01.002. ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В		<i>Інд.змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> Укр	<i>Аркуш</i> 27

так і вишуканий дизайн. Впроваджене обладнання використовує стандартні, стандартизовані, уніфіковані та взаємозамінні деталі, а трудомісткість виготовлення деталей і складання агрегату є відносно низькою. У виробництві механічних деталей в основному використовуються токарні, фрезерні та зварювальні операції з невеликою кількістю операцій свердління. Розробка даного пристрою базується на аналогічних науково-теоретичних розробках, як вітчизняних машин, так і зарубіжних версій. Впроваджене обладнання використовується для більш високого рівня автоматизації виробництва зі значними економічними та соціальними перевагами. Запропоновані розробки є актуальними та доцільними, створеними для потреб народного господарства України. Ефективність промислового бізнесу з використанням етикетувального апарату залежить від його надійності, завантаженості, продуктивності машини, вартості та багатьох інших факторів. Ефективність таких машин залежить від капіталовкладень, економічності витрат праці, зниження експлуатаційних витрат і терміну окупності капіталу. Також необхідно враховувати безпеку зберігання вантажів, безпеку і довговічність обладнання, металомісткість конструкцій, енергозатрату електростанцій, зручність обслуговування, прискорення повернення оборотних коштів і т.д.

3.ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ, ПРИНЦИП РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ

3.1. Опис модернізації

У цьому дипломному проєкті модернізовано машину для фасування йогурту в полістирольні стаканчики. Існує багато конструкцій цієї машини, але на відміну від аналогів, ця стала більш енергоефективною. Це досягається за рахунок заміни старих приводів на нові, менш енергозатратні, а також зменшення витрати повітря за рахунок використання пропорційної пневматики. Встановлено новий дозатор, що покращує точність дозування йогурту.

3.2. Опис фасувального автомата

Автомат М6-ОРП (Рис.3.1) складається із рулонотримача, нагрівного елемента, прес-форми, механізму протяжки, завантажувального столу, бункера накопичувача, дозатора, пристрою для нанесення етикетки і дати, вирубного пресу, пульта керування.

Станина з приводом служить основою для встановлення всіх механізмів машини. Вона виконана із корпусу з нержавіючої сталі, який приварений до каркасу, корпус зварений із кутової сталі і опирається на чотири стінки.

Всі механізми автомата з'єднані послідовно з восьми гніздами під стаканчики, що покроково переміщуються.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимчук М.В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Якимчук П.М.	<i>Назва, додаткова назва</i> Опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи обладнання	192009.КР.01.003. ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В		<i>Інд.змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> Укр	<i>Аркуш</i> 29

Переміщення здійснюється за допомогою механізму протягування, який переміщується на заданий крок завдяки ходу штоку пневмоциліндра.

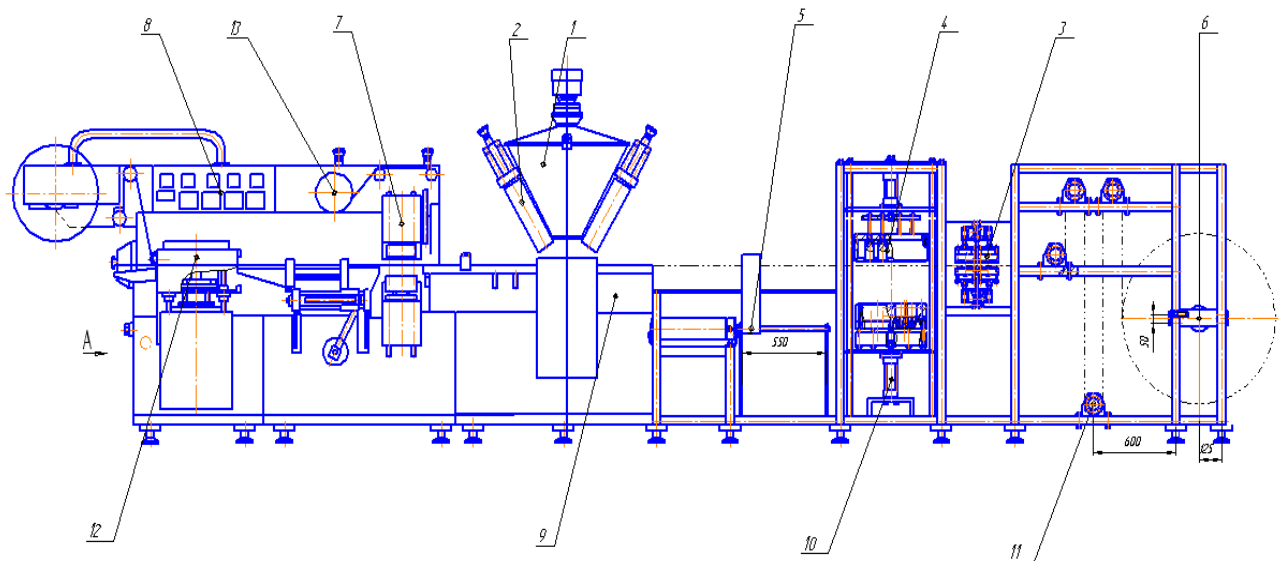


Рис.3.1 Загальний вид машини.

1- бункер накопичувач; 2- дозатор; 3- нагрівні елементи; 4- прес- форма; 5- механізм протяжки; 6-рулонотримач; 7- пристрій для нанесення етикеток; 8- пульт керування; 9- завантажувальний стіл; 10- пневмоциліндр; 11- натяжні ролики; 12- вирубний прес; 13- рулон з етикетками.

3.3. Конструкція вузлів машини

3.3.1.Механізм термоформування стаканчиків

Механізм термоформування (Рис.3.2.) стаканчиків представляє собою закриту камеру, якій знаходиться пуансон 3 і матриця 4, на яких жорстко прикріплений привід поршня. Механізм кріпиться на дві площини до основного корпусу.

Поршневий привід передає рух на шток поршня. Пневмоциліндр 2 закріплений на рамі, а сам шток закріплений на планці. До планки прикріплений пуансон 3 з якого буде робитися термоформування.

В нижній частині механізму термоформування також знаходиться пневмоциліндр 2, до штоку якого прикріплюється матриця 4. Матриця виконана під форму стаканчиків.

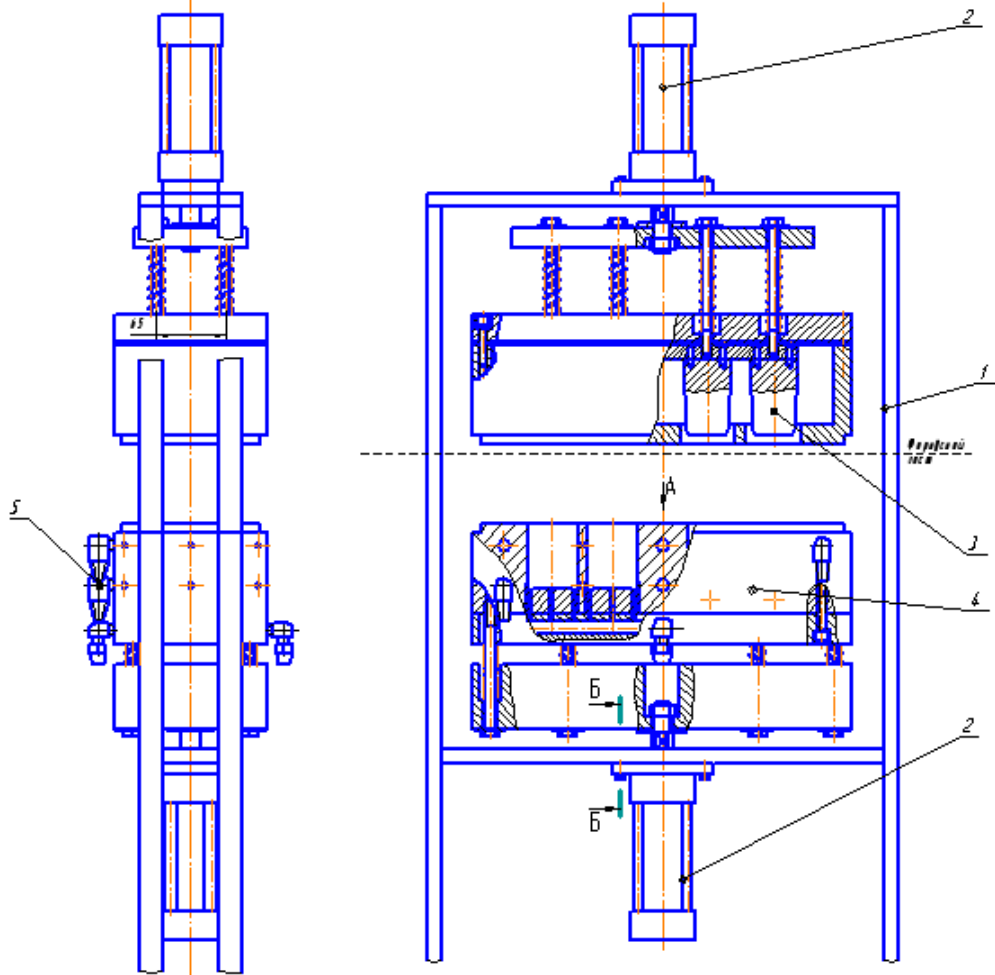


Рис.3.2. Механізм термоформування

1- корпус; 2- пневмоциліндр; 3- головка штампу (пуансон); 4- пресс-форма (матриця); 5- фітінг.

3.3.2.Дозувальний пристрій

Дозатор (Рис. 3.3) призначений для об'ємного дозування продукту в полістиролові стаканчики.

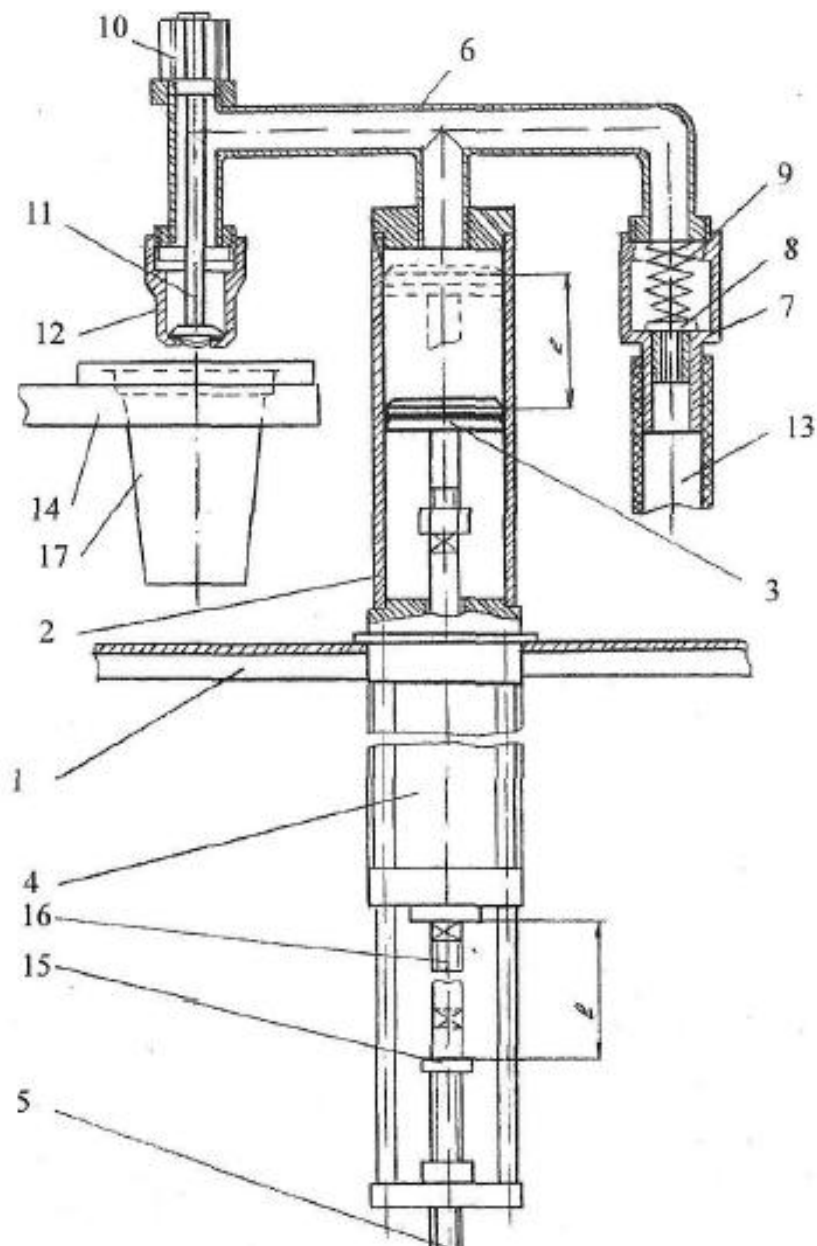


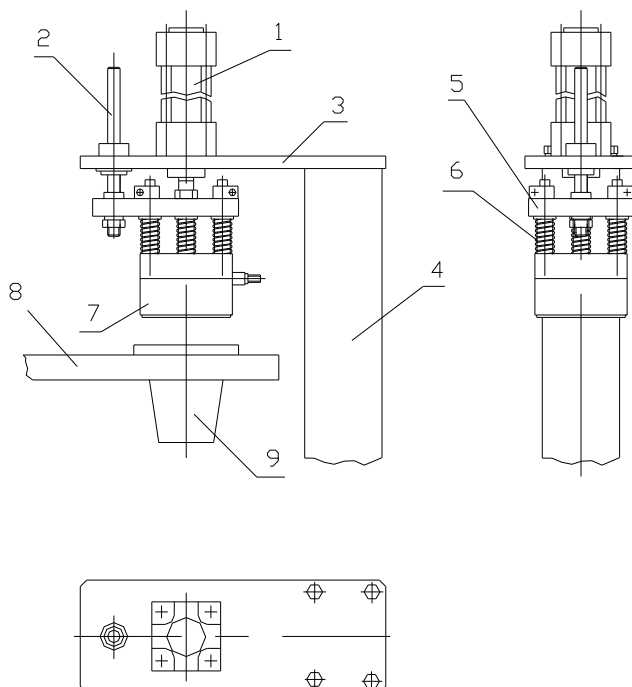
Рис. 3.3 Дозатор

1-станина; 2-мірний циліндр; 3- поршень; 4- пневмоциліндр; 5-регулюючий гвинт; 6- продуктопровід; 7- корпус впускного клапану; 8- впускний клапан; 9- пружина; 10- пневмоциліндр; 11- шток нагнітального клапану; 12- корпус нагнітального клапану; 13- шланг; 14- корпус транспортної системи; 15- упор; 16- шток; 17- тара.

Принцип роботи дозатора . Спочатку поршень 3 знаходиться в крайньому верхньому положенні. За таких умов клапан 7 (впускний) і клапан 11 (нагнітальний) притиснуті до корпусів перекриваючи доступ продукції у продуктопровід 6. Під час втягування штока пневмоциліндра 4 поршень 3 опускається донизу, створюючи розрідження у мірному циліндрі, якого достатньо для подолання пружних сил пружини 9, таким чином клапан 8 припіднімається відкриваючи канал, після чого у продуктопровід і мірний циліндр відбувається переміщення продукції. Шток пневмоциліндра 4 робить переміщення до моменту контакту штока 16 з упором 15. Розташування упора 15 відносно пневмоциліндра 4 регулюється упором 5. Таким чином шток пневмоциліндра 4 і відповідно поршень 3 переміщуються на відстань, що обумовлює величину дози продукції. Після переміщення поршня пружина 9 притискає клапан 8, таким чином перекривається впускний канал. За наявності в комірці транспортної системи 14 споживчої тари 17 спрацьовує пневмоциліндр 10, припіднімає клапан із штоком 11, відкриваючи канал на подачу продукції в споживчу тару 17. Одночасно із спрацюванням пневмоциліндра 10 спрацьовує пневмоциліндр 4, тим самим виштовхує поршнем продукцію із мірної камери. В момент, коли поршень знаходиться в крайньому верхньому положенні, шток 11 клапана видачі продукції опускається донизу, виштовхуючи при цьому залишки продукції в корпусі клапана 12. Ця операція знімає в даному пристрої таке явище, як скрапоутворення. Після цього цикл повторюється.

3.3.3.Механізм зварювання

Зварювальний механізм (Рис.3.4) складається з корпусу, в який запресовано дві



ніхромові полоси, які виконують функцію нагрівача тому що до них підведений шнур з електромережі. Корпус кріпиться болтами до пневмоциліндра 1 за допомогою двох пластин. Пневмоциліндр виконує функцію механізму притискання зварювальної головки 7 до стаканчика 9, накритим алюмінієвою кришкою. При натисканні корпусу зварювальної головки 7 до кришки стаканчика відбувається приварювання її до стаканчика. Кришка із алюмінію має спеціальне полімерне покриття, що дозволяє приварити алюміній з полістиролом. Пневмоциліндр кріпиться болтами до плити 3, яка в свою чергу закріплена до стійки 4.

Рис. 3.4 Механізм зварювання

Зварювальний механізм : 1-пневмоциліндр; 2- напрямна; 3- верхня плита 4- стояк; 5- нижня плита; 6- пружина; 7- паяльна головка; 8- карусельний стіл; 9 - стаканчик.

