


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Навчально-науковий інженерно-технічний інститут
ім. акад. І. С. Гулого

Кафедра мехатроніки та пакувальної техніки

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан
факультету)

 Сергій БЛАЖЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

« 10 » 06 2025 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

 Людмила КРИВОПЛЯС-ВОЛОДИНА
(підпис) (ім'я та прізвище)

« 10 » 06 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності

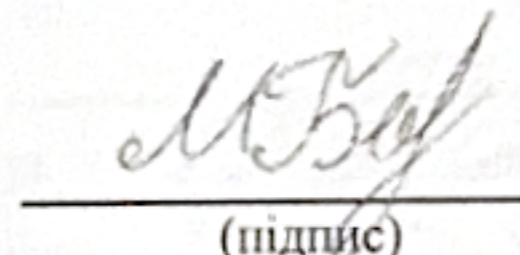
131 Прикладна механіка

(код та назва спеціальності)

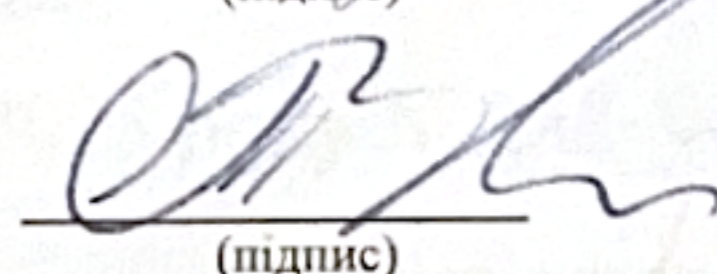
освітньо-професійної програми Прикладна механіка

на тему: **Модернізація машини-автомату для фасування в'язких харчових продуктів в упаковку типу «Doу-Pack» об'ємом 650 мл. продуктивністю до 50 уп./хв.**

Виконав: Мельничук Богдан Миколайович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)


(підпис)

Керівник: Токарчук Сергій 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)

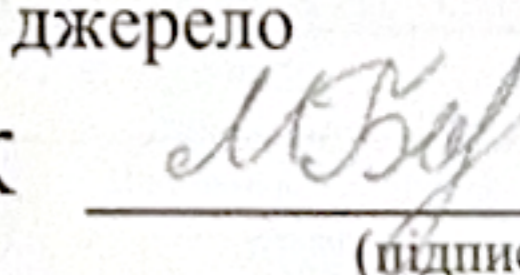
Рецензент

_____ (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 Богдан МЕЛЬНИЧУК


(підпис)

Київ - 2025р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Навчально-науковий інженерно-технічний інститут
ім. акад. І. С. Гулого

Кафедра мехатроніки та пакувальної техніки

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан
факультету)

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

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

_____ Людмила КРИВОПЛЯС-ВОЛОДИНА
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ____ » _____ 2025 р.

« ____ » _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА


зі спеціальності

131 Прикладна механіка
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Прикладна механіка

на тему: **Модернізація машини-автомату для фасування в'язких харчових продуктів в упаковку типу «Doу-Pack» об'ємом 650 мл. продуктивністю до 50 уп. _хв.**

Виконав: Мельничук Богдан Миколайович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)



(підпис)

Керівник: Токарчук Сергій 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 _____

(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 **Богдан МЕЛЬНИЧУК**



(підпис)

Київ - 2025р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулога
Кафедра мехатроніки та пакувальної техніки
Освітній ступінь Бакалавр
Спеціальність 131 “Прикладна механіка”
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Прикладна механіка
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри МПТ
Людмила КРИВОПЛЯС-ВОЛОДИНА
« ____ » _____ 2025 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Мельничука Богдана Миколайовича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація машини-автомату для фасування в'язких харчових продуктів в упаковку типу «Doу-Pack» об'ємом 650 мл. продуктивністю до 50 уп. хв.