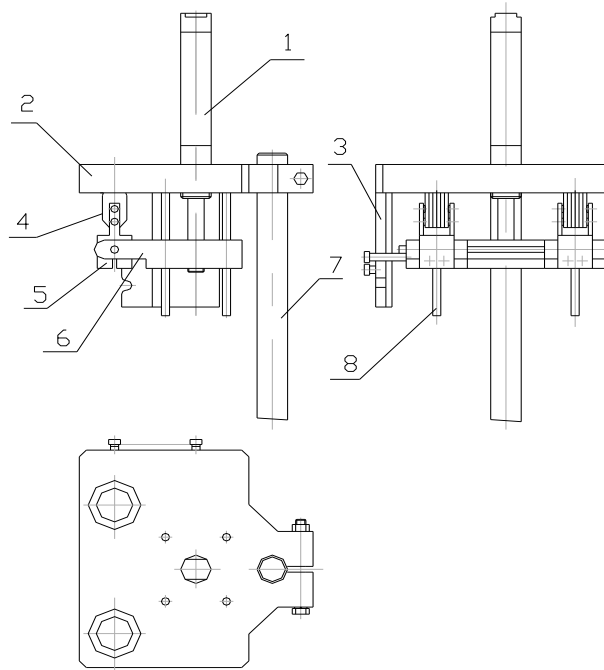
3.3.4.Механізм нанесення дати

Механізм нанесення дати (Рис.3.5.) Призначення – наносити дати випуску продукту. Складається механізм із стійки 7, яка жорстко закріплена болтами до станини, плити 2. До плити прикріплений штемпельний стакан, дві напрямні 3 та пневмоциліндр 1. Нижня плита 6 прикріплена до штока пневмоциліндра, що рухається по напрямних 8. До нижньої плити прикріплена вилка з датувальником. Датувальник має набірну матрицю з шести цифр.

На кришечку дата наноситься таким чином. Головка датувальника упирається в штемпельний стакан, потім відбувається робочий хід штока, при якому каретка по напрямних рухається вниз в напрямку стаканчика. Під час руху вниз каретки, вилка під дією пружини заходить в паз. Вилка повертається на 180° , і датувальною головкою наноситься дата. Під час зворотнього руху штока пневмоциліндра вилка знову заходить в паз, повертається на 180° і прямує до упору в штемпельний стакан.

Рис. 3.5 Механізм нанесення дати

1.Пневмоциліндр; 2- верхня плита; 3- напрямна; 4- датувальна головка;
5-кулачок; 6- нижня плита; 7- стояк; 8- напрямна



3.4. Принцип роботи машини

Принцип роботи машини (Рис. 3.6) починається з того, що пакувальна стрічка розмотується через натяжні ролики 11 з ролону і, проходячи через підтримуючі ролики і далі рухається до камери термоформування. Потім коли штампи затиснуті, плівка, що знаходиться між нагрівачами 3, нагрівається до заданої температури. В наступному циклі нагріта ділянка плівки попадає в прес-форму 4 ділянку формування, де і формуються два стаканчики. Формування проходить наступним чином: після затиснення плівки штампом пуансон опускаються і термоформують нагріту плівку в матриці.

Для утворення кінцевої форми стаканчика у внутрішню порожнину пуансону подається стиснуте повітря. Сформовані стаканчики потрапляють під дозувальну насадку.

Продукт через бункер 1 в дозувальний пристрій 2 головки постійно подається шнеком. Принцип роботи дозуючого пристрою полягає в наступному. У початковий момент поршень знаходиться в крайньому верхньому положенні. Коли шток циліндра втягується, створюється вакуум, тому клапан піднімається та відкриває канал, переміщуючи продукт у лінію виробництва та в мірний циліндр. Після закінчення руху поршня пружина притискає клапан, закриваючи впускний канал. Якщо в блоці транспортної системи є споживча тара, активується наступний пневмоциліндр, тим самим відкриваючи канал для подачі продукту в споживчу тару. Одночасно включається перший пневмоциліндр, який виштовхує поршнем продукт із мірної камери. Фольга для закупорювання розмотується з рулону 13, проходить через направляючі ролики, утворює петлю - запас фольги для одного кроку пакування, і попадає під штамп закриття 12. Потім фольга протягується разом з пакувальною стрічкою. Далі запакований продукт подається на пристрій нанесення дати. А після цього прямує до камери для обрубки стаканчиків 7. Далі відходи плівки попадають в затискачі протягування через напрямні ролики намотуються на барабан відходів. Регулювання механізму протягування здійснюється одним з натяжних роликів.

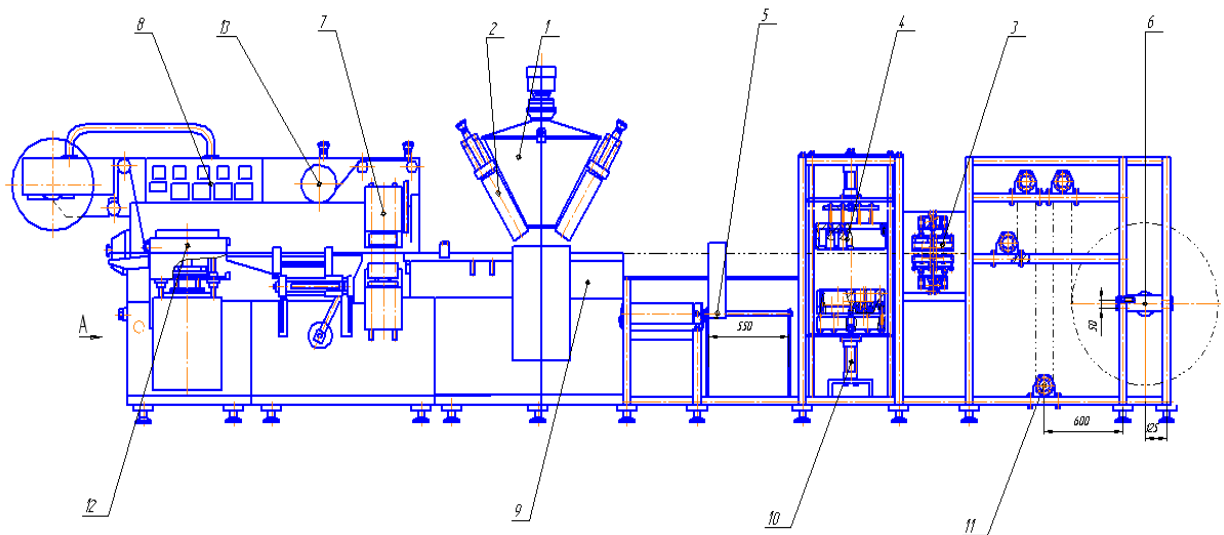


Рис.3.6 Вузли та механізми машини М6-ОРП.

1- бункер накопичувач; 2- дозатор; 3- нагрівні елементи; 4- прес- форма; 5-механізм протяжки; 6-рулонотримач; 7- вирубний прес; 8- пульт керування; 9- завантажувальний стіл; 10- пневмоциліндр; 11- натяжні ролики; 12- пристрій для нанесення етикеток; 13- рулон з етикетками.

4. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

4.1. Розрахунок часу для нагрівання

Визначаємо час для розігріву листа полістиролу

$$t_n = \frac{c \cdot \rho (t_2 - t_1) \cdot \delta^2}{1.15 \cdot 10^2 \cdot \lambda \cdot \Delta t} \quad (8.1)$$

c – теплоємність, $c=1,25 \text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$;

ρ -густина $1100 \text{кг}/\text{м}^3$;

t_1 і t_2 – температура до і після нагрівання ($t_1=20^\circ\text{C}$ і $t_2=150^\circ\text{C}$);

δ – товщина листа, $\delta=0,5 \text{ мм}$;

λ – теплопровідність, $\lambda=0,093 \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;

Δt – температура розм'якшення, $\Delta t=90^\circ\text{C}=273+90=363 \text{ К}$;

t_1 – температура до нагрівання, $t_1=20+273=293 \text{ К}$;

t_2 – температура після нагрівання $t_2=120+273=393 \text{ К}$;

$$t_n = \frac{1,25 \cdot 1050 \cdot (393 - 293) \cdot 0,5^2}{1,5 \cdot 10^2 \cdot 0,093 \cdot 363} = 6,4 \text{ с}$$

4. 2. Розрахунок продуктивності машини

Час одного циклу:

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{пер}} + t_n \quad (8.2)$$

Де $t_{\text{пер}}$ – час переміщення листа полістирола;

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження <i>Якимчук М.В</i>	Вид документа <i>Пояснювальна записка</i>	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа <i>Якимчук П.М.</i>	Назва, додаткова назва <i>Розрахункова частина</i>	192009.КР.01.004. ПЗ			
	Документ затверджено <i>Якимчук М.В</i>		Інд.змін	Дата видання	Мова <i>Укр</i>	Аркуш <i>39</i>

$T_{ц}$ – час циклу

$$t_{неp} = \frac{l}{v} = \frac{0.320}{0.2} = 1,6c ; \quad (8.3)$$

$$T_{ц} = 6,4 + 1,6 = 8c$$

Визначаємо кількість циклів за хвилину:

$$n_{ц} = \frac{60}{T_{ц}} = \frac{60}{8} = 7,5 \text{циклів} \quad (8.4)$$

Продуктивність машини:

$$z = \frac{60 \cdot z_n}{T_{ц}} \quad (8.5)$$

Де $z_n=8$ кількість упаковок в позиції

$$z = \frac{60 \cdot 8}{8} = 60 \text{шт} / \text{хв} .$$

4.3. Розрахунок вузла протягування матеріалу

При проектуванні механізму протягування листової заготовки виникає необхідність підбору приводу. Приводом даного механізму є пневоциліндр. Для пневоциліндра потрібно визначити рухому силу для розмотки і протяжки полімерного матеріалу.

Діаметр пневоциліндра визначається за формулою,м:

$$d_c = \sqrt{\frac{4 \cdot P_r}{\pi \cdot (P_m - P_{атм})}} \quad (8.6)$$

Де P_r рухома сила необхідна для розмотування і протягування листової заготовки, Н; P_m - тиск повітря в магістралі, $P_m=450000$ Па; тиск атмосферний $P_{атм}=100000$ Па

Значення P_r можна отримати з рівняння:

$$\ddot{\varphi} = M_r - \sum M_0 \quad (8.7)$$

Де I - момент інерції рулону; $\ddot{\varphi}$ - кутове прискорення рулону, рад/с²; M_r - момент рухомих сил, Н*м; $\sum M_0$ - сума моментів опору. Для знаходження кутового прискорення з початку розраховуємо кутову швидкість, рад/с:

$$\dot{\varphi} = \frac{\varphi}{t_{pr}} \quad (8.8)$$

Де φ - центральний кут, описаний радіус-вектором точки тіла, рад; t_{pr} - час за яке механізм повинен протягнути за один крок, с:

Кут можна знайти за формулою:

$$\dot{\varphi} = \frac{360l}{2\pi r} \quad (8.9)$$

де l - крок протяжки, $l=0,160$ м; r - радіус рулону заготовки, $r=0,2$ м.

$$\varphi = \frac{360 \cdot 0,320}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,2} = 0,796 \text{ рад}$$

$$\dot{\varphi} = \frac{0,796}{0,8} = 0,995 \text{ рад/с}$$

Прийнявши час розгону $t_{\text{роз}} 0,1$ с, знайдемо кутове прискорення:

$$\ddot{\varphi} = \frac{0,995}{0,1} = 9,95 \text{ рад/с}^2$$

Момент інерції рулона I знаходимо з рівняння:

$$I = mr^2 \quad (8.10)$$

де m - маса рулону, кг. Для визначення маси знайдемо об'єм рулону за наступним співвідношенням, м^3 :

$$V = \frac{\pi \cdot h}{4} (D^2 - d^2) \quad (8.11)$$

де h - ширина рулону, $h=0,136$ м; D - діаметр рулону, $D=0,4$ м, d - діаметр втулки рулону, $d=0,025$ м.

$$V = \frac{3,14 \cdot 0,136}{4} (0,4^2 - 0,025^2) = 0,018 \text{ м}^3$$

Розраховуємо масу рулону:

$$m = \rho \cdot V = 1050 \cdot 0,018 = 18,9 \text{ кг} \quad (8.12)$$

$$I = 18,9 \cdot 0,2^2 = 0,77$$

Сума моментів сил опору $\sum M_o = M_{mp} + M_{on}$, де $M_{тр}$ - момент сили тертя,

$$M_{mp} = F_{mp} \cdot r_2, H \cdot M; M_{оп}-$$

момент опору. яке виникає в час руху рулонотримача, $H \cdot M$; Опір тертя листової заготовки по металевим напрямним визначаємо із рівняння:

$$F_{mp} = N \cdot f \quad (8.13)$$

де f - приведений коефіцієнт тертя полімеру по сталі, $f=0,65$; N - нормальне зусилля, з якими лист діє по напрямним:

$$N = g \cdot l \quad (8.14)$$

де g - тиск на напрямні, $g=2,72$ л- довжина протяжки полістирола по напрямним, $l=0,160$ м.

$$F_{mp} = 2,72 \cdot 0,320 \cdot 0,65 = 0,28$$

$$M_{mp} = F_{mp} \cdot r = 0,28 \cdot 0,2 = 0,56$$

Опір тертя під час розмотування рулону знаходиться за формолою:

$$M_{op} = R \cdot f \cdot \frac{d_0}{2}$$

де R - реакція, виникаюча в бронзовій втулці,

$$R = G / 2 = (mg) / 2 = (18,9 \cdot 9,81) / 2 = 92,7 H ;$$

де d_0 –діаметр втулки, $d_0=0,025$; f - приведений коефіцієнт тертя сталі по бронзі, $f=0,13$.

$$M_{on} = 92,7 \cdot 0,13 \frac{0,025}{2} = 0,151 H \cdot m$$

Підставивши отримані дані і виразив з нього M_p , отримаємо:

$$M_p = I \cdot \ddot{\varphi} + (M_{mp} + M_{op}) = 0,77 \cdot 9,95 + (0,56 + 0,151) = 8,4 H \cdot m \quad (8.14)$$

Находимо рухому силу P_r , Н:

$$P_r = \frac{M_p}{r} = \frac{8,4}{0,2} = 42 H \quad (8.15)$$

Тоді

$$d_c = \sqrt{\frac{4 \cdot 42}{3,14 \cdot (450000 - 100000)}} = 0,0039 m$$

Отримане значення діаметру циліндра занадто мале для нормальної роботи механізму вибираємо значення $d_c = 10$ мм по каталозі.

4.4. Розрахунок товщини полімерної упаковки

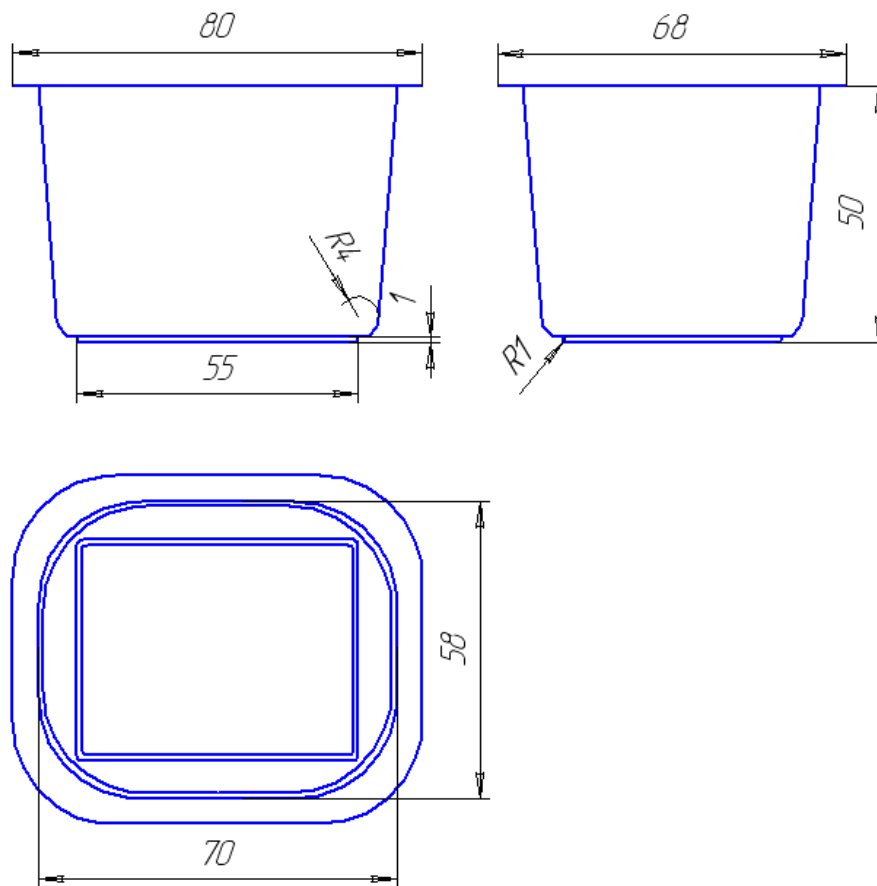


Рис 8.1 Ескіз стаканчика

Спрощена оцінка товщини стінки термоформованого виробу можна, коли нам відома первина товщина не формованого матеріалу. В залежності від конструкції виріб і кінцевого нерівномірного розподілення товщини стінки, необхідно врахувати нерівномірність розподілення $\pm 30\%$, в подальших кінцевих результатів розрахунку. При таких розрахунках необхідно прийняти, що об'єм матеріалу матеріалу не змінюється при формуванні.

Таким чином, використовують наступне співвідношення:

$$V_1 = V_2 \quad (8.16)$$

І відповідно ,

$$F_1 \cdot s_1 = F_2 \cdot s_2 \quad (8.17)$$

Із чого виходить:

$$s_2 = \frac{F_1}{F_2} \cdot s_1 \quad (8.18)$$

де V_1 - об'єм матеріалу без заживного фланця; V_2 - об'єм термоформованого виробу; F_1 - площа поверхні матеріалу без заживного фланця; F_2 - поверхня виробу; s_1 - товщина вихідного матеріалу; s_2 - товщина стінки виробу.