Керівник роботи Токарчук Сергій Володимирович, доц. к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « ____ » _____ 2025 року № _____

2. Строк подання здобувачем роботи _____

3. Вихідні дані до роботи: Тип продукції, що фасується: в'язкі харчові продукти (соуси, джеми, паштети тощо). Тип пакування: гнучка споживча тара типу «Doу-Pack» з об'ємом 650 мл. Необхідна продуктивність: до 50 упаковок на хвилину.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити).
Вступ. Анотація. Поточний стан питання, аналіз літературних джерел та формулювання завдань. Огляд та аналіз конструкцій обладнання. Техніко-економічне обґрунтування проекту. Конструкція та принцип дії машини. Розробка циклограми роботи автомата. Розрахункова частина. Технологічний маршрут виготовлення зубчастого колеса. Охорона праці; Висновки; Список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу

Загальний вигляд обладнання – 1 лист; Розрізи, Складальні одиниці обладнання – 3 листи; Технологія машинобудування – 1 лист.

6. Консультанти розділів роботи


Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Тех. маш.	Бойко Юрій Іванович		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вступ	01.04.2025	
2.	Поточний стан питання, аналіз літературних джерел та формулювання завдань	03.04.2025	
3.	Техніко-економічне обґрунтування проєкту	05.04.2025	
4.	Конструкція та принцип дії машини	13.04.2025	
5.	Розробка циклограми роботи автомата	17.04.2025	
6.	Розрахунок поршневого дозуючого пристрою та пластинчастого конвеєра	22.04.2025	
7.	Технологія виготовлення зубчастого колеса	25.04.2025	
8.	Охорона праці	10.05.2025	
9.	Висновки	15.05.2025	
10.	Список використаної літератури	18.05.2025	
11.	Зміст	20.05.2025	
12.	Анотація	21.05.2025	
13.	Подача КР на кафедрі	27.05.2025	

Здобувач освіти



(підпис)

Богдан МЕЛЬНИЧУК
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Сергій ТОКАРЧУК
(ім'я та прізвище)

ЗМІСТ

ЗМІСТ	3
ВСТУП	4
АНОТАЦІЯ.....	6
1. ПОТОЧНИЙ СТАН ПИТАННЯ, АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ФОРМУЛЮВАННЯ ЗАВДАНЬ	8
1.1. Огляд та аналіз конструкцій обладнання, призначеного для пакування харчових продуктів у пакети типу дой-пак.....	8
2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ	22
3. КОНСТРУКЦІЯ ТА ПРИНЦИП ДІЇ МАШИНИ.....	23
4. РОЗРОБКА ЦИКЛОГРАМИ РОБОТИ АВТОМАТА.....	27
5. РОЗРАХУНОК ПОРШНЕВОГО ДОЗУЮЧОГО ПРИСТРОЮ ТА ПЛАСТИНЧАСТОГО КОНВЕЄРА.	29
5.1. Розрахунок поршневого дозуючого пристрою	29
5.2 Вибір пневмоциліндрів згідно з основними технологічними параметрами.....	31
5.3 Розрахунок діаметра мірного циліндра	32
5.4 Розрахунок витрати стисненого повітря	33
5.5 Розрахунок пластинчастого конвеєра.....	34
5.6 Розрахунок об'єму завантажувального бункера.....	36
5.7 Розрахунок циклічної витрати енергії	36
5.8 Розрахунок маси рухомих частин	37
5.9 Визначення температурного режиму зварювання.....	37
5.10 Оцінка ресурсу вузлів за кількістю циклів.....	38
6.ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗУБЧАСТОГО КОЛЕСА	40
6.1.Вибір деталі та матеріалів.....	40
6.2. Розрахунок припусків.....	42
6.3. Технологічний маршрут виготовлення зубчастого колеса.....	45
6.4. Розрахунок операцій.....	48
7. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	58
ВИСНОВКИ	72
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	73

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Мельничук Б.М.	Назва, додаткова назва ЗМІСТ	618 КР.01.01.000. ПЗ			
	Документ затверджено Токарчук С.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

ВСТУП

Пакування є невід'ємною складовою як продовольчих, так і непродовольчих товарів, виконуючи комплекс критично важливих функцій. Воно забезпечує збереження якості продукції, дотримання санітарних, естетичних та функціональних вимог, а також надає зручність при зберіганні, транспортуванні, реалізації та безпосередньому споживанні. Крім того, сучасна упаковка є вагомим інструментом маркетингу, що істотно підвищує конкурентоспроможність товару на ринку й одночасно захищає інтереси як виробника, так і кінцевого споживача. У світовій практиці значення споживчої упаковки часто прирівнюється до цінності самого продукту, який вона містить [2].

У випадку в'язких харчових продуктів, що характеризуються складною реологічною поведінкою, особливу роль відіграє правильний вибір форми та матеріалу пакування. Такі продукти являють собою високомолекулярні дисперсні системи, поведінка яких не підпорядковується законам Гука або Ньютона. Однак за певних умов ці системи можуть демонструвати як пружні, так і в'язкоплинні властивості, що накладає специфічні вимоги на процеси дозування і фасування.

На реологічні властивості в'язких продуктів, а отже — і на їхню фасуваність, впливають такі чинники, як температура, тиск, вологість, жирність, концентрація компонентів, а також ступінь дисперсності системи. У зв'язку з цим для таких середовищ необхідно використовувати спеціалізоване фасувальне обладнання, здатне працювати з продукцією, яка не витікає самоплином і потребує примусової подачі [6]

На сьогодні одним із найперспективніших рішень для пакування в'язких продуктів є гнучка споживча тара типу дой-пак. Вона поєднує в собі переваги герметичності, легкості, стійкості на полиці, привабливого зовнішнього вигляду та можливості багаторазового відкривання. Дой-пак витісняє інші види споживчої тари, такі як скляні та полімерні банки, пластикові пляшки, пакети з комбінованих матеріалів тощо, завдяки оптимальному співвідношенню функціональності та економічності.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i>	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> Кафедра МПТ ПМ-4-1	<i>Розробник документа</i> Мельничук Б.М.	<i>Назва, додаткова назва</i> ВСТУП	618 КР.01.01.000. ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Токарчук С.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i>

Таким чином, перехід до фасування у дой-пак упаковку для в'язких харчових продуктів є логічним етапом розвитку сучасного харчового виробництва, що потребує адаптації обладнання та процесів відповідно до специфіки продукту й вимог упаковки.

АНОТАЦІЯ

Об'єкт проектування — машина для пакування в'язких харчових продуктів у пакети типу дой-пак. Дана корисна модель належить до галузі харчової промисловості та призначена для дозування та фасування в'язких речовин у сучасну гнучку споживчу тару. За основу розробки взято відомий фасувально-пакувальний автомат, першопочатково розроблений для пакування сипких матеріалів.

Базова конструкція включає раму, на якій змонтовано [1]:

дозувальний блок (бункер і поршневий дозатор),

пакувальний блок, до складу якого входять механізм подачі пакета дой-пак, система його розкриття й фіксації, вузли заповнення й запаювання (механізми поздовжнього та поперечного зварювання),

блок керування, що забезпечує автоматизовану послідовність операцій за допомогою пневматичних та електромеханічних приводів.

У межах проекту було виконано модернізацію дозатора з метою забезпечення роботи з в'язкими продуктами різної густини та підвищення точності й стабільності дозування. Також модернізовано механізм формування упаковки, з урахуванням особливостей конструкції дой-пак пакета, включаючи зміну геометрії напрямних, захватів та вузлів запаювання. Усі зміни супроводжувалися необхідними розрахунками механічних, пневматичних та теплових параметрів роботи машини.

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки становить 73 сторінки, вона містить. Графічна частина проекту охоплює 5 листів формату А1, що включають основні складальні креслення машини, конструктивні вузли дозатора та елементи приводу механізмів фасування.

Ключові слова: модернізація, позиціонування, машина, дой-пак, безштоковий привід, упаковка, в'язкі продукти, дозатор, бункер, механізм подачі пакета, пневмоциліндр, слідкуюча система.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i>	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> Кафедра МПТ ПМ-4-1	<i>Розробник документа</i> Мельничук Б.М.	<i>Назва, додаткова назва</i> АНОТАЦІЯ	618 КР.01.01.000. ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Токарчук С.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i>

ANNOTATION

The object of the project is a machine for packaging viscous food products in doypack-type bags. This utility model belongs to the field of the food industry and is intended for dosing and packing viscous substances into modern flexible consumer containers. The design is based on a well-known filling and packaging machine originally developed for packing bulk materials.