В залежності з рис. задамо наступні параметри.

$a=68$ мм, $b=58$ мм, $h=50$ мм, $L=80$ мм, $B=68$ мм.

$$F_1 = L \cdot B = 80 \cdot 68 = 5440 \text{мм}^2 \quad (8.19)$$

$$F_2 = L \cdot B + 2 \cdot b \cdot h + 2 \cdot a \cdot h = 80 \cdot 68 + 2 \cdot 58 \cdot 50 + 2 \cdot 68 \cdot 50 = 18040 \text{мм}^2$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{5440}{18040} = 0.302 \quad (8.20)$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{18040}{5440} = 3.32 \quad (\text{ступінь витяжки}) \quad (8.21)$$

При товщині матеріалу s_1 мм і однорідним роз положенні товщини стінки на термоформованому виробу отримуємо:

$$s_2 = \frac{F_1}{F_2} \cdot s_1 = 0.302 \cdot 0.5 = 0.151 \quad (8.22)$$

4.5. Розрахунок поршневого дозатора

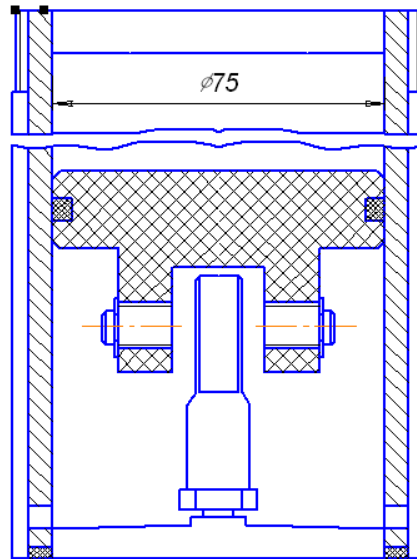


Рис8.2.. Розрахункова схема

$W, л$	ρ $т / м^3$	Z $шт / хв$	$P_1,$ МПа а	$P_2,$ МПа	$P_4,$ МПа	$D,$ м	$L,$ м	$d_0,$ м	μ Па·с	$H,$ м
0,5	1,1	10	0,09	0,08	0,1	0,075	0,25	0,02	0,0027	0,135

1. Визначаємо кінематичний час процесу:

$$T_k = \frac{1}{Z} = \frac{1}{10} = 0.1 \cdot 60 = 6с \quad (8.23);$$

Де: Z - штучна продуктивність

$$T_k = \sum t_i = t_d + t_\phi + t_{вк} + t_{вукл}; \quad (8.24)$$

Де: t_d - тривалість формування дози;

t_ϕ - тривалість фасування;

$t_{\text{вк}}$ і $t_{\text{викл}}$ - тривалість включення приводів $t_{\text{вк}} = t_{\text{викл}} = 0,5\text{с}$;

2. Визначаємо тривалість формування дози:

$$t_{\text{д}} = \frac{W}{\Pi} = \frac{W}{(0.6 \dots 0.8) \cdot f_{\text{еф}} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \left(\frac{P_1 - P_2}{\rho \cdot g} + H\right)}} ; (8.25)$$

Де: W - величина дози;

Π – пропускна здатність;

$$f_{\text{еф}} = \frac{\pi \cdot d_0}{4} = \frac{3.14 \cdot 0.02^2}{4} = 0.000314 \text{м}^2 ; (8.26)$$

$$t_{\text{д}} = \frac{W}{\Pi} = 0,86\text{с} ; (8.27)$$

3. Визначаємо швидкість дозування:

$$v_{\text{д}} = \frac{S}{t_{\text{д}}} ; (8.28)$$

$$W = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot S ; (8.29)$$

$$S = \frac{4 \cdot W}{\pi \cdot D^2} = 0.009 \text{м}^2 ; (8.30);$$

$$v_{\text{д}} = 0.1 \text{м} / \text{с} ;$$

4. Визначаємо тривалість фасування:

$$t_{\phi} = T_k - t_{\delta} - t_{\text{вк}} = 4,64 \text{ с}; \quad (8.31)$$

5. Визначаємо швидкість фасування:

$$v_{\phi} = \frac{S}{t_{\delta}}; \quad (8.32)$$

$$v_{\phi} = 0.015 \text{ м/с};$$

6. Визначаємо частоту що створює поршень (формула Пуазеля):

$$\Pi_1 = \Pi_2; \quad (8.33)$$

$$\Pi_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \frac{S}{t_{\phi}}; \quad (8.34)$$

$$\Pi_1 = 8,14 \cdot 10^6 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$\Pi_2 = \frac{\pi \cdot d_0^4 (P_3 - P_4)}{128 \cdot \mu \cdot L}; \quad (8.35)$$

З останнього виразу шукаємо P_3 :

$$P_3 = 1000000088 \text{ Па};$$

7. Визначаємо витрати енергії:

$$N = P_{\text{руш}} \cdot v_{\phi}; \quad (8.36)$$

$$P_{\text{руш}} = P_3 \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 407 \text{ Н}; \quad (8.37)$$

$$P_{пуш} = \frac{\pi \cdot d_u^2 (P_m - P_a)}{4}; (8.38)$$

З останнього виразу шукаємо d_u :

$$d_u = 0.032м;$$

Прийmemo $d_u = 0.04м$

Згідно даного розрахунку за номенклатурою фірми «CAMOZZI» підберемо комплектуючі системи і виконавчий механізм у вигляді пневмоциліндру серії 31 марки **31R3A040A100**

4.6.Термоформування

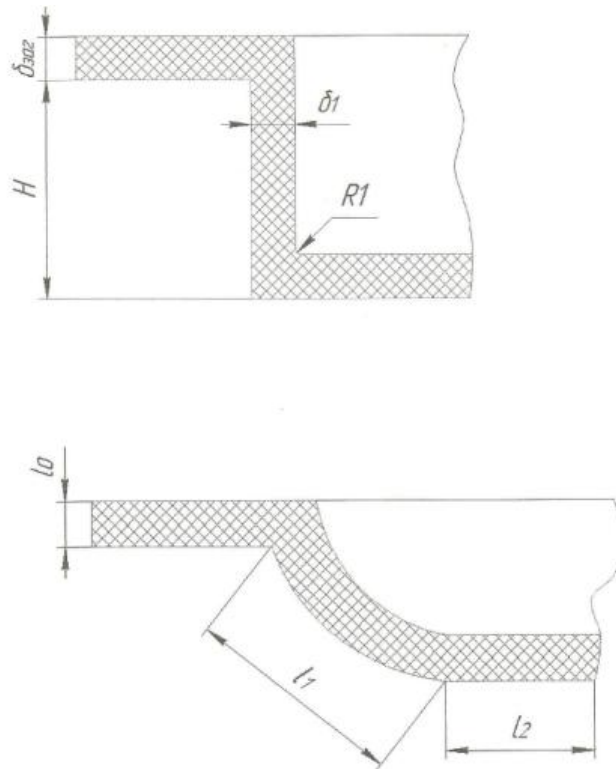


Рис 8.3 Розміри термоформованої тари

При описанні процесу сформування зробимо два припущення:

1. Об'єм матеріалу при формуванні затискається штоком.
2. Залежність видовження плівки змінюється лінійно. Початковий об'єм плівки

v_0

Початковий об'єм плівки V_0

$$\begin{aligned} v_0 &= a \cdot b_1 \cdot v_{заг} \\ v_0 &= 5 \cdot 6 \cdot 0,2 = 8,0 \text{ мм} \end{aligned} \quad (8.39)$$

Об'єм плівки до завершення першої стадії:

$$v_1 = S_c \cdot \delta_1 = 2 \cdot H \cdot \delta_1 - H \cdot \delta_2 \quad (8.40)$$

Коефіцієнт видовження матеріалу

$$K_u = \frac{M}{R} = 1 \quad (8.41)$$

$$v_1 = 3468.1$$

$$R = 47 \text{ мм}$$

Друга стадія формування

$$S_2 = \frac{\sigma_1}{2} = \frac{S \cdot R^2 \cdot (1 + K^2) - R_0 \cdot v^2}{K_0 \cdot r^2 + 3v^2 C_n + r \cdot \left(\frac{n}{2} - \beta\right)} \quad (8.42)$$

$$S_2 = 0.18 \text{ мм}$$

В - кут нахилу утворення стіни $\beta = 20^\circ$.

Третя стадія формування

$$v_3 = 0,14 \text{ мм}$$

В цьому випадку товщина стінки S_2 може бути знайдена із

співвідношення

$$S_r = S_3 + x \quad (8.43)$$

$$x = (\sigma_r - \sigma_3) \cdot \frac{l_1}{l} = (0.18 - 0.14) \cdot \frac{6.94}{16.16} = 0.017 \text{ мм} \quad (8.44)$$

$$\sigma_2 = 0,14 + 0,017 = 0,157 \text{ мм}$$

Таким чином, шукаючи площу поверхонь формуємої плівки(тара) можна показати, як суму участків поверхонь

$$f_c = n \cdot \int_0^{\frac{b \cdot x}{2}} \int_0^{\left(\frac{a}{b}\right)} \sqrt{1 + \frac{\left(\frac{a}{b}\right)^2 \cdot x^2}{\left(\frac{b}{a}\right)^2 - x^2}} dx dy \quad (8.45)$$

Площа участків паралелограма

$$f_n = n \cdot \int_0^{\frac{b \cdot x}{2}} \int_0^0 \sqrt{1 + \frac{y^2}{\left(\frac{a}{b}\right)^2 - y^2}} dx dy \quad (8.46)$$

Сумарні площі, знайшовши зміни та зробити деякі перетворення, знайдемо площу поверхні:

$$\begin{aligned} f_{нов} &= 2 \cdot a \cdot b - b^2 \cdot \left(\frac{1}{1 - \left(\frac{a}{b}\right)^2} - 1 \right) \ln \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{a}{b}\right)^2} \right) = \\ &= 2 \cdot 94 \cdot 85 - 94^2 \cdot \left(\frac{1}{1 - \left(\frac{85}{94}\right)^2} \right) \cdot \ln \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{85}{94}\right)^2} \right) = 1891.1 \text{ мм}^2 \end{aligned} \quad (8.47)$$

Таким чином визначили площу формування полістиролової плівки

4.7. Розрахунок процесу приварювання

кришок до стаканчиків

Зварювання відбувається за рахунок “вплавлення” алюмінієвої кришечки в стаканчики з полістиролу. Температура плавлення $t=90^{\circ}\text{C}$.

Нагрівання здійснюється за допомогою термозварювальної головки, до якої додається струм силою $I=5\text{A}$.

Термозварювальна головка складається з суцільного сталюого корпусу, в який встановлені дві ніхромові пластини.

Пластини виконують роль нагрівачів.

Товщина зварювального шва, $B=2\text{ мм}$.

Довжина шва зварювання

$$\ell = \pi d = 3,14 \cdot 72 = 226,08 \text{ мм} \quad (8.48)$$

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

Рівняння теплового балансу

$$Q_1 \geq Q_2 \quad (8.49)$$

де, Q_1 - кількість теплоти, яку необхідно, щоб відбулося зварювання.

Q_2 - кількість теплоти, що надходить.

Кількість теплоти, яку потрібно визначити за законом Джоуля – Ленца

$$Q_1 = K \cdot I^2 \cdot R \cdot \tau \quad (8.50)$$

де, K – коефіцієнт, який враховує втрати тепла на нагрів поверхні,

$$K=1,3$$

I – сила струму, А

R - опір, який чинить провідник, Ом

τ - час зварювання.

Кількість теплоти, що підводиться, визначаємо за формулою

$$Q_2 = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1) \quad (8.51)$$

де, c - питома теплоємність, Дж/г⁰С,

$$c = 1,34 \text{ Дж/г}^0\text{С}$$

m – маса зварювального шва, г

t_2 – температура зварювання, ⁰С

$$t_2 = 200 \text{ }^0\text{С}$$

t_1 – температура середовища, ⁰С

$$t_1 = 20 \text{ }^0\text{С}$$

Маса буде рівна

$$m = V_{\text{п}} \cdot \rho_{\text{п}} + V_{\text{кр}} \cdot \rho_{\text{кр}} \quad (8.52)$$

де, $V_{\text{п}}$ – об'єм полістирола в місці зварювання, см³.

$\rho_{\text{п}}$ – питома вага полістиролу, г/см³.

$$\rho = 1,05 \text{ г/см}^3$$

Об'єм визначаємо за формулою

$$V_{\text{п}} = l \cdot b \cdot \delta_{\text{пб}} \quad (8.53)$$

ℓ - довжина шва , см $\ell = 22,6$ см

b – ширина шва, см $b = 0,2$ см

$\delta_{пб}$ – товщина буртика полістирола, см $\delta = 0,15$ см

$V_{кр}$ – об'єм алюмінієвої кришки у місці зварювання, см³

$\rho_{кр}$ – питома вага алюмінієвої кришки, г/см³ $\rho_{кр} = 2,8$ г/см³

Об'єм буде рівний

$$V_{кр} = \ell \cdot b \cdot \delta_{крб} \quad (8.54)$$

$\delta_{кр}$ – товщина алюмінієвої кришки, см $\delta_{кр} = 0,02$ см

$$V_{п} = 22,6 \cdot 0,2 \cdot 0,15 = 0,68 \text{ см}^3$$

$$V_{кр} = 22,6 \cdot 0,2 \cdot 0,02 = 0,23 \text{ см}^3$$

Маса буде рівна

$$m = 0,68 \cdot 1,05 + 0,23 \cdot 2,8 = 1,36 \text{ г}$$

$$K \cdot I^2 \cdot R \cdot \tau = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1) \quad (8.55)$$

Визначаємо загальний опір

$$R = \frac{c \cdot m \cdot (t_2 - t_1)}{K \cdot I^2 \tau} \quad (8.56)$$

τ - час зварювання приймаємо приблизним $\tau = 1$ с.

$$R = \frac{1,34 \cdot 1,36 \cdot (200 - 20)}{1,3 \cdot 5^2 \cdot 1} = 10,09 \text{ Ом}$$

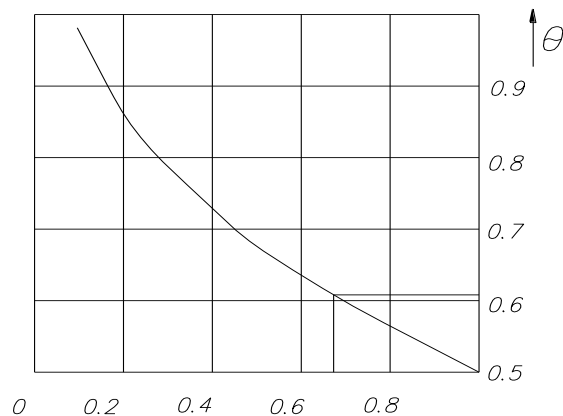
Час зварювання пов'язаний з температурою зварювання та глибиною вплавлення. Знайдемо цю температуру t_2 .

$$\tau = \frac{\Phi_x \cdot x^2}{a} \quad \Rightarrow \quad \Phi_x = \frac{\tau \cdot a}{x^2} \quad (8.57)$$

Φ_x – параметр, який необхідний для знаходження по номограмі іншого безрозмірного коефіцієнта θ .

τ - час зварювання, $\tau = 1 \text{ с.}$

x – глибина проварювання, $x = 0,1 \text{ см.}$



$$a = 0,00694 \text{ см}^2/\text{с.}$$

Рис 8.3 Номограма для розрахунку теплових процесів при стиковій зварці вплавлень

$$\Phi_x = \frac{1 \cdot 0,00694}{0,1^2} = 0,694$$

З номограми видно, що $\theta = 0,61$

$$\theta = \frac{T_{пл} - T_2}{T_1 - T_2} \quad (8.58)$$

$T_{пл} = 90 \text{ } ^\circ\text{C}$ - температура плавлення полістирола.

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

T_2 – температура, яка необхідна для зварювання.

$$T_2 = \frac{T_{пл} - \theta \cdot T_1}{1 - \theta} = \frac{90 - 0,61 \cdot 20}{1 - 0,61} = 200 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (8.59)$$

Ми визначили, що температура t_2 для зварювання повинна бути

$t_2 = 200 \text{ } ^\circ\text{C}$. Але в нас є ще алюмінієва кришка 1. Тому, якщо $t_2 = 200 \text{ } ^\circ\text{C}$, то

$t_1 > 200 \text{ } ^\circ\text{C}$.

$$t_1 = t_2 + \Delta t_2 \quad (8.60)$$

Так як $\Delta t_2 \rightarrow 0$, і буде дуже малим, тому що алюміній має дуже високий коефіцієнт теплопередачі і тим більше товщина алюмінієвої кришки складає 0,2 мм. Тому Δt_2 можна нехтувати і приймати.