The basic construction includes a frame on which the following are mounted: the dosing unit (comprising a hopper and a piston-type doser), the packaging unit, which consists of a doypack bag feeding mechanism, an opening and fixation system, filling and sealing units (mechanisms for longitudinal and transverse sealing), a control unit that ensures an automated sequence of operations using pneumatic and electromechanical drives.

As part of the project, the doser was modernized to enable the handling of viscous products of various densities and to improve dosing accuracy and consistency. The packaging formation mechanism was also upgraded, considering the structural features of doypack bags, including changes to the geometry of guides, grippers, and sealing components. All modifications were accompanied by the necessary calculations of the machine's mechanical, pneumatic, and thermal parameters.

The explanatory note comprises 73 pages. The graphic part of the project includes 5 A1-format sheets featuring general assembly drawings of the machine, structural units of the doser, and components of the dosing mechanism drive.

Keywords: modernization, positioning, machine, doypack, rodless actuator, packaging, viscous products, doser, hopper, bag feeding mechanism, pneumatic cylinder, tracking system.

1. ПОТОЧНИЙ СТАН ПИТАННЯ, АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ФОРМУЛЮВАННЯ ЗАВДАНЬ

1.1. Огляд та аналіз конструкцій обладнання, призначеного для пакування харчових продуктів у пакети типу дой-пак

У сучасній харчовій промисловості дедалі більшого поширення набуває використання пакетів типу дой-пак як універсального виду споживчого пакування для в'язких та рідких харчових продуктів. Завдяки своїй зручній формі, стійкості на полиці та можливості багаторазового відкривання, дой-пак витісняє традиційне пакування у м'яку полімерну плівку чи саше.

Обладнання для пакування у дой-пак характеризується складнішою конструкцією порівняно з традиційними фасувальними машинами. Це зумовлено необхідністю формування стійкої основи пакета, точного дозування продукту у вертикальному положенні та герметичного запаювання із збереженням споживчих властивостей упаковки.

Аналіз конструкцій такого обладнання дозволяє виділити основні функціональні вузли: систему формування пакета з рулонної плівки або подачі готового дой-пака, дозувальну систему, пристрої для запаювання та обрізки, а також механізми маркування й нанесення термодати. Особлива увага приділяється точності дозування в'язких продуктів та якості запаювання, що забезпечують тривалий термін зберігання і привабливий вигляд пакування [7].

В огляді літературних джерел розглядаються сучасні технічні рішення, що застосовуються в лініях пакування у дой-пак, зокрема варіанти горизонтального та вертикального компонування обладнання, типи клапанів, технології запаювання з можливістю створення «зіп-замка» та інші інновації.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Мельничук Б.М.	Назва, додаткова назва ПОТОЧНИЙ СТАН ПИТАННЯ, АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ТА	618 КР.01.01.000. ПЗ			
	Документ затверджено Токарчук С.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

На сучасних підприємствах харчової промисловості доцільним є впровадження автоматизованих систем для фасування в'язких продуктів у споживчу тару нового покоління — пакети типу дой-пак. Актуальні тенденції розвитку виробництва в цій галузі спрямовані на забезпечення кінцевого споживача продукцією у зручному, ергономічному та привабливому пакуванні. Використання дой-паків дозволяє забезпечити не лише естетичність зовнішнього вигляду, а й зручність у зберіганні, транспортуванні та подальшому використанні продукції. Такий тип упаковки також надійно захищає вміст від впливу зовнішнього середовища, що особливо важливо для збереження якості в'язких харчових продуктів.

З огляду на те, що процес пакування таких продуктів є складним, трудомістким та часто вимагає багато ручної праці, особливу увагу приділяють автоматизації та механізації пакувальних операцій. Автоматизовані фасувально-пакувальні комплекси, адаптовані під дой-пак пакети, дозволяють значно знизити людський фактор, підвищити продуктивність, зменшити втрати продукту та забезпечити стабільну якість пакування.

Більшість продуктів, які фасуються у дой-пак (наприклад, соуси, майонези, джеми, креми тощо), є складними багатокомпонентними дисперсними системами. Їхня реологічна поведінка є нетривіальною: вони не підкоряються класичним законам Гука чи Ньютона. Залежно від умов, такі продукти можуть проявляти як пружні, так і в'язкоплинні властивості, що ставить додаткові вимоги до точності та адаптивності дозувального обладнання, яке використовується в дой-пак лініях [11, 12].