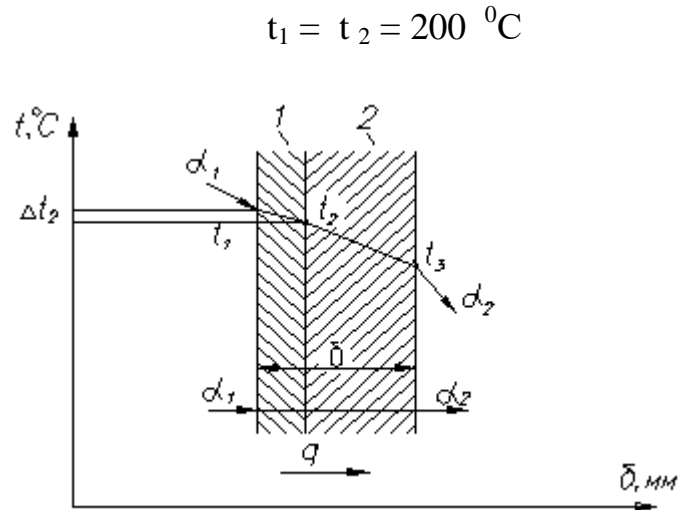


Рис. 8.4. Розподілення температурного напору по ділянках теплообміну

1. Алюмінієва кришка
2. Товщина ПС буртика

Кількість теплоти, яку необхідно підвести, щоб було зварювання

$$Q_1 = K \cdot I^2 \cdot R \cdot \tau = 1,3 \cdot 5^2 \cdot 10,09 \cdot 1 = 327,9 \text{ Дж (8.61)}$$

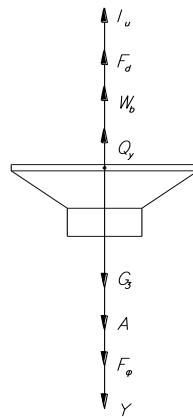
Кількість теплоти, що підводиться

$$Q_2 = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1) = 1,34 \cdot 1,36 \cdot (200 - 20) = 328 \text{ Дж (8.62)}$$

4.8. Розрахунок вакуум - захоплюючого пристрою

Розрахунок вакуум-захоплюючого пристрою зводиться до визначення необхідної і достатньої сили присмоктування, в залежності від ступеня.

Показані такі сили : розрідження в них повітря, геометричних розмірів перерізів головок, зовнішніх сил, що діють на заготовку.



. Рис.8.5. Розрахункова схема сил, що діють на кришечку

$I_{\text{и}}$ - сила інерції заготовки під час її переміщення за допомогою вакуумного пристрою, Н.

$F_{\text{д}}$ - сила деформації стаканчика, яку потрібно подолати, щоб не деформувати стаканчика на величину, що необхідна для втягування стаканчика з магазину, Н.

$W_{\text{в}}$ – сила опору повітря під час переміщення стаканчика за допомогою вакуум-насоса , Н.

$Q_{\text{у}}$ – сила пружності вакуумного захвату, яка виникає чере фізичні властивості матеріалу вакуумного захвату.

$G_{\text{з}}$ – вага заготовки, Н.

A – сила адгезії, яка виникає між поверхнями контакту вакуумного захвату і заготовки внаслідок фізичних властивостей матеріалу вакуумного захвату, H .

F_{ϕ} – фактичне зусилля схоплення, яке повинно забезпечити надійний і достатній захват стаканчика вакуумним захватом, H .

При розрахунку приймаємо такі пущення:

- значенням сили опору повітря W_v будемо нехтувати внаслідок невеликої площі стаканчика і невеликої рівномірної швидкості переміщення, а також через малу густину (щільність) повітря;

- значенням сили інерції вакуумного захвату I_n нехтуємо внаслідок її невеликої величини;

- значенням сили пружності вакуумного захвату Q_y нехтуємо внаслідок її невеликої величини;

- значенням сили адгезії A між поверхнями контакту вакуумного захвату і стаканчика з йогуртом також нехтуємо внаслідок її невеликої величини.

Спроектували сили, що залишилися, на вісь OY , будемо мати:

$$F_{\phi} - F_d = 0 \quad (8.63)$$

звідки:

$$F_{\phi} = F_d$$

Для забезпечення нормальної роботи захвату необхідно, щоб виконувалась умова:

$$F_{\phi} > F_{д}$$

Тому введемо коефіцієнт $k = 1,1$, що показує відношення фактичного зусилля схоплення до сили деформації заготовки.

Відповідно

$$F_{\phi} = k_1 \cdot F_{д} \quad (8.64)$$

В свою чергу

$$F_{\phi} = k_2 \cdot F_{Т} \quad (8.65)$$

де, k_2 – коефіцієнт, що враховує нерівномірність захоплення, перекіс заготовки, тобто показує в скільки раз фактичне зусилля захоплення менше від розрахованого теоретичного $k_2 = 0,85$.

$F_{Т}$ – теоретично розрахована величина зусилля схоплення, Н.

Тобто таємо

$$F_{Т} = \frac{F_{В}}{k_2}$$

В свою чергу теоретичне зусилля схоплення

$$F_{Т} = S_{зах} \cdot (P_a - P_1) \quad (8.66)$$

де, $S_{зах}$ – площа поверхні захвату, м²;

P_a – тиск навколишнього середовища, МПа;

P_1 – тиск в камері вакуумного захвату, МПа.

Відповідно

$$S_{зах} = \frac{\pi(d - 2e)^2}{4} \quad (8.67)$$

де, d – діаметр вакуумного захвату, м;

v – товщина ободка поверхні захвату, м.

В нашому випадку

$$d = 0,055 \text{ м}$$

$$v = 0,0005 \text{ м}$$

Підставивши (8.66) в (8.67), отримаємо

$$F_T = \frac{\pi(d - 2v)^2 \cdot (P_a - P_1)}{4} \quad (8.69)$$

Прирівнявши вирази (8.65) і (8.69) маємо

$$\frac{F_B}{k_2} = \frac{\pi(d - 2v)^2 \cdot (P_a - P_1)}{4} \quad (8.70)$$

або

$$\frac{k_1 \cdot F\delta}{k_2} = \frac{\pi(d - 2v)^2 \cdot (P_a - P_1)}{4} \quad (8.71)$$

Звідки маємо

$$(P_a - P_1) = \frac{4 \cdot k_1 \cdot F\delta}{\pi(d - 2v)^2 \cdot k_2} \quad (8.72)$$

Підставивши у вираз відповідні значення, одержимо значення $P_a - P_1$

$$P_a - P_1 = \frac{4 \cdot 1,1 \cdot 7,4}{3,14 \cdot (0,055 - 2 \cdot 0,0005)^2 \cdot 0,85} = 0,0042 \text{ МПа.}$$

Це рівняння показує, який необхідно тиск, щоб перенести стаканчик з йогуртом. В нашому випадку цей тиск дорівнює 0,0042 МПа.

4.9. Розрахунок витрат стисненого повітря пневмоциліндрів дозатора

Визначимо об'єм циклової витрати стисненого повітря пневмоциліндра типу 31R3A040A100 з такою характеристикою:

- діаметр поршня $d_n = 40$ мм;
-
- діаметр поршня $d_{ш} = 10$ мм;
- хід поршня: при мінімальній дозі $x_{\min} = 18$ мм;
при максимальній дозі $x_{\max} = 90$ мм.

Об'єм циклової витрати стисненого повітря

$$\begin{aligned} V_{\min} &= K_v \cdot \frac{\pi}{4} (d_n^2 - d_{ш}^2) \cdot x_{\min} = 1,1 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot (0,03^2 - 0,01^2) \cdot 0,018 = 23,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{цикл} = \\ &= 23,3 \cdot 10^{-3} \text{ л/цикл} \quad (8.73) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\max} &= K_v \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d_n^2 - d_{ш}^2) \cdot x_{\max} = 1,1 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot (0,04^2 - 0,01^2) \cdot 0,09 = 116,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{цикл} = \\ &= 116,5 \cdot 10^{-3} \text{ л/цикл} \quad (8.74) \end{aligned}$$

де, K_v - коефіцієнт втрати повітря.

Так як дозатор за хвилину виділяє 8 доз, то витрати стисненого повітря за хвилину становлять

$$Q_{\min} = V_{\min} \cdot 8 = 23,3 \cdot 10^{-3} \cdot 8 = 0,186 \text{ л/хв} \quad (8.75)$$

$$Q_{\max} = V_{\max} \cdot 8 = 116,5 \cdot 10^{-3} \cdot 8 = 0,932 \text{ л/хв} \quad (8.76)$$

Объем цикловой витрати стисненого повітря

$$V = K_B \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d_n^2 - d_{in}^2) \cdot x, \quad (8.77)$$

де, K_B - коефіцієнт втрати повітря, приймаємо $K_B = 1,1$.

$$V = 1,1 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot (0,04^2 - 0,01^2) \cdot 0,025 = 32,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 / \text{цикл} = 32,3 \cdot 10^{-3} \text{ л/цикл}$$

Так як дозатор за хвилину виділяє 8 доз, то витрати стисненого повітря за хвилину становлять

$$Q = V \cdot 8 = 32,3 \cdot 10^{-3} \cdot 8 = 2,5 \text{ л/хв.} \quad (8.78)$$

5. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

З рівняння:

$$I \cdot y = M_{np} - M_{on} \quad , \text{ де (8.79)}$$

I - момент інерції рулона плівки;

y - кутове прискорення;

M_{np} - момент на вихідному валу редуктора;

M_{on} - момент опору.

знаходимо M_{np} :

$$M_{np} = I \cdot y + I_{ii} \quad (8.80)$$

$$y = \frac{\omega}{t_p} \quad , \text{ де (8.81)}$$

t_p - час розгону;

ω - кутова швидкість рулону.

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} \quad , \text{ де (8.82)}$$

n - кількість обертів рулону плівки за хвилину.

$$n = \frac{L}{C} \quad , \text{ де (8.83)}$$

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Якимчук М.В	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Якимчук П.М.	Назва, додаткова назва Вибір конструкційних матеріалів	192009.KP.01.005. ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В		Інд.змін	Дата видання	Мова Укр	Аркуш 66

L - довжина плівки, яка використовується за хвилину;

C - довжина окружності рулону плівки.

$$L = Q \cdot S, \text{ де (8.84)}$$

Q - продуктивність машини, Q = 60 шт/хв.;

S = довжина групи виробів, S = 0.380 м.

$$L = \left(\frac{60}{8} \right) \cdot 0.38 = 2.85 \text{ м/хв.}$$

$$, C = \pi \cdot D \text{ де (8.85)}$$

D - діаметр рулону плівки, D = 0.4 м.

$$C = 3.14 \cdot 0.4 = 1.256$$

$$n = \frac{2.85}{1.256} = 2.27 \text{ (об/хв)}$$

$$\omega = \frac{3.14 \cdot 2.27}{7.5} = 0.95 \text{ (рад/с)}$$

$$y = \frac{0.95}{0.1} = 9.5 \text{ (рад/с}^2\text{)}$$

$$I = 0.5 \cdot m \cdot g \cdot R^2, \text{ де (8.86)}$$

m - маса рулона, m = 20 кг.;

R - радіус рулона, $R = 200 \text{ мм.} = 0,2 \text{ м.}$

$$I = 0,5 \cdot 20 \cdot 9,81 \cdot 0,2^2 = 3,29$$

$$M = G \cdot f \cdot \frac{d_0}{2}, \text{ де (8.87)}$$

G - вага рулона,

$$G = m \times g, G = 20 \times 9,8 = 196,2 \text{ Н (8.88)}$$

$$f = 0,1$$

d_0 - діаметр осі ролика, по якому обертається рулоноутримувач,

$$d_0 = 0,25 \text{ м.}$$

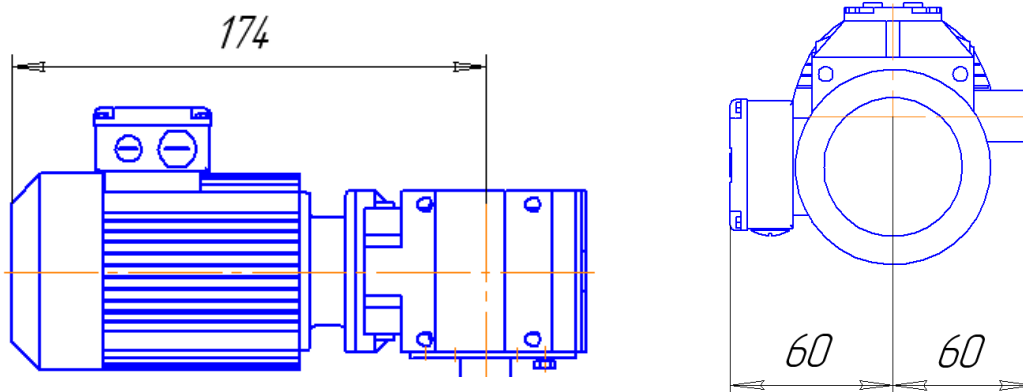
$$M_{on} = 196,2 \cdot 0,1 \cdot \frac{0,25}{2} = 2,45$$

$$M_{np} = 3,29 \cdot 9,5 + 2,45 = 33,7 (\text{Н} \cdot \text{м})$$

Підбираємо з каталога фірми "SITI" двигун з редуктором марки

MU40-FBM - 30 - 0.225, що має наступну характеристику:

- потужність - 0,225 кВт
- крутний момент - 53 Н*м
- передаточне число редуктора – 30
- кількість обертів - 30 об/хв.



- Рис.8.6.
Схема двигуна

6.ТЕХНОЛОГІЧНИЙ МАРШРУТ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

1. Вступ

Машинобудування є важливою частиною промисловості. Його продукція- машини різного призначення поставляються в усі галузі народного господарства. Ріст промисловості залежить від рівня розвитку машинобудування.

Сучасними напрямками в розвитку машинобудування є такі тенденції:

- підвищення потужності, при цьому, й продуктивність машин;
- швидкохідність та рівномірність ходу;
- підвищення коефіцієнта корисної дії;
- автоматизація робочих циклів;
- точність роботи машин;
- стандартизація та взаємозамінність деталей та вузлів;
- зручність та безпека обслуговування;
- компактність;
- слідування вимогам технічної етики.

Об'єктом машинобудівного виробництва являється виріб. Виріб – це продукт кінцевої стадії виробництва.

Деталь – це виріб, виготовлений на даному підприємстві без використання збірних операцій. Складальна одиниця – це виріб, складові частини якого з'єднуються між собою на підприємстві-виробнику складальними операціями.

Кожне підприємство, починаючи свою діяльність, повинне володіти визначеною грошовою сумою. Оборотні засоби підприємств покликані забезпечувати безупинний їхній рух на всіх стадіях кругообігу для того, щоб задовольняти потреби виробництва в грошових і матеріальних ресурсах, забезпечувати своєчасність і повноту розрахунків, підвищувати ефективність використання оборотних коштів. Ринкові тенденції попиту, пропозиції, економічна нестабільність в нашій країні й інші кризові явища змушують

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимчук М.В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Якимчук П.М.	<i>Назва, додаткова назва</i> Технологічний маршрут виготовлення деталі	192009.КР.01.006. ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В		<i>Інд.змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> Укр	<i>Аркуш</i> 69

підприємства постійно коригувати свою політику стосовно наявних ресурсів, вивчати проблему ефективності їхнього використання. У наш час є дуже популярні і корисні програми, Ці програми допомагають зменшити затрати часу, робочої сили, затрати верстатів, зменшує потрібну кваліфікацію робітників.

Одним з засобів підвищення продуктивності та якості продукції є використання високотехнологічного прогресивного обладнання, в нашому випадку верстатів з ЧПК. Другим напрямком зниження собівартості та зменшення металоємкості є розрахунок припусків та режимів різання аналітично.

Відновлення промислового виробництва відбувається на якісно новому рівні головною ознакою якого є впровадження комп'ютерних технологій. В технологічній підготовці виробництва комп'ютерні технології це створення креслень в системах AutoCAD, Компс з наступним їх використанням для розробки технологічних процесів та розробки керуючих програм для обладнання

2. Характеристика деталі, аналіз деталі на технологічність

Якісна оцінка характеризує технологічність конструкції узагальнено на базі досвіду виконавця. Такий аналіз технологічності деталі полягає у відповіді на певний перелік питань.

Кількісний аналіз технологічності полягає в розрахунку основних та додаткових показників технологічності, оскільки значення базового варіанта відсутні визначимо додаткові показники. Кількісна оцінка технологічності виробу виражається числовим показником і виправдана в тому випадку, якщо вона впливає на технологічність конструкції деталі

До деталей класу “Стакан” відносяться :

Технологічні задачі які вирішуються при обробці деталей цього класу наступні:

1. Конструкція стакану повинна забезпечувати вхід і вихід інструмента і зручність виконання обробки;
2. Оброблюємі поверхні стакану повинні мати найоптимальніші розміри;
3. Отримання точного посадочного отвору та отворів полегшення.

Технічні умови на виготовлення втулок немасового використання встановлює конструктор, виходячи з призначення втулки та умов її роботи у вузлі.

Заготівки в своїй більшості литво, штамповки, прокат.

Технологічними базами на перших операціях є необроблені циліндричні поверхні і торці деталі. На перших операціях оброблюються торці та отвори котрі в наступних операціях використовуються як технологічні бази. Данна деталь відноситься до групи і є деталлю типу втулки хоча має назву стакан.

Деталь має просту просторову форму, оброблюються всі поверхні за кресленням.

3. Вибір та обґрунтування технологічних баз.

Базування - це надання заготовці потрібного положення відносно ріжучого інструмента або нерухомих частин верстата. Для цього заготовку необхідно лишити шести ступенів волі, які вона може мати при її розгляданні в системі трьох взаємно перпендикулярних вісей.

Якість обробки різних деталей в значній мірі залежить від правильного вибору технологічних баз. Неправильний їх вибір викривляє положення деталі відносно інструмента, веде до неправильної обробки поверхні за кресленням, створює нерівномірні припуски на обробку та може бути причиною браку.

Для правильного вибору технологічних баз необхідно виконувати такі положення:

1. Для досягнення найбільшої точності кутового положення поверхні деталі відносно іншої, стійкості заготовок, необхідно в якості технологічних баз використовувати поверхні найбільшої протяжності.

2. В якості технологічних баз необхідно вибирати ті поверхні або осі деталі, відносно яких необхідно забезпечити задане положення поверхні на даному переході або операції.

3. Необхідно по можливості виконувати принцип постійності баз та в ході обробки на всіх основних технологічних операціях використовувати в якості установчих баз одні й ті ж поверхні.

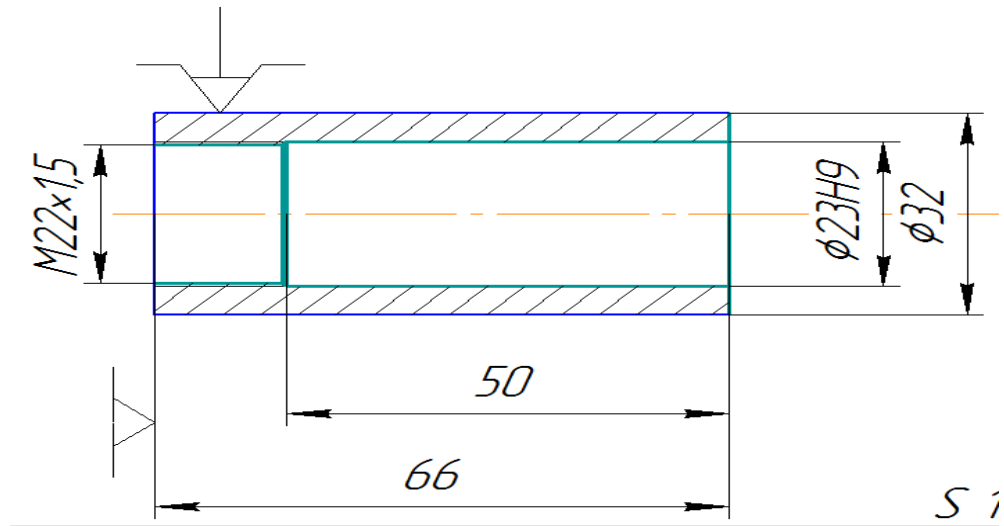
4. Слід домагатися обробки можливо більшої кількості поверхонь з одного встановлення заготовки.

5. В разі необхідності слід штучно збільшити розміри технологічних баз, або створити спеціальні технологічні бази.

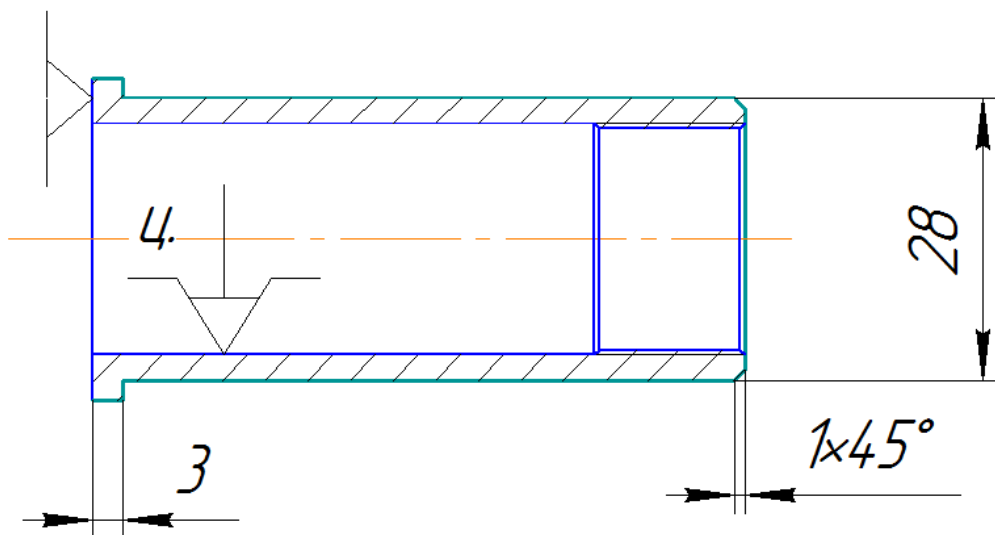
6. На перших одній або двох операціях, повинні створюватися постійні бази для наступної обробки.

7. В якості чорнових баз при виконанні перших операцій, можуть використовуватися поверхні, які не оброблюються, або оброблюються далі. Поверхні, які використовуються в якості чорнових баз, повинні бути по можливості гладкими

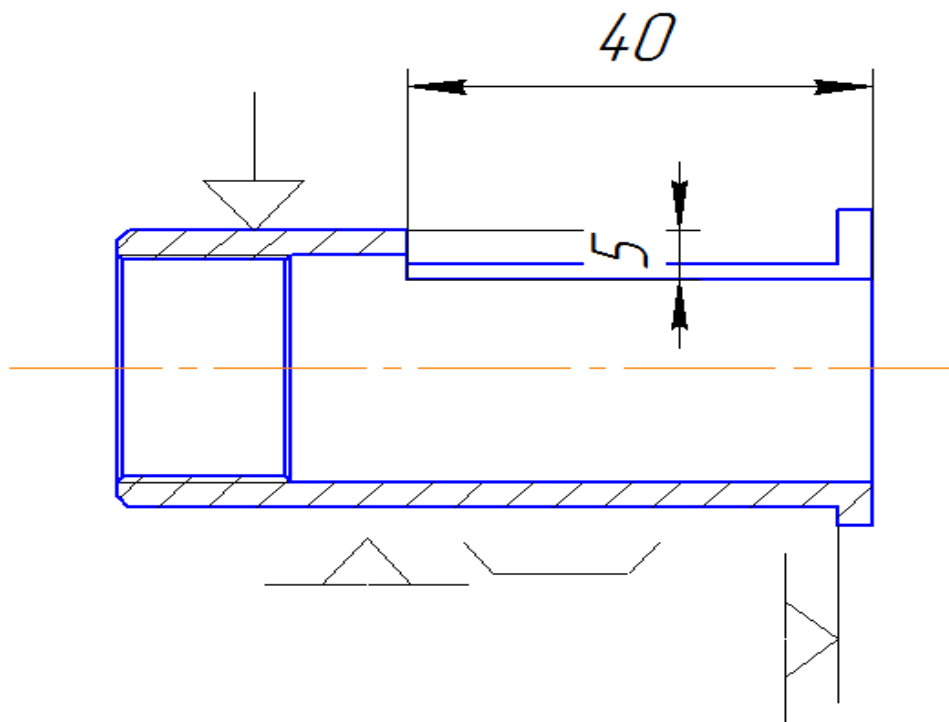
Для операції 05



Для операції 10



Для операції 15



4. Матеріал деталі та його характеристика.

В даному дипломному проєкті використовується деталь “Колесо”. Деталь виготовлена із сталі 20.

Сталь 20 - це конструкційна сталь. Ливарні властивості сталей значно гірше, ніж чавунів. Труднощі при литті створюють висока температура плавлення, низька рідинотекучість, велика ливарна усадка (до 2,3%) і схильність до утворення гарячих ливарних тріщин. Маловуглицеві сталі застосовують для виготовлення деталей, що піддаються ударним навантаженням;

Таблиця 1. Хімічний склад матеріалу заготовки зірочки

Матеріал	C%	Si%	Mn%	S%	P%	Ni%	Cr%
Сталь 20	0,22-0,30	0,17-0,37	0,5-0,8	0,04	0,035	0,3	0,25

Таблиця 2. Характеристика механічних властивостей

Матеріал	Рекомендовані режими термічної обробки	Характеристики механічних властивостей				
		δ_B кгс/мм ²	δ	ψ	α	НВ
Сталь 30ХГСА	Закалка 870°- 890° відпуск 610°-630°	50	2 2	3 3	3 ,5	131-207

Не дивлячись на всі перераховані недоліки отримання заготовки зі сталі 30ХГСА, ми повинні використовувати її, так як лише вона здібна задовольнити всі вимоги

5. Визначення припусків на механічну обробку деталі.

Дослідно-статистично на поверхню 23Н9.

Приймаємо що,:

Заготовка –Прокат, Маса 0.58 кг

Технологічний маршрут обробки 23Н9:

Точіння чорнове 21Н12

Точіння чистове 22Н10

Точіння тонке 23Н9

Величини Rz і T :

JS

Rz= 200, h= 200, точн. 14

JS

Rz= 50, h= 50, точн. 11

JS

Rz= 20, h= 10, точн. 9

Таблиця 5.1

Переходи обробки елементарних поверхонь.	Елементи припуска (мкм)				Розрах. припуск 2Zmin	Розрах. розмір (мм)	Допуск (мкм)	Граничні розміри		Граничні припуски	
	Ra	h	d	Ey				T	min	max	min
Точіння чорнове	25	20	63	-		21,036	250	23	23,063		
Точіння чистове	5	50	23	50	1731	22,067	160	23	23,016	1731	1821
Точіння тонке	2,5	10	9	50	310	23,077	62	23	23,1	310	408

Zomin Zomax

2203 2414

Σ значення просторових відхилень

$$\rho = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + \rho_{\text{ек}}^2} = \sqrt{1.3^2 + 20^2} = 20 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{\text{см}} = 1.2 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{\text{ек}} = 15 \text{ мкм.}$$

Величина остаточної просторової похибки після

Чорнової обробки

$$\rho_{\text{чорн}} = 0,02\rho_{\text{заг}} = 0,02 * 20 = 0,4 \text{ мкм.}$$

Чистої обробки

$$\rho_{\text{чист}} = 0,005\rho_{\text{чорн}} = 0,005 * 0 = 0 \text{ мкм}$$

Похибка закріплення при умові зажиму заготовки по зовнішнім площинам в
лещатах з пневматичним приводом - $\varepsilon = 110 \text{ мкм}$

$$\varepsilon' = 50 \text{ мкм.}$$

Мінімальний припуск

Протянути

$$2Z_{\text{min}} = (Rz + T + \sqrt{\rho_{\text{заг}}^2 + \varepsilon^2}) = 2(40 + 60 + \sqrt{20^2 + 50^2}) = 292 \text{ мкм.}$$

Калібрувати

$$2Z_{\text{min}} = (Rz + T + \sqrt{\rho_{\text{заг}}^2 + \varepsilon^2}) = 2(50 + 40 + \sqrt{0^2 + 50^2}) = 280 \text{ мкм.}$$

. Графа розрахунковий розмір заповнюється починаючи з кінцевого переходу, з розміру по кресленню. Послідовно вираховуємо розрахунковий мінімальний припуск кожного технологічного переходу.

Маючи розмір по кресленню 23,025 мм

$$Z_{\text{min}} = Z_{\text{min } i-1} - Z_{\text{min } i}$$

Значення допусків кожного переходу приймають по таблицям допусків в залежності з квалітетом точності

$$\text{Для Чорного точіння } 21\text{H}12 = 180 \text{ мкм}$$

$$\text{Тонкого точіння } 23\text{H}9 = 43 \text{ мкм}$$

Графа 10 заповнюється по розрахункам розмірів, заокруглені до точності допуску

Найменші розміри отримують з найбільших попередніх розмірів вирахунком допусків відповідних переходів

$$Z_{\max} = Z_{\max i-1} - Z_{\max i}$$

Мінімальне значення припуску Z_{\min} дорівнює різниці найбільших граничних відхилень та попередніх переходів

Z_{\max} – дорівнює різниці найменших граничних розмірів

Розраховуємо суму мінімальних і максимальних граничних припусків

$$Z_{\min} = Z_{\min 1} + \dots + Z_{\min N} = 838 \text{ мкм}$$

$$Z_{\max} = Z_{\max 1} + \dots + Z_{\max N} = 1000 \text{ мкм}$$

Розраховуємо поле допуску розміру

$$H_{12} - H_9 = 162 \text{ мкм}$$

Робимо перевірку вірності розрахунку припусків

$$H_{12} - H_9 = Z_{\max} - Z_{\min}$$

$$162 = 162$$

Оскільки перевірка виконана вірно, робимо висновок що припуск розрахований вірно.

6. Розрахунок режимів різання

005.1 Токарна операція

Перехід 20.1 Торцювати пов. 1

Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t = 32 - 30 = 2$ мм. Подача з абл. №17 $S = 0,75 \dots 1$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S = 0,75$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання з табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{292}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,75^{0,2}} = 131,41 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 131,41}{3,14 \cdot 32} = 1258,9 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B = 1500$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 32 \cdot 1500}{1000} = 188,8 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 74 + 2 + 2 = 78 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ} = 65$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 2$

l_3 - перебіг інструменту $l_3 = 0$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{65}{1500 \cdot 0,75} = 0,042 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_d = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 + 0,7 = 0,93 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору (табл. 26).

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$ хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$T_3 = 0,7$ хв – заміна різця.

Перехід 015.2 Точити пов. 2

Наступно припуском під шліфування, приймаємо глибину різання $t = \frac{23-20}{2} = 1,5$ мм.

Подача табл. №17 $S = 0,75$,,1 мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S_g = 0,75$ мм/об .

Визначаємо швидкість різання Табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{292}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,75^{0,35}} = 165,6 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 165,6}{3,14 \cdot 23} = 1311,4 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B = 1500$ об/хв. Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 23 \cdot 1500}{1000} = 133,5 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 65 + 2 + 2 = 69 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ} = 69$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 2$

l_3 - перебіг інструменту $l_3 = 0$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{69}{1500 \cdot 0,75} = 0,09 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_d = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 = 0,2386 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11 \text{ хв}$ – допоміжний час, пов’язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору.

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12 \text{ хв}$ – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

T_3 – заміна різця.

Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t = 1 \text{ мм}$. Подача при обробці деталей діаметром до 40 мм із глибиною різання до 3мм для різців з перетином $16 \times 25 \text{ мм}$ $S = 0,4 \dots 0,5 \text{ мм/об}$. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S = 0,5 \text{ мм/об}$.

Визначаємо швидкість різання:

$$V_p = \frac{C_v}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{175}{120^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,5^{0,2}} = 85,6 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 85,6}{3,14 \cdot 24} = 1048,5 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата 1Г240П $n_B = 1000 \text{ об/хв}$. Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_d = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 24 \cdot 1000}{1000} = 81,64 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 12 + 1 + 2 + 2 = 17 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ} = 12 \text{ мм}$

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2 \text{ мм}$

l_2 - врізання інструменту $l_2 = t \cdot ctg \varphi = 1 \cdot ctg 45^\circ = 1$

l_3 - перебіг інструменту $l_3 = 2$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{17}{1000 \cdot 0,5} = 0,036 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 + t_3 = 0,1 + 0,1 + 0,05 = 0,25 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,1$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору (табл.26).

$t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1$ хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$t_3 = 0,05$ – поворот різцевої головки.

О10.1 Токарна операція

Точити $\varnothing 28$ на довжину **62**

Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t = 1$ мм. Подача при обробці деталей діаметром до 40 мм із глибиною різання до 3мм для різців з перетином 16×25 мм $S = 0,4 \dots 0,5$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S = 0,5$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання:

$$V_p = \frac{C_v}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{105}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,5^{0,2}} = 65,47 \text{ м/хв.}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 65,47}{3,14 \cdot 28} = 834 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B = 800$ об/хв. Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 28 \cdot 800}{1000} = 62,8 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 62 + 0 + 0 + 2 = 64 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ} = 64$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = t \cdot ctg \varphi = 1 \cdot ctg 90^\circ = 0$

l_3 - перебіг інструменту $l_3 = 0$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{64}{800 \cdot 0,5} = 0,15 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_d = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 = 0,015 + 0,1 + 0,1 + 0,1 = 0,315 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,1$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для овздовжнього обточування з установленням різця по упору (табл.26).

$t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1$ хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$t_3 = 0,05 + 0,05 = 0,1$ хв – поворот різцевої головки.

$t_4 = 0,05 + 0,05 = 0,1$ хв – допоміжний час на зняття двох фасок

Основний час на виконання операції становить:

$$T_0 = \sum_1^i t_{0i} = 0,036 + 0,015 + 0,012 = 0,063 \text{ хв.}$$

Допоміжний час $T_d = 2 \cdot t_y + \sum_1^i t_{\Delta i} = 2 \cdot 0,3 + (0,25 + 0,44 + 0,41 + 0,26 + 0,25) = 2,21$ хв.

Для установлення деталей масою до 0,5 кг в патрон з ручним кріпленням $t_y = 0,3$

Операційний час $T_{оп} = T_0 + T_d = 0,158 + 2,21 = 2,37$ хв.

Час на обслуговування робочого місця, перерви, відпочинок і природні потреби (табл. 24):

$$T_{об} + T_{п.п} = (2,5 + 4,0) \cdot T_{оп} / 100 = 6,5 \cdot 2,37 / 100 = 0,15 \text{ хв.}$$

Штучний час становить $T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{п.п} = 2,37 + 0,15 = 2,52$ хв.

Калькуляційний час на виконання операції при виготовленні однієї деталі:

$$T_K = T_{шт} + T_{п.з} / n$$

$T_{п.з}$ – підготовчо-завершальний час на партію деталей.

Налагоджування в самоцентрувальному пневматичному патроні при використанні чотирьох інструментів -10 хв, на одержання інструментів і пристроїв 7...10 хв, заміна трикулачкового патрону 4 хв (табл. 24)

$$T_{п.з}=10+10+4=24 \text{ хв.}$$

n – кількість деталей у партії (серії)

Якщо виходити з річної програми 1000 деталей на рік, яка виконується помісячно 10 раз по 100 шт, то

$$T_K=2,52+24/100=1,76 \text{ хв.}$$

Норма виробітку за 1 год становить:

$$N=60/T_K=60/1,766 \approx 36 \text{ деталей.}$$

Фрезерна операція з ЧПК

020 Розфрезерувати паз Ø 17, витримавши розмір R=40

Глибина – t = 7 мм, ширина B=17 мм.