Високомолекулярні дисперсні системи, які зазвичай зустрічаються у харчовій промисловості, умовно поділяють на дві основні групи: рідкоподібні та твердоподібні, між якими існують поступові переходи. Одним із ключових параметрів, що характеризує стан таких систем, є в'язкість (або її обернена характеристика — плинність). На в'язкість впливають чинники, такі як температура, тиск, вологість або жирність продукту, концентрація компонентів та ступінь дисперсності [17].

Для аналізу поведінки в'язких продуктів у процесі дозування та пакування використовують криві витікання (реограми), які демонструють залежність між напруженням зсуву та швидкістю деформації в умовах простого зсуву. До в'язких харчових продуктів зазвичай відносять такі, як сметана, майонез,

кетчуп, томатна паста, згущене молоко та подібні, які мають високий опір плинуну. Через це вони не здатні самостійно витікати крізь вузькі дозувальні отвори під дією сили тяжіння або власної маси, особливо в умовах вертикального пакування. У зв'язку з цим фасування таких продуктів у пакети типу дой-пак потребує використання спеціалізованих дозаторів із примусовою подачею продукції – за допомогою поршневих, шестеренчастих або роторних механізмів [3].

Дой-пак як форма споживчої упаковки має переваги перед традиційними видами тари (скляні банки, полімерні пляшки, пакети з комбінованих матеріалів) завдяки своїй зручності, герметичності, привабливому дизайну та економічності транспортування. Саме тому зростає потреба в розробці та удосконаленні машин, здатних ефективно фасувати в'язкі продукти у такі пакети.

Незважаючи на різноманіття типів споживчої тари, конструктивні принципи дозувальних і фасувальних пристроїв залишаються подібними, а їхнє вдосконалення здійснюється з урахуванням особливостей реології продукту та геометрії упаковки. З метою підвищення ефективності фасування у дой-пак доцільним є проведення класифікації типових схем дозувальних та фасувальних механізмів, що дозволить визначити найоптимальніші з точки зору енергозатрат, точності дозування та надійності роботи.

Прикладом обладнання, яке може бути адаптоване до роботи з дой-пак упаковкою, є напівавтоматичний дозатор УФП-25ПА-Д виробництва фірми "Баленко" [19]. Він призначений для роботи з широким спектром в'язких речовин, зокрема спиртовими розчинами, кетчупом, майонезом, ефірними оліями тощо. Дозування в межах 5–50 мл та продуктивність до 20 доз/хв дозволяють інтегрувати його у фасувальні лінії середньої потужності, в тому числі з можливістю фасування у готові дой-паки.

Технічні характеристики дозувального обладнання для фасування у дой-пак упаковку

- Діапазон дозування: 5–50 мл
- Точність дозування: $\pm 1\%$

- Встановлена потужність: 0,1 кВт
- Параметри стисненого повітря: тиск 6 кгс/см²



Представлене обладнання — це напівавтоматичний дозатор, призначений для фасування рідких та пастоподібних харчових продуктів, зокрема майонезу, соусів, гелів, кремів тощо, у споживчу тару типу дой-пак. Завдяки компактним розмірам, невисокому енергоспоживанню та високій точності дозування, ця машина може ефективно застосовуватися як у малих виробництвах, так і у складі модульних пакувальних ліній.

Основною перевагою даної машини для фасування у пакети типу дой-пак є її компактні габаритні розміри, що значно полегшує інтеграцію обладнання в існуючі технологічні лінії, особливо на підприємствах з обмеженим виробничим простором. Конструкція дозволяє швидко переналагоджувати машину для роботи з різними типами дой-пак упаковок, що підвищує універсальність і гнучкість виробництва.

Разом з тим, до недоліків обладнання можна віднести відкриті виконавчі механізми, що ускладнює підтримку високого рівня гігієни на фасувальній ділянці. Крім того, відсутність інтегрованого електронного блоку керування знижує ступінь автоматизації процесу: управління здійснюється механічно

за допомогою ножної педалі, що потребує безпосередньої участі оператора на кожному циклі дозування.