Визначити геометричні дані інструменту (довідник):

Пальцева фреза: $D_\phi=6$ мм, число зубців $Z=7$ шт.

$S_z=0,08...0,15$ мм/зуб; приймаємо $S_z=0,1$ мм/зуб.

Вибраємо емпіричну формулу (критичної) швидкості різання сталі (табл..28):

$$V_p = \frac{53,0 \cdot D_\phi^{0,45}}{T^{0,33} \cdot t^{0,5} \cdot S_z^{0,5} \cdot B^{0,1} \cdot Z^{0,1}} = \frac{53,0 \cdot 60^{0,45}}{60^{0,33} \cdot 3,75^{0,5} \cdot 0,1^{0,5} \cdot 17^{0,1} \cdot 7^{0,1}} = 36,5 \text{ м/хв}$$

де $T = 60$ хв. – стійкість фрези (табл. 35);

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000V_p}{\pi D_\phi} = \frac{1000 \cdot 36,5}{3,14 \cdot 6} = 193,7 \text{ об/хв}$$

Узгодити n_p з паспортними характеристиками верстату і вписуємо в програму $n_b=250$ об/хв.

Тоді дійсна швидкість обертання:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D_{\phi} n_{\phi}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6 \cdot 250}{1000} = 18,84 \text{ м/хв}$$

Визначаємо хвилинну подачу:

$$S_{\text{хв}} = S_z \cdot n_B \cdot z$$

$$S_{\text{хв}} = 0,1 \cdot 7 \cdot 250 = 175 \text{ мм/хв}$$

Із паспортних характеристик верстату приймаємо $S_{\text{хв}} = 200 \text{ мм/хв}$.

Розрахункова довжина обробки :

$$L_p = L_d + L_1 + L_2;$$

$$L_p = 9 + 2 + 14 = 25 \text{ мм}$$

де $L_1 = 2 \dots 3 \text{ мм}$ – підвід інструменту,

$L_2 = 9$ – врізання і перебіг залежить від типу фрези

Основний час на перехід

$$T_o = L_p / S_{\text{хв}}$$

$$T_o = \frac{25}{200} = 0,12 \text{ хв}$$

Допоміжний час:

$$T_d = t_y + t_d$$

$$t_y = t_{y1} + t_{y2},$$

$t_{y1} = 0,3 \text{ хв}$ (табл.37) час на установлення деталі масою до 0,5 кг з кріпленням гайкою за допомогою ключа

$t_{y2} = 0,06 \text{ хв}$ (табл. 37) час на очищення місця установки деталі від стружки

$$t_y = 0,3 + 0,06 = 0,36 \text{ хв.}$$

Допоміжний час, пов'язаний з переходом, для верстатів з довжиною стола 1600 мм, автоматичним переміщенням, установленою на розмір, $t_d = 0,09 \text{ хв}$ (табл..38).

Тоді

$$T_d = 0,36 + 0,09 = 0,45 \text{ хв}$$

Оперативний час:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_d$$

$$T_{оп} = 0,06 + 0,45 = 0,51 \text{ хв}$$

Штучний час: $T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пер}$,

$T_{об} = 0,045 \cdot T_{оп}$ і $T_{пер} = 0,06 \cdot T_{оп}$ – відповідно, допоміжний час на обслуговування робочого місця і на відпочинок та природні потреби, що беруться у відсотках оперативного часу (табл.. 36)

$$T_{шт} = 0,51 + 0,045 \cdot 0,51 + 0,06 \cdot 0,51 = 0,56 \text{ хв}$$

Калькуляційний час:

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n}$$

$T_{пз}$ – підготовчо-завершувальний час, що згідно з табл.. 36 визначається як сума часу налагодження верстата (при кріпленні в лещатах з двома болтами

кріплення – 19,3хв) та на одержання наряду, інструментів, пристроїв - 7хв

$$T_{пз} = 19,3 + 7 = 26,3 \text{ хв}$$

Тоді

$$T_k = 0,56 + 26,3 / 150 = 0,73 \text{ хв}$$

Норма виробітку (кількість деталей за год.):

$$N = \frac{60}{T_k}$$

За формулою визначаємо

$$N = 60 / 0,73 \approx 82 \text{ деталей.}$$

7.Конструювання, розрахунок та принцип дії верстатного пристосування для протягувальної операції.

Згідно завдання для операції 020 проектуємо пристосування для фрезерної операції .

Принцип дії пристосування: деталь розміщується на призмі яка відіграє роль подвійної направляючої бази, а торець центра – роль опорної бази. Конструкція деталі та технологічна операція для якої проектується пристосування обумовлює конструкцію пристосування, в якому сили затиску можуть бути прикладені на горизонтальну площину.

Для розрахунку пристосування розглянемо можливий випадок коли сила різання направлена з боку опори, т.т. сила затиску утримує деталь без допомоги постійної опори.

В цьому випадку сила затиску $Q = kPz / (f1 + f2)$

Де: k - коефіцієнт запаса $k = 2$

Pz – сила різання

$f1, f2$ – коефіцієнти тертя між прихватом та деталлю, та деталлю і опорою

$f1 = f2 = 0,8$ (з урахуванням , що деталь – сталь, елементи пристосування – сталь)

Силу різання для даної операції визначаємо за формулою:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_v \cdot t^x \cdot S_z \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 3,75^{0,9} \cdot 0,1^{0,72} \cdot 6^{1,0} \cdot 4}{6^{0,9} \cdot 1000^0} \cdot 1,1 = 1120 \text{ Н}$$

$$\text{Сила затиску } Q = \frac{2 \cdot 1120}{0,8 + 0,8} = 1400 \text{ Н}$$

У випадку коли плечі важеля рівні сила затиску дорівнює силі затягування гайки. $Q = W$

8. Розрахунок похибки базування

Похибка базування в призмах можливе тільки в вертикальній площині через відхилення за величиною діаметра. Оскільки заготовка встановлюється в призмі в одній і тій самій поверхні отриманої за перехід, а обробка ведеться в вертикальній площині, така похибка впливає на точність розташування пазу що до вісі заготовки.

Виконаємо розрахунок похибки базування щодо торця заготовки по діаметру встановлення у призму величиною $22H8 \pm 0,42$ мм.

Точність фрезерування в призмах зумовлена такими основними чинниками:

1. Великому зазору в посадковій площині змінній робочої чопа $D_{>вн} - D_{див}$;
2. Великому зазору в отворі робочої чопа під фрезу $d_{>вн} - d_{св}$;

$>u_{L_{вид}}$ – допуск на розмір деталі;

y' – граничне відхилення розмірів кондуктора: для кондукторів нормальної точності $y' = 0.05$ мм; (3, табл 13 стор. 285);

F – коефіцієнт, враховує ймовірна межа відхилення координат центрів отворів в призмі;

$F = 0,8$; (3, табл 13 стор. 285);

$>u_{L_{>конд}}$ – допуск на розмір призми;

D_0 - коефіцієнт, враховує найімовірніше меже проміжків в спряженнях і найбільш ймовірне усунення;

$D_0 = 0,5$; (3, табл 13 стор. 285);

$D_{>вн}$ – найбільший діаметр отвору перекоосу Г-образного прихвата;

$D_{>вн} = 18,333$ мм;

$D_{див}$ – найменший діаметр отвору робочої чопа;

$D_{див} = 18,341$ мм;

$>d_{>BH}$ – найбільший діаметр отвору робочої чопа;

$>d_{>BH} = 8,35$ мм;

$>d_{>CB}$ – діаметр інструменту ;

$>d_{>CB} = 17$ мм;

$>m$ – коефіцієнт, враховує найбільш ймовірну величину ексцентриситета в змінній чопі;

$>m = 0,4$; (3, табл. 13 стор. 285);

$>_{>pb}$ – ексцентриситет робочої чопа;

$>_{>pb} = 0,01$ мм; (3, стор. 284);

P – коефіцієнт, враховує найбільш ймовірну величину перекосу свердла;

$P = 0,35$; (3, табл. 13 стор. 285);

b – глибина врізання;

$b = 7$ мм;

l – довжина отвору робочої чопа;

$l = 15$ мм;

h – відстань між торцем спрямовуючої чопа і заготівлею;

$h = 5$ мм;

9. Висновок:

В дипломному проекті виконано розробку технічного оброблення деталі типу «стакан». Було розраховано режими різання , виконано аналіз на технологічність визначено припуски на обробку, спроектовано пристосування

7.ВИМОГИ ЩОДО МОНТАЖУ І ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ

7.1 Загальні положення

1.1 Тільки при суворому дотриманні регламенту експлуатації, своєчасному, якісному та повному проведенні технічного обслуговування та профілактичних робіт, зазначених у цій інструкції, можна гарантувати надійну та довговічну роботу машини.

1.2 Установку, налаштування, експлуатацію та технічне обслуговування машини дозволяється виконувати лише персоналу, який вивчив машину та пройшов інструктаж з техніки безпеки.

1.3 Для забезпечення кращої готовності машини пуско-налагоджувальні роботи рекомендується проводити налагоджувальному персоналу організації-виробника. Якщо пуско-налагоджувальні роботи готує третя сторона, виробник не несе відповідальності за якість регулювань і не гарантує роботу машини.

1.4 Для звернення до наладчика замовнику необхідно укласти з виробником договір на пуск виробництва та техніку регулювання.

1.5 Коли наладчик прибуде, машина повинна бути повністю зібрана та підключена до всіх джерел живлення відповідно до вимог експлуатації. 1.6

Запасні частини, що постачаються разом з машиною, призначені для проведення пусконалагоджувальних робіт до введення машини в експлуатацію впродовж терміну роботи гарантії. Забезпечення запасними частинами для проміжного та капітального ремонтів здійснюється за рахунок коштів, виділених у встановленому порядку.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимчук М.В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Якимчук П.М.	<i>Назва, додаткова назва</i> Вимоги щодо монтажу і технічного сервісу	192009.КР.01.007. ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В		<i>Інд.змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> Укр	<i>Аркуш</i> 90

7.2. Розміщення і монтаж

2.1 Завдяки малій власній вазі машину можна встановити на підлогу без фундаментних болтів. Місце установки повинно відповідати гігієнічним і технічним вимогам. При підготовці місця для установки машини необхідно передбачити ухил для стоку води в каналізацію. Підлогові покриття повинні добре відмивати бруд і сміття. Потрібно залишити місце для нормального обслуговування машини. Висота житлового приміщення повинна забезпечувати встановлення підйомно-транспортного обладнання для проведення демонтажних робіт при ремонті машини.

2.2 Машина транспортується до місця установки в упакованому вигляді навантажувачем або іншим транспортним засобом, що забезпечує цілісність упаковки.

2.3 Поруч із місцем встановлення машини відкрийте пакувальний ящик і перевірте вміст відповідно до транспортних документів. Дно коробки має залишатися під машиною поки машина не буде доставлена на місце монтажу.

2.4. Строповку машини без упаковки робити тільки відповідно до схеми строповки.

2.5. Встановити машину в призначене положення на підготовлене місце.

2.6. Підняти машину використовуючи підйомний механізм на висоту близько 150 мм. Зібрати опорні стійки, під ними встановити опори й опустити на них машину.

Відстань між підлогою і нижньою поверхнею рами повинний бути біля 100 мм.

2.7. Розібрати машину, від'єднані складальні вузли і деталі. Поверхні, промити бензином Б70 ДСТУ 1012-72 або уайт-спиртом ДСТУ 3134-78 від консерваційного мастила та витерти насухо, очистити від корозії, що виникли внаслідок несприятливих умов зберігання.

2.8. Після регулювання положення автомата, приступити до складання компонентів, які були від'єднані під час транспортування.

2.9. Встановити шафу електроустаткування.

Шафа електроустаткування підвішується до рами. Електропроводку від шафи до розподільчої коробки машини слід проводити в трубопроводі. Виконайте підключення відповідно до електричної схеми. Заземлити машину та шафу електрообладнання.

2.10 Переконавшись у цілості верстата та легкості обертання, включити його в режим налаштування. Машина повинна працювати плавно, без поштовхів і заїдань. Прокрутити машину в робочому режимі.

2.11 Перевірити та оформити перевірку захисного заземлення з відповідною документацією. 2.12.Складання акта готовності до завершення монтажу та пуско-налагодження обладнання.

7.3. Підналагодження машини і підготовка її до роботи

3.1 При прийманні верстата для налагодження наладчик зобов'язаний переконатися в комплектності і стані верстата, правильності складання з'єднань і монтажу трубопроводів. Увімкнути машину та перейти до режиму налагодження, щоб перевірити, чи вузол працює нормально. Після виключення виявлених спостережень розпочинаються пусконалагоджувальні роботи.

3.2. Перевірити затяжку всіх кріплень.

3.3. Змастити машину відповідно до схеми змащення

3.4. Перевірити і при необхідності відрегулювати хід пневмо - циліндрів.

3.5. Зробити мийку і дезинфекцію машини.

3.6. Після дезинфекції машину протерти тряпкою.

3.7. Перевірити машину під навантаженням. Пропустити невеличкі партії споживчої тари, сполучаючи з підналагодженням і регулюванням окремих вузлів машини.

3.8 Переконавшись, що налаштування правильні, дати машині попрацювати протягом 4 годин. Машина повинна працювати плавно, без поштовхів і заїдань. При запуску машини розгін повинен бути плавним, без ривків і зависів. Не допускається деренчання, посилений стукіт.

3.9 Коли машина працює задовільно, перейти до роботи під навантаженням.

7.4. Причини і наслідки несправностей

Причини виходу з ладу компонентів пневмосистеми можна розділити на наступні категорії:

1. Зношення елементів пневматичних приводів або їх розрив.
2. Підготовка стисненого повітря низької якості.
3. Неприпустиме навантаження на компоненти.
4. Відносне переміщення пневматичних компонентів під час роботи.
5. Неякісне обслуговування.

Можуть також виникати і такі несправності:

1. Заклинювання деяких елементів.
2. Механічні несправності елементів.
3. Падіння тиску або зменшення каналу для подачі повітря в системі в результаті чого, пошкодження елементів системи.
4. Неправильне підключення компонентів.

Найчастіше поломки виникають через неправильне очищення та зміни тиску повітря. Зменшення або підвищення надлишкового тиску призводить до зменшення або збільшення швидкості пневмоциліндра, або до зменшення або збільшення сили, що формує шток пневмоциліндра.

Також часто використовуються неякісні мастила.

7.5. Діагностика несправностей елементів

пневматичних систем

При виході з ладу пристрою можуть виникати різні збої в елементах схеми. Постійний пошук несправностей скорочує час простою обладнання. Щоб скоротити час пошуку, необхідно правильно налаштувати процес діагностики системи керування. Діагностика несправностей починається з визначення груп, до яких належать дані несправності. Всі несправності компонентів пневматичної системи діляться на дві групи:

Зовнішні - можна побачити або почути (переривання зв'язку між елементами або збій елемента системи).

Внутрішні – ті, що проявляються у відмові системи керування під час роботи.

7.6. Методика ремонту елементів пневматичних систем

При проектуванні обладнання необхідно враховувати, що поточний контроль за роботою системи повинен виводитися на пульт управління. Ця індикація дозволяє оператору швидко усунути прості несправності, коли вони виникають. Крім того, необхідно правильно фіксувати несправності у відповідних журналах. Щоб скоротити час пошуку, необхідно передбачити можливість використання модульних елементів, наприклад: реле схеми можуть бути змонтовані на одній панелі і розташовані в спеціальному положенні у шафі управління. Усі з'єднання з електричними проводами та кінцями пневматичних шлангів повинні бути позначені відповідно до принципової схеми.

8.ОПИС БЛОКУ УПРАВЛІННЯ

Блок управління лінією , який представлено на рис. 9.1. складається з таких основних елементів:

1. Загальний вимикач;
2. Кнопка зупинки у фазі;
3. Вказівники швидкості роботи пневмоциліндрів;
4. Кнопка виключення;
5. Кнопка включення;
6. Цифровий дисплей.

Послідовність управління лінією:

1. Перед запуском робочої лінії необхідно закрити всі кожухи безпеки обладнання, регулюючи загальний вимикач 1.

2. Подати стиснене повітря до пневмоциліндрів.

3. Запустити машину за допомогою кнопки включення 5.

4. За необхідністю швидкість роботи пневмоциліндрів можна регулювати.

Швидкість контролюємо за допомогою вказівників швидкості 3.

5. Для зупинки обладнання натискаємо кнопку 4.