Ще одним важливим аспектом, який слід враховувати, є підвищений ризик потрапляння сторонніх речовин у продукт під час фасування — за умови, якщо в приміщенні не дотримуються належні санітарно-гігієнічні вимоги. Це особливо критично при фасуванні продукції в дой-пак, оскільки така упаковка часто не передбачає подальшої стерилізації після запаювання.

Напівавтоматичний дозатор УФП-25ДПА виробництва фірми "Баленко"

Напівавтоматичний дозатор моделі УФП-25ДПА призначений для фасування широкого спектру в'язких та рідких харчових продуктів у споживчу тару типу дой-пак. Завдяки своїй конструкції дозатор забезпечує точне та стабільне дозування таких продуктів, як сік, кефір, сметана, кетчуп, йогурт, томатна паста, маргарин, пастоподібні паштети тощо.

Обладнання здатне працювати з різними по консистенції середовищами та легко адаптується до специфіки кожного з них, що робить його універсальним рішенням для фасування у дой-пак. Продуктивність машини становить до 25 доз за хвилину, що дозволяє ефективно використовувати її як на малих, так і на середніх виробничих потужностях, з можливістю інтеграції у модульні лінії.



Технічні характеристики дозатора УФП-25ДПА для фасування у дой-пак упаковку

- Діапазон дозування: 5–50 мл
- Точність дози: $\pm 1\%$
- Встановлена потужність: 0,1 кВт
- Робочий тиск стисненого повітря: 6 кгс/см²

Цей дозатор відзначається компактними габаритами, що робить його зручним для інтеграції в існуючі технологічні лінії фасування, зокрема для напівавтоматичного пакування у пакети типу дой-пак. Завдяки універсальній конструкції машина швидко переналаштовується для роботи з різними форматами упаковки та типами в'язких продуктів — від сметани до пастоподібних паштетів.

Основною перевагою є простота конструкції й мобільність, що дозволяє використовувати її як окремий вузол або в складі комплексної пакувальної системи. Водночас слід враховувати і недоліки: відкриті виконавчі механізми ускладнюють санітарне обслуговування, а відсутність

автоматизованого керування — знижує ступінь автономності процесу, оскільки запуск дози здійснюється вручну за допомогою педалі.

Крім того, за недостатньо контрольованих санітарних умов в зоні пакування існує ризик потрапляння сторонніх домішок у продукт. Для забезпечення високих стандартів безпеки харчової продукції в дой-пак упаковці, необхідно суворо дотримуватись санітарно-гігієнічних вимог у виробничому середовищі.

Автоматична машина УФП-25Д А виробництва фірми "Баленко"

Автоматична фасувальна машина моделі УФП-25Д А призначена для точного дозування та герметичного пакування рідких і пастоподібних харчових продуктів у пакети типу дой-пак. Завдяки повній автоматизації процесу обладнання забезпечує високу стабільність роботи та мінімізує потребу в ручному втручанні оператора.

Машина дозволяє ефективно працювати з продуктами різної консистенції — від рідких (соки, соуси, кефір) до густих (майонез, сметана, томатна паста), що робить її універсальним рішенням для пакування у дой-пак. Продуктивність пристрою досягає 25 доз за хвилину, що відповідає потребам як середніх, так і великих підприємств харчової промисловості.



Технічні характеристики автоматичної машини УФП-25Д А для фасування у дой-пак упаковку

- Межі дозування: від 0,05 до 0,5 л
- Ємність завантажувального бункера: 40 л
- Параметри живлення:

Напруга — 220 В

Частота — 50 Гц

Потужність — 0,4 кВт

- Параметри стисненого повітря:

Тиск — 6 кгс/см²

Витрата — 480 л/хв

- Габаритні розміри установки

Довжина — 1600 мм

Ширина — 600 мм

Висота — 1800 мм

- Маса: 180 кг

Обладнання також може бути адаптоване для роботи з іншими типами споживчої тари, однак основний акцент зроблено на фасування у пакети типу дой-пак, з урахуванням сучасних вимог до зручності використання, компактності тари та її захисних властивостей.

Основною перевагою машини є її компактні розміри, що значно полегшує інтеграцію у наявні технологічні лінії, а також забезпечує гнучкість розташування у виробничому просторі. Завдяки модульності конструкції,

обладнання легко переналаштовується для роботи з різними об'ємами дозування і форматами дой-пак упаковки.