6. Внаслідок несправностей на цифровий дисплей 6 виводиться повідомлення « Викл. обладнання», вмикаємо аварійний сигнал, виконуються зупинка машини за допомогою натискання кнопки зупинки у фазі 2.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Якимчук М.В	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Якимчук П.М.	Назва, додаткова назва Опис блоку управління	192009.КР.01.008. ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В		Інд.змін	Дата видання	Мова Укр	Аркуш 95

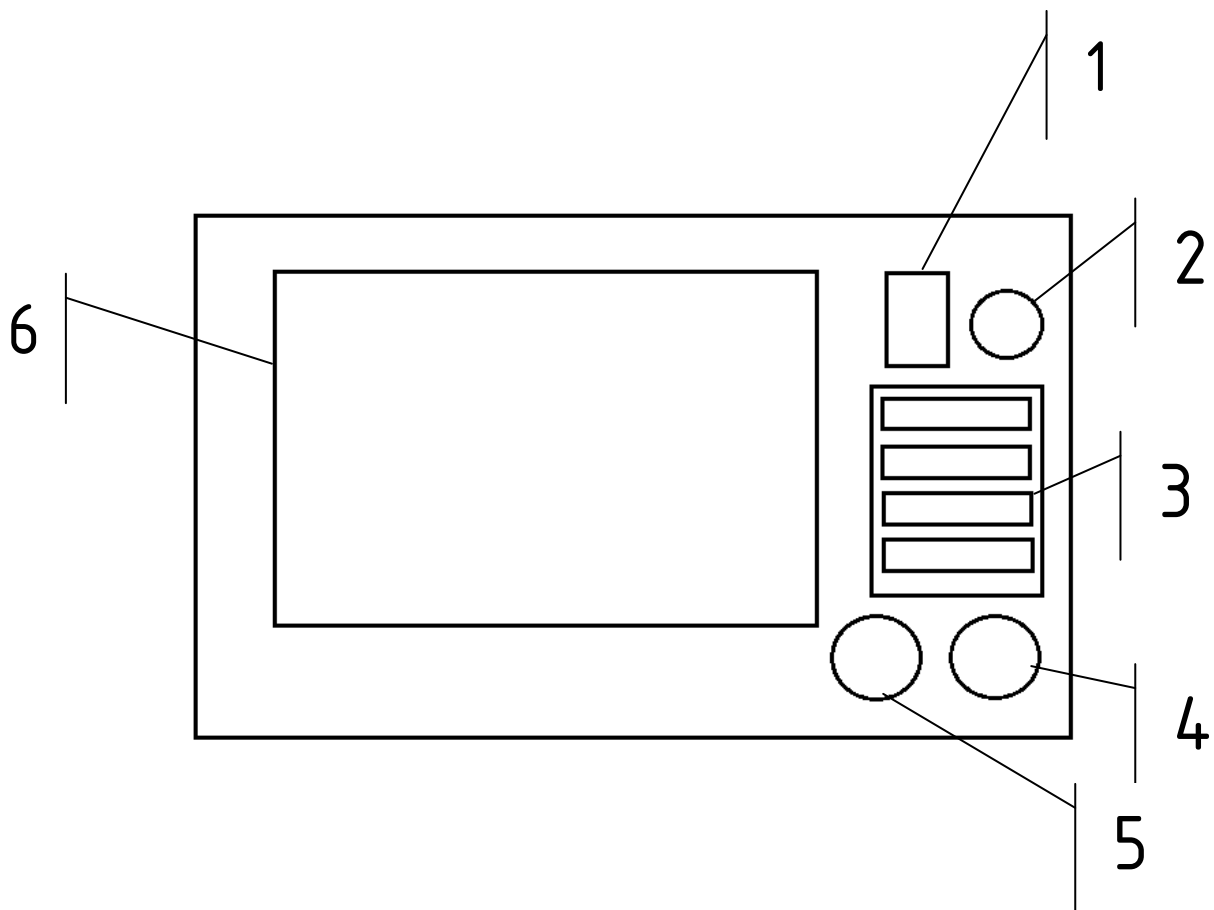


Рис.9.1 Схема блоку управління машиною : 1- Загальний вимикач; 2- кнопка зупинки у фазі; 3- Вказівники швидкості пневмоциліндрів; 4-Кнопка виключення; 5- Кнопка включення; 6- Цифровий дисплей

9. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

9.1 Аналіз виробничого травматизму на підприємствах

молочної галузі

На підприємствах галузі можна виділити основні фактори , які можуть призвести до травм:

- транспортні моменти;
- падіння працівника, у тому числі – з висоти;
- падіння, обрушення, обвалення предметів, матеріалів, ґрунту тощо;
- пошкодження від дії предметів та деталей, що рухаються, розлітаються, обертаються;
- ураження електричним струмом;
- стихійне лихо;
- пожежа.

Для вивчення травматизму на виробництві використовують різні методи. Найбільш поширеними та взаємодоповнюючими є статистичний, монографічний , економічний, ергономічний та психофізіологічний підходи. Менш досвідчені працівники мають суттєву перевагу в кількості травм порівняно з більш досвідченими працівниками персоналу. Аналізуючи виробничий травматизм на промислових підприємствах, можна виділити три основні групи заходів профілактики нещасних випадків: організаційні, технічні та санітарно-гігієнічні, які рекомендується включати в план соціального розвитку колективу.

9.2. Служба ОП на підприємстві

Служба охорони праці на підприємстві спрямована на попередження нещасних випадків, професійним захворюванням і аварай під час виробництва.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимчук М.В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Якимчук П.М.	<i>Назва, додаткова назва</i> Заходи з охорони праці, техніки безпеки	192009.КР.01.009. ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В		<i>Інд.змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> Укр	<i>Аркуш</i> 97

Для досягнення цих цілей службі охорони праці необхідно вирішувати такі завдання :

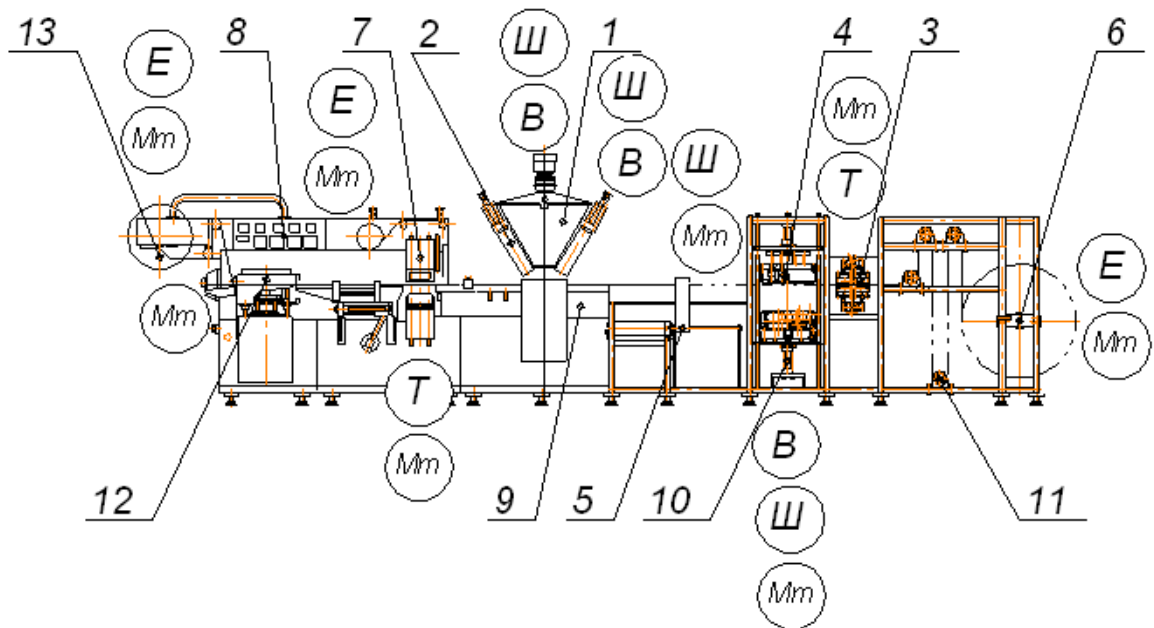
- проводити вступний інструктаж та медичний огляд робочого персоналу;
- забезпечувати працівників всіма засобами індивідуального та колективного захисту;
- здійснювати професійну підготовку і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці;
- забезпечувати оптимальні умови праці і відпочинку працюючих;
- вимагати професійного добору виконавців для певних видів робіт.

9.3. Фінансування заходів з охорони праці

Загальнодержавні, галузеві, регіональні та корпоративні фонди створюються за рахунок добровільного відрахування суб'єктом господарювання залишків наявного прибутку (приватного підприємництва - 0,5% від обсягу реалізованої продукції); якщо це передбачено умовами договору поставки, доходи від бізнесу, кошти на створення та розвиток спеціалізованих виробництв, науково-технічних центрів, творчих колективів та експертних груп; кошти інших надходжень, громадських організацій, отримані в порядку допомоги тощо.

Фінансування заходів щодо створення безпечних і здорових умов праці виділяється на основі кошторису витрат, який затверджується та контролюється власником коштів та відповідними службами Держнаглядохоронпраці та обласних органів Держпраці.

9.4. Аналіз основних шкідливих та небезпечних виробничих факторів



Позиції : 1 – Бункер накопичувач; 2 - дозатор; 3 – нагрівні елементи; 4 – прес-форма; 5 – механізм протяжки; 6 -рулонотримач; 7 –вирубний прес; 8 –пульт керування; 9 – завантажувальний стіл; 10 – пневмо циліндр; 11 – натяжні ролики; 12 – пристрій для нанесення етикетки і дати; 13 – рулон з етикетками.

Умовні позначення шкідливих і небезпечних чинників:

Ш – шум; В – Вібрація;

Е – електробезпека;

Мт – механічні травми;

Т – тепловиділення

9.5 Вимоги, що пред'являються до упаковки в товарознавстві

Упаковка допомагає захистити товари від зовнішніх впливів (механічні, біологічні, фізичні, фізико-хімічні), забруднення та псування. Пакувальні матеріали повинні відповідати наступним функціональним вимогам - захищати упакований товар від негативного впливу вологи, кисню повітря, тепла, світла, механічного впливу, забезпечувати належний захист якості та кількості товару під час транспортування, зберігання та реалізації. . Упаковка повинна бути хімічно інертною і стійкою до дії пакувального товару. Якщо упаковка не відповідає функціональним вимогам, її не можна використовувати за основним призначенням. Надійність - це здатність упаковки виконувати свої функції протягом певного періоду часу. Упаковка має бути міцною та надійною з часом, щоб відповідати терміну придатності, зберігання або транспортування продукту. Полімерна упаковка є найсучаснішим типом упаковки, оскільки широке промислове виробництво полімерів розпочалося лише з 30-40 рр.. ХХ ст. Полімерна тара буває жорстка (пляшки, банки) і гнучка (плівка, обгортка, пакети). Переваги: низька питома вага (щільність), хімічна інертність, низька крихкість, легкість фарбування, технологічність, взаємозамінність. Недоліки: поява стороннього запаху, можлива міграція органічних компонентів у продукт. Специфічні вимоги, яким повинна відповідати полімерна тара: жиростійкість, водостійкість, кислотостійкість, стійкість до гарячої води, світла; бар'єрними властивостями по відношенню до газів, пари, вологи, ароматів; За гігієнічними властивостями (санітарно-хімічним) полімерну тару умовно можна розділити на кілька груп:

- 1) товарів побутового призначення;
- 2) товарів технічного призначення;
- 3) отрутохімікатів, дезинфікуючих засобів, добрив, побутового сміття.

Найбільш представлені високі вимоги щодо гігієнічних властивостей пред'являють до першої групи матеріалів.

Полістирол має в макромолекулярному ланцюзі ароматичне кільце. Температура стелкування +93 С, тому полімер жорсткий, він має низьку теплостійкість і високу крихкість. Для виробництва упаковки застосовують ПС високої молекулярної маси. Його достоїнствами є високі оптичні властивості, прозорість, стійкість до дій води, розчинів кислот.

Термоформування - формування з попередньо розігрітої заготовки - листа або рулону. Упаковку для товарів народного споживання отримують методами термоформування: Глибокі продукти - банки, стакани, контейнери для продуктів, що не потребують тривалого зберігання (салати, торти); контейнери типу "черепашка" для тортів, бісквітів. Пневматичне формування дозволяє формувати вироби з термопластичних листів за допомогою тиску стисненого повітря, що подається під надлишковим тиском від 0,05 до 2,5 МПа в залежності від товщини листа, температури і швидкості процесу витягування. Для отримання масових виробів методом вакуумного і пневматичного формування використовують машини-автомати. Одним із методів є механіко-пневматичне формування. Було розроблено універсальні пневматичні камери, здатні виконувати допоміжні операції, такі як обрізка, рубка та окантовка. Ці способи використовують для отримання великогабаритних виробів.

9.6. Вказівки заходів техніки безпеки при користуванні автоматом

Обслуговувати та експлуатувати машину повинен лише персонал, який пройшов належне навчання та вивчив правила техніки безпеки та інструкцію з експлуатації. При обслуговуванні машин необхідно передбачити спеціальний одяг для операторів і наладчиків. Зона обслуговування машини повинна бути позначена знаком безпеки по ДСТУ 12.4.026-96.

Щоб забезпечити безпечну роботу оператора та запобігти намокання ніг робоче місце обладнане підлогою висотою 100 мм. Проходи не повинні бути заповнені ящиками, піддонами та іншими сторонніми предметами. Для забезпечення електробезпеки електрична проводка від шафи до машини повинна проходити лише в металевих трубах. Надійно заземлити корпус автомата і шафу струмопровідної апаратури. Для заземлення машини з контуром заземлення на рамі передбачений спеціальний болт з позначкою «Земля». Контроль надійності заземлення металевих частин машини необхідно здійснювати відповідно до норм і вимог Правил улаштування електроустановок (ПУЕ) і Правил технічної експлуатації (ПТЕ). Корпуси машин і корпуси повинні бути на місці і надійно закріплені. Перед початком роботи перевірте придатність захисних пристроїв. Категорично забороняється працювати з пошкодженою кнопкою електроуправління машини. Під час роботи автомата забороняється брати, переставляти тару з продуктом.

Під час усунення дрібних неполадок під час робочих змін і прибирання необхідно обов'язково вимкнути та вжити заходів для запобігання випадкового запуску. Категорично забороняється залишати інструменти та інші предмети на верстаті під час роботи. Стежити за ремонтпридатністю захисних пристроїв для автоматичної зупинки машини в разі перевантаження. Машина обладнана аварійною червоною грибоподібною кнопкою «Стоп. Після закінчення робочої зміни прибрати верстат і прибрати робоче місце. При виконанні робіт з технічного обслуговування та перевірки електрообладнання машина повинна бути вимкнена, а на корпусі не бути напруги. Утримувати в справному стані металеві труби і металорукава, що захищають проводи від пошкоджень. Систематично проводити контроль за заземленням механічних частин, які можуть бути під напругою у випадку порушення заземлення. Персоналу забороняється: вмикати машину без попередження, а також не переконавшись в його справності; працювати при несправних пристроях захисту; працювати в незаправленому одязі.

9.7 Повітря робочої зони

9.7.1 Мікроклімат

Для підвищення ефективності праці та охорони здоров'я працівників важливо створити стабільні метеорологічні умови ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007. У поняття метеорологічних умов повітряного середовища входять: температура повітря; відносна вологість; швидкість руху повітря; інтенсивність теплового випромінювання.

Роботи, пов'язані з виконанням основних виробничих процесів молочних підприємств, в основному віднесені до другого розряду робіт, у нашому випадку Пб. Залежно від інтенсивності фізичної праці, пори року та наявності джерел надмірного тепла встановлюють оптимальні та допустимі параметри мікроклімату робочої зони.

Таблиця 10.1

Для категорії робіт Пб ці параметри наступні

	Пора року	Температура, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с	
		оптимальна	допустима	оптимальна	допустима	оптимальна	допустима
Оператор	Холодна	17-19	15-21	40-60	75	0,2	0,4
	Тепла	20-22	16-27	40-60	70	0,3	0,2-0,5

9.7.2 Тепловиділення

В приміщенні де розташовано автомат для фасування і пакування йогурту в стаканчики тепловиділення не спостерігається.

9.7.3 Запиленість

Цехи молочних підприємств не стандартизовані та відсутнє пилоуловлююче обладнання.

9.8. Освітлення

9.8.1 Загальні положення

Освітлення в цеху пакування молочних продуктів на заводах передбачено штучне. Освітлення повинно відповідати вимогам ДБН В.2.5.-10.2006 «Природне і штучне освітлення».

Обладнання та експлуатація електропристроїв освітлення на молоко-заводах відповідають "Правилам технічної експлуатації споживачів" і "Правилам техніки безпеки при експлуатації споживачів електроенергії".

Забороняється встановлювати світильники під гідравлічними затворами та запобіжними клапанами. Очищення ліхтарів має проводити електрик за графіком. Контроль освітлення слід проводити не рідше ніж кожні три місяці. Основним приладом для контролю освітленості є люксометр.

Розподіляючі сітки робочого освітлення виконуються проводом АВВГ на тросах і скобах. На заводі використовують світильники типу ППД-100, ППД-200, НОГЛ-2-80-ХВ.

Вони забезпечують мережу низької напруги, яка використовується для ввімкнення портативних світильників і ручних електроінструментів. Для безпечного перебування обслуговуючого персоналу та евакуації персоналу при вимкненому робочому освітленні в цеху передбачається аварійне освітлення. Світильники аварійного освітлення маркуються розпізнавальним знаком на основі ПУЕ. Для проведення ремонтних робіт

встановлено мережу ремонтного освітлення. Робоча напруга мережі технічного освітлення 36 В. Живлення здійснюється від понижуючого трансформатора. Підприємство має бокове природне освітлення. Ми надамо специфікації для фактора денного світла для нашого цеху.

Таблиця 10.2

Норми коефіцієнта природної освітленості

Характеристика виконуваної зорової роботи	Найменший розмір об'єкту розпізнавання	Розряд зорової роботи	Значення I_{\min} при боковому природному освітленні
Середньої точності	0,5 – 1,0 мм	IV	1,5%

Нормуючим показником штучного освітлення є освітленість, одиницею вимірювання якої являється люкс.

Таблиця 10.3

Показк штучного освітлення

Професія	Точність зорової роботи	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Освітленість, лк
				Лампи люмінісцентні
Оператор	Середня	IV	б	100

9.8.2. Розрахунок штучного освітлення цеху пакування

Розраховуємо освітлення приміщення цеху фасування молочних продуктів на молочному заводі розмірами $A=12$ м, $B=6$ м.