До недоліків слід віднести відкритий виконавчий механізм (дозуючий пристрій), що потребує особливої уваги до санітарної обробки. Ще один ризик полягає в можливому потраплянні сторонніх речовин у продукт за відсутності належних умов гігієни на виробництві. Це особливо критично при фасуванні у дой-пак, який часто не передбачає додаткову термічну обробку після пакування.

Об'ємно-поршневий дозатор ДОП 1000 для фасування у дой-пак упаковку

Дозатор об'ємно-поршневого типу моделі ДОП 1000.

Принцип роботи базується виключно на пневматичних елементах, що дозволяє використовувати дозатор в умовах, де немає доступу до електроживлення або де важливе дотримання високого рівня безпеки (наприклад, у вологих зонах або в середовищі з агресивними парами).

Технічні характеристики:

- Ступінь автоматизації: напівавтоматичний
- Тип: професійна
- Діапазон дози: від 200 до 1000 мл
- Продуктивність: до 720 доз/год (при фасуванні води)
- Точність дозування: $\pm 1,5\%$
- Т спокійні, пінисті, агресивні та неагресивні рідини
- Робочий тиск стисненого повітря: 6–10 бар
- Витрата стисненого повітря: до 65 л/хв

- Маса: до 1000 гр.

ДОП 1000 може використовуватись для фасування широкого асортименту продуктів, включаючи рідкі харчові вироби, косметику, мийні засоби тощо. Його застосування для пакування у дой-пак особливо зручне завдяки стабільному об'єму дози, плавності ходу поршня та можливості налаштування швидкості подачі залежно від густини продукту.

Це обладнання — оптимальне рішення для малих та середніх виробництв, які прагнуть реалізувати свою продукцію в сучасній, функціональній та естетично привабливій упаковці типу дой-пак.



Головною перевагою об'ємно-поршневого дозатора ДОП 1000 є його компактні габарити, що значно полегшують інтеграцію в наявні виробничі ділянки, зокрема у фасувальні модулі, орієнтовані на пакування продукції в день. Його конструкція передбачає швидке переналагодження для роботи з різними типами тари та об'ємами дозування, що дозволяє адаптувати обладнання до різних виробничих потреб.

Водночас, до недоліків можна віднести відкритий виконавчий механізм (дозуючий пристрій), який потребує ретельного санітарного обслуговування та підвищеної уваги до умов експлуатації. Ще одним важливим аспектом є потенційний ризик мікробіологічного або хімічного забруднення продукту, якщо в приміщенні не забезпечено належного рівня чистоти згідно з санітарно-гігієнічними нормами. Для продукції, що фасується у дой-пак і зазвичай не проходить додаткову стерилізацію після пакування, дотримання таких вимог є особливо критичним.

Висновок.

Поршневі дозатори отримали широке розповсюдження в харчовій промисловості завдяки своїй універсальності та придатності для фасування широкого спектру продуктів, зокрема у пакети типу дой-пак. У таких дозаторах ключовим робочим елементом є поршень, рух якого виконує дві основні функції: створює розрідження у мірній камері для всмоктування продукту з бункера або ж здійснює нагнітання для його видавлювання в упаковку.

Поршневі дозатори мають низку суттєвих переваг:

- простота конструкції та монтажу,
- можливість оперативної зміни об'єму дози в межах заданого діапазону,
- герметичність мірної камери, що є критично важливою при роботі з дой-пак упаковками, які не допускають втрат продукту або порушення герметичності під час фасування

Об'єм дози визначається параметрами мірного циліндра — його поперечним перерізом та довжиною ходу поршня. Точність дозування залежить від цілого комплексу чинників: рівномірності подачі продукту до мірної камери, точності механізму ходу поршня, конструкції запірної арматури, а також геометрії поршня й перехідної втулки.

Разом із тим, поршневі дозатори мають і певні недоліки:

- поступове зношування ущільнень поршня,
- можливість залишку частини продукту в дозувальній камері, що може бути критичним при фасуванні густих в'язких середовищ у дой-пак,
- обмежена продуктивність у порівнянні з роторними або шестеренчастими системами дозування.