1. Вибираємо освітлювач ЛСП 02-2-40-41-У4, без перфорації, з решіткою.

Умовний номер групи –3. З стартерною схемою засвічування.

Вибираємо до них лампи ЛД-40, потужність якої становить 40 Вт, напруга на лампі 103 В, струм лампи 0,43 А, світловий потік 1960 лм.

2. За галузевими нормами освітленості визначаємо мінімальну штучну освітленість цеху пакування.

Характер робіт і найменший розмір об'єкту розрізнення – від 5мм. Розряд робіт –

6. Найменша освітленість при газорозрядних лампах – 100 лк.

3. Для визначення коефіцієнта використання світлового потоку освітлювальної установки знайдемо індекс приміщення:

$$i = \frac{a \cdot b}{H_p \cdot (a + b)} = \frac{12 \cdot 6}{2,5 \cdot (12 + 6)} = 1,6.$$

де а,в –відповідно ширина і довжина цеху ;

H_p –висота підвішування світильників над робочою поверхнею.

4. Знаходимо η , коефіцієнт використання світлового потоку освітлювальної установки. При цьому коефіцієнти відбиття стелі $r_{\text{стелі}}$ та стін $r_{\text{стіл}}$ вибираємо виходячи з конкретних умов.

$r_{\text{стелі}}=70\%$, $r_{\text{стіл}}=50\%$, відповідно $\eta = 0,448$.

5. Знаходимо кількість ламп n , необхідну для забезпечення мінімальної потужності:

$$n = \frac{E \cdot S \cdot k \cdot z}{F \cdot \eta} = \frac{100 \cdot 72 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{1960 \cdot 0,448} = 13,5.$$

де, E – мінімальна норма освітленості, лк ;

S - площа приміщення, m^2 ;

k – коефіцієнт запасу, який враховує старіння ламп, запиленість та забруднення світильників;

z - поправочний коефіцієнт, що характеризує нерівномірність освітлення (приймається 1,1...1,2);

F - світловий потік однієї лампи, лм.

Приймаємо кількість ламп 14.

6 . Знаходимо кількість світильників :

$$N = \frac{n}{n_c} = \frac{14}{2} = 7 \text{ шт.}$$

n_c - число ламп в світильнику.

7 . За фактичною кількістю світильників та ламп у приміщенні, їх типом, конструкцією знаходимо розрахункову освітленість:

$$E = \frac{F \cdot \eta \cdot n}{S \cdot K \cdot z} = \frac{1960 \cdot 0,448 \cdot 14}{72 \cdot 1,5 \cdot 1,1} = 103,5 \text{ лк.}$$

Що більше допустимо мінімального 101,5 >100 .

9.9. Шум

Одним з найпоширеніших негативних факторів, що впливають на людину, є шум. Це завдає великої шкоди здоров'ю людей та виробничій діяльності.

Внаслідок втоми від шуму збільшується кількість помилок у роботі, підвищується ризик травматизму, знижується продуктивність праці. Джерела шуму на лінії : двигуни, рулонотримач, пневмоприводи, ножі.

Допустимі рівні шуму на робочих місцях регламентуються у відповідності з ДСТУ Б А.3.2-3:2009“Шум. Загальні вимоги техніки безпеки ”.

Найбільш поширеним методом боротьби з шумом є зменшення його в джерелах виникнення. З цією метою приймаються наступні заходи:

- по можливості провести заміну ударної взаємодії деталей на безударні; проведення статичного та динамічного зрівноважування і

- балансування;
- звукоізоляція огорожуючих конструкцій;
- своєчасна заміна підшипників;
- змащення деталей, що труться та ударяються спеціальними мастилами ;

На молочних заводах вимірювання рівнів шуму на робочих місцях повинні проводитися не менше ніж 1 раз на рік.

9.10 Вібрація

Вібрація — це механічні коливання машин, механізмів та їх вузлів.

Колівання навколишнього повітря з частотою до 20 Гц називаються інфразвуком. Його джерелом є вентилятори, компресорні агрегати, усі машини та механізми, що повільно коливаються. Гігієнічне нормування вібрацій передбачає встановлення найбільш допустимих рівнів віброшвидкості. Основними нормативними документами з охорони праці стосовно вібрації є ДСТУ 12.1.012:2008 та ДСН 3.3.6.039-99.

Вібрація поділяється на три види за джерелами виникнення: транспортну, транспортно-технологічну та технологічну. Основними засобами захисту є:

- зменшення вібрації в джерелі її виникнення і розповсюдження;
- зменшення шляхом переводу енергії механічного коливання в інші види енергії;
- лікувально-профілактичні заходи;
- індивідуальні засоби (антивібраційні рукавиці та взуття).

9.11. Побутові приміщення

Побутові приміщення на підприємстві повинні відповідати вимогам СН 245-71, СНІП 2.09.04-87. Вони розташовані в головному корпусі, на другому

поверсі. Підлога в побутових приміщеннях повинна бути вологозахищена. Цех обладнаний душовими, гардеробами, кімнатою для сушіння робочого одягу. На підлозі гардеробу гумові килимки, а в душовій – дерев'яні сходи. Всі виробничі будівлі та споруди два рази на рік (навесні та восени) підлягають технічному огляду комісією, яку призначає начальник виробництва.

9.12. Вентиляція

Під вентиляцією розуміють комплекс заходів і засобів, спрямованих на забезпечення відповідності метеорологічних умов і чистоти повітря гігієнічним і технічним вимогам робочих місць і приміщень обслуговування промислових підприємств. Основним завданням вентиляції є видалення з приміщення забрудненого, вологого або нагрітого повітря та подача чистого свіжого повітря.

Вентиляція повітря працюючої зони цеха повинно відповідати вимогам ДСТУ 12.2.061:2009 . В цеху передбачена припливно-витяжна вентиляція з механічним та природнім рухом повітря. Місцева витяжка проводиться від центрифуг за допомогою центробіжних вентиляторів.

9.13. Заходи з електробезпеки

Щоб захистити працівників від дії електричного струму слід використовувати засоби та методи захисту, передбачені „Правилами улаштування електроустановок” (ПУЕ) та „Правилами техніки безпеки електроустаткування споживачів”

Робоча напруга машини становить 380 В, а промислова частота струму - 50 Гц. Приміщення, в якому встановлена фасувальна машина, за класифікацією ПУЕ відноситься до зон середньої небезпеки (підготовка і пакування рідин відбувається з виділенням конденсату в повітря, що забезпечується різкими перепадами температури). При роботі з пакувальними машинами основними заходами електробезпеки є:

- Заземлення, використовується для зниження напруги відносно землі до безпечного рівня;
- ізоляція струмопровідних частин або відокремлення їх від інших частин шарами діелектрика;
- Використання захисних огорожень у вигляді міцних кожухів і чохлів.
- Ремонт і технічне обслуговування машини можна проводити тільки при вимкненому живленні.

Машина для упаковки харчових рідин оснащена ручним аварійним вимикачем, а також системою автоматичного блокування та автоматичним вимикачем.

Основними заходами захисту на виробництві від ураження електричним струмом на ділянці експлуатації лінії є:

- 1) Забезпечення недоступності струмоведучих частин, що знаходяться під напругою (розташування їх на недоступній висоті), для випадкового торкання; $n=2,5$ м.
- 2) Використання захисних кожухів, спеціальних знаків небезпеки для попередження людей про наявність високих температур, можливість ураження електричним струмом тощо (кожній небезпеці відповідає свій попереджувальний знак).
- 3) Організування безпечної експлуатації електрообладнання, а перед початком роботи перевірка установки та проведення пробного пуску спеціалістом.

4) Усунення небезпеки при наявності напруги в корпусах, кожухах та інших частинах електрообладнання, що досягається застосуванням захисного занулення, подвійної ізоляції.

Електростатика — це процес утворення та розділення зарядів у просторі після контакту двох матеріалів, за умови, що принаймні один із них є діелектриком. Статична електрика, що утворюється, коли точки контакту двох об'єктів розділені, особливо помітна в пасових передачах. Захист від статичної електрики та її небезпечних наслідків слід здійснювати в двох напрямках: шляхом усунення заряду або зниження його до безпечного значення.

Незалежно від того, заземлено все технічне обладнання чи ні, машини повинні бути заземлені як мінімум у двох місцях. Крім того, щоб зменшити статичну електрику, плоскі паси конвеєра слід замінити на клинопасові.

9.14. Заходи з пожежної безпеки

Приміщення, в якому здійснюється фасування і пакування йогурту належить за вибухопожежонебезпекою до категорії Д згідно з нормами технологічного проектування ОНТП24-86

Цех обладнаний автоматичною системою пожежної сигналізації згідно з стандартами ISO№3941-77 та необхідною кількістю первинних засобів пожежогасіння.

У виробничих приміщеннях усі двері відчиняються у напрямку виходу з приміщення. Розроблені плани евакуації, у всіх будівлях є протипожежні щити та вогнегасники. Також є два аварійних виходи з природним освітленням та аварійне освітлення. Шляхи евакуації не повинні проходити через вибухонебезпечні зони, де розташовані виробництва класу А та В. При необхідності одним з шляхів евакуації може бути вікно з пожежною драбиною або сходи, що ведуть у двір.

Для безпечної експлуатації автомату Ж7-ДНТ-2 по пожежній безпеці висуваються наступні вимоги:

- Дотримання режиму роботи верстата відповідно до паспортних даних і технічного регламенту;
- Обладнати машину пристроями для запобігання накопиченню статичної електрики;
- Дотримуватись термінів своєчасного змащування відповідним мастильним матеріалом відповідно до технічних характеристик автомата, щоб не допустити підвищення температури підшипників;
- Своєчасно проводити огляди, профілактичні випробування та планово-профілактичні роботи. До первинних засобів пожежегасіння відносять:
 - Крани з пожежними гідрантами і рукавами;
 - Вогнегасники (для гасіння невеликих ділянок загоряння при відключеному електрообладнанні застосовують вуглекислотні вогнегасники ВУ-5 (2 шт.). Для гасіння включених електромереж застосовують порошкові вогнегасники ВП-10 (1 шт.));
 - Бочки з водою;
 - Багри, ломи.

Висновки і пропозиції

У цьому розділі розглядаються шкідливі виробничі фактори, які можуть виникнути при реалізації даного проекту, та вказуються їх допустимі норми.

Пропозиції щодо покращення умов праці:

- обладнати техніку запобіжними та сигнальними пристроями (світловими або звуковими);

- Розвісити інструкції з експлуатації біля обладнання, що експлуатується;
- відгородити всі рухомі та струмоведучі частини машини та пофарбувати огорожу в червоний колір;
- стрілками вказати напрямок руху обертових частин машини;
- Вивісити план евакуації виробничого персоналу на видному місці на випадок надзвичайної ситуації.

ВИСНОВКИ

У данній кваліфікаційній роботі було модернізовано автомат для фасування йогурту в полістиролові стаканчики. Після проведеної модернізації та за її результатами були зроблені такі висновки:

1. Проведений аналіз технологічного обладнання для фасування в'язких харчових продуктів, та визначено переваги та недоліки кожної конструкції.
2. Запропоновано і проведено модернізацію заміни старих електричних приводів на нові, менш енергоємні, що дало змогу зменшити енергетичні показники споживання.
3. Запропоновано і проведено модернізацію пневматичної системи, що дало можливість зменшити витрати стисненого повітря за рахунок застосування пропорційної пневматики.
4. Згідно проведених розрахунків удосконалено конструкцію дозатора, підібрано комплектуючі системи керування та виконавчий механізм у вигляді пневмоциліндра, що дозволило збільшити точність дозування йогурту.
5. За результатами модернізації, удосконалений автомат має такі технічні характеристики: продуктивність 60 ст/хв (в порівнянні з 50 ст/хв), загальна потужність автомата 2,25 кВт (в порівнянні з 3,3 кВт), тиск магістрального повітря 0,5 МПа (в порівнянні з 0,6 МПа) .

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимчук М.В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Якимчук П.М.	<i>Назва, додаткова назва</i> Висновок	192009.КР.01.000. ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В		<i>Інд.змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> Укр	<i>Аркуш</i> 114

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технологічне обладнання харчових виробництв (Електронний ресурс): методичні рекомендації до виконання курсового проєкту для здобувачів освітнього ступеня „Бакалавр” спеціальності 133 „Галузеве машинобудування” освітньо-професійної програми „Інжиніринг харчових та біотехнічних виробництв” денної та заочної форми навчання / В.Л. Яровий, Р.Л. Якобчук, Д.М. Люлька, - К.:НУХТ, 2021.—39с
2. Богомолів, О. В. Курсове та дипломне проектування обладнання переробних і харчових підприємств : навч. посібник / О. В. Богомолів, П. В. Гурський, В. П. Богомоліва. – Харків : Еспада, 2005. – 432 с.
3. Єресько, Г. О. Технологічне обладнання молочних виробництв : навч. посібник / Г. О. Єресько, М. М. Шинкарик, В. Я. Ворощук. – Київ : Інкос, Центр навчальної літератури, 2007. – 344 с
4. Інноваційне обладнання молокопереробних підприємств : підручник / І. Г. Бабанов, О. М. Гавва, О. І. Бабанова, І. В. Житнецький, С. П. Ястреба - Київ : ІНКІОС, 2019. - 718 с.
5. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва : навч. посібник. Ч. 1 / П. С. Берник, З. А. Стоцько, І. П. Паламарчук [та ін.]. – Львів : Львівська політехніка, 2004. – 336 с.
6. Монтаж, експлуатація, діагностика та ремонт обладнання м'ясопереробних підприємств : підручник / І. Г. Бабанов, , О. М. Гавва, , О. І. Бабанова [та ін.] ; Нац. ун-т харч. технол. - Київ : Сталь, 2015. - 600 с
7. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості : підручник / В. Г. Мирончук, І. С. Гулий, М. М. Пушанко [та ін.] ; за ред. В. Г. Мирончука. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Вінниця : Нова книга, 2007. – 648 с.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимчук М.В	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Якимчук П.М.	<i>Назва, додаткова назва</i> Список використаної літератури		192009.КР.01.000. ПЗ		
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В	<i>Інд.змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> Укр	<i>Аркуш</i> 115	

8. Пакувальне обладнання : підручник / О. М. Гавва, А. П. Беспалько, А. І. Волчко, О. О. Кохан. – Київ : Упаковка, 2010. – 744 с.
9. Процеси і апарати харчових виробництв : приклади і задачі : навч. посібник / І. Ф. Малежик, П. М. Немирович, В. Л. Зав'ялов [та ін.] ; за ред. І. Ф. Малежика. – Київ : НУХТ, 2015. – 386 с.
10. Процеси і апарати харчових виробництв. Курсове проектування : навч. посібник / І. Ф. Малежик, О. С. Марценюк, Л. М. Мельник [та ін.] ; за ред. І. Ф. Малежика. – Київ : НУХТ, 2012. – 543 с
11. Рвачов, В. В. Технологічне обладнання харчових виробництв. (Механічне обладнання) : навч. посібник / В. В. Рвачов. - Одеса : АстроПринт, 2001. - 320 с.
12. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості : навч. посібник / В. Г. Мирончук, Л. О. Орлов, А. І. Українець [та ін.] ; Нац. ун-т харч. технол. – Вінниця : Нова книга, 2004. – 288 с.
13. Тепломасообмінні процеси та обладнання переробного та харчового виробництва : навч. посібник / І. П. Паламарчук, П. С. Берник, З. А. Стоцько [та ін.]. – Львів : Бескид, 2006. – 368 с.
14. Устаткування підприємств харчування. Курсове проектування : навч. посібник / О. І. Черевко, Г. В. Дейниченко, Н. О. Афукова [та ін.] ; Харків. держ. ун-т харч. і торг. - 2-ге вид., перероб. і доп. - Харків : Факт, 2011. - 256 с.
15. Купчик М. П., Гандзюк М. П. та ін. Охорона праці. Лабораторний практикум. Для студентів вищих закладів освіти України. К., Основа, 1998, 224с
16. Методичні вказівки до розробки економічної частини дипломного проекту для студентів спеціальності 17.06 (експлуатаційники) денної та заочної форм навчання / Упор. В. К. Костюк, О. С. Вовченко, Ю. М. Жовніров, П. С. Сапун. К.: УДУХТ, 1994. – 32с.
17. Гавва О.М. Пакувальне обладнання. Обладнання для пакування продукції у споживчу тару / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко. — К. : ІАЦ Упаковка, 2008. – 436 с.

18. Моделювання процесів пакування : підручник / А.І. Соколенко, В.Л. Яровий, О.Ю. Шевченко та ін. – Вінниця : Нова книга, 2004. – 271 с.
19. Пальчевський Б.О. Автоматизація технологічних процесів (виготовлення і пакування виробів) : навч. посіб. / Б.О. Пальчевський. – Львів : Світ, 2007. – 392 с.
20. Пальчевский Б.О. Основи САПР пакувального обладнання : навч. посіб./ Б.О. Пальчевский, О.А. Крестьянполь, Б.П. Валецький та ін. [За ред. проф. Б.О. Пальчевського] – Луцьк : РВВ ЛНТУ, 2008. – 160 с.
21. Якимчук М.В. Синтез машин ліній пакування та енергозбереження / М.В. Якимчук, А.І. Соколенко, К.В. Васильківський, К.В. Мудрак // Упаковка. – 2012. – № 3. – С.53-55.
22. Гавва О. М. Пакувальне обладнання. Обладнання для групового пакування : підручник / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко. — К. : ІАЦ Упаковка, 2007. — 136 с.