З урахуванням зазначених переваг і недоліків, доцільним є використання поршневих дозаторів з пневматичним приводом, які забезпечують стабільну роботу, плавність ходу та точність дозування — що є особливо важливим при фасуванні продукції у сучасну споживчу тару, таку як дой-пак.

2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ

Завданням цієї дипломної роботи є модернізація пакувальної машини, призначеної для фасування в'язких харчових продуктів, з урахуванням переходу на споживчу тару типу дой-пак. Проектна продуктивність модернізованого обладнання становить 50 упаковок за хвилину об'ємом 650 мл.

За основу дипломного проєкту обрано обладнання, яке спочатку було призначене для пакування сипких продуктів у дой-пак. Метою є адаптація та вдосконалення механізмів дозування, формування тари та герметизації відповідно до технологічних вимог фасування в'язких продуктів у дой-пак, що потребує змін у конфігурації вузлів дозування, системи подачі пакета та пристроїв термозапаювання.

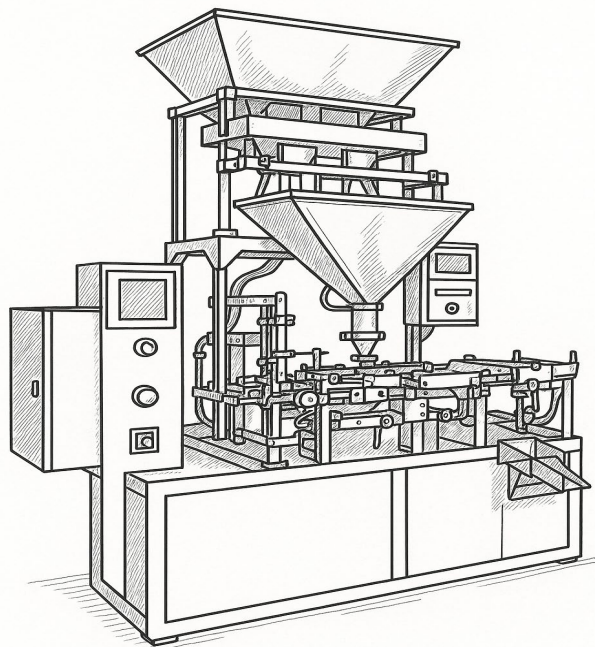


Рис. 2.1. Автомат для дозування та пакування сипкої продукції у пакети типу дой-пак.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Мельничук Б.М.	Назва, додаткова назва ТЕХНІКО- ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАНН Я ПРОЄКТУ	618 КР.01.01.000. ПЗ			
	Документ затверджено Токарчук С.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

Опис конструкції пакувальної машини

Машина призначена для автоматизованого дозування та пакування сипких харчових або технічних речовин у пакети, виготовлені з полімерної рукавної стрічки. Конструкція включає такі основні функціональні вузли:

Основа (стіл) з установленими на ній завантажувальним бункером і вивантажувальною лійкою;

Дозувальний механізм роторного типу, оснащений мірними комірками, розміщеними по колу з фіксованим кроком;

Рукавоутворювач із трубою, крізь яку здійснюється подача продукту в пакувальний матеріал;

Механізм протягування пакувального рукава, що забезпечує переміщення плівки до зони зварювання;

Узгоджені механізми зварювання поперечних та поздовжніх швів, які формують герметичну упаковку;

Блок керування, що відповідає за налаштування режимів роботи та контроль параметрів процесу.

Удосконалення та новизна

У результаті модернізації машини досягнуто підвищення її універсальності та продуктивності шляхом удосконалення ключових компонентів:

Замість роторного дозатора застосовано поршневий дозатор з двома мірними циліндрами, що дає змогу точно регулювати обсяг дози, адаптувати машину до різних видів продукції та підвищити загальну швидкодію;

Для зручності транспортування готових пакетів до конструкції включено транспортер, який автоматично відводить упаковану продукцію;

Як запірну арматуру застосовано кульовий кран, що забезпечує надійне перекриття потоку дозованого продукту та простоту обслуговування

Завдяки вищезазначеним технічним рішенням машина стала придатною для роботи з ширшим асортиментом сипких продуктів, забезпечила гнучкість у переналаштуванні та знизила витрати на обслуговування.

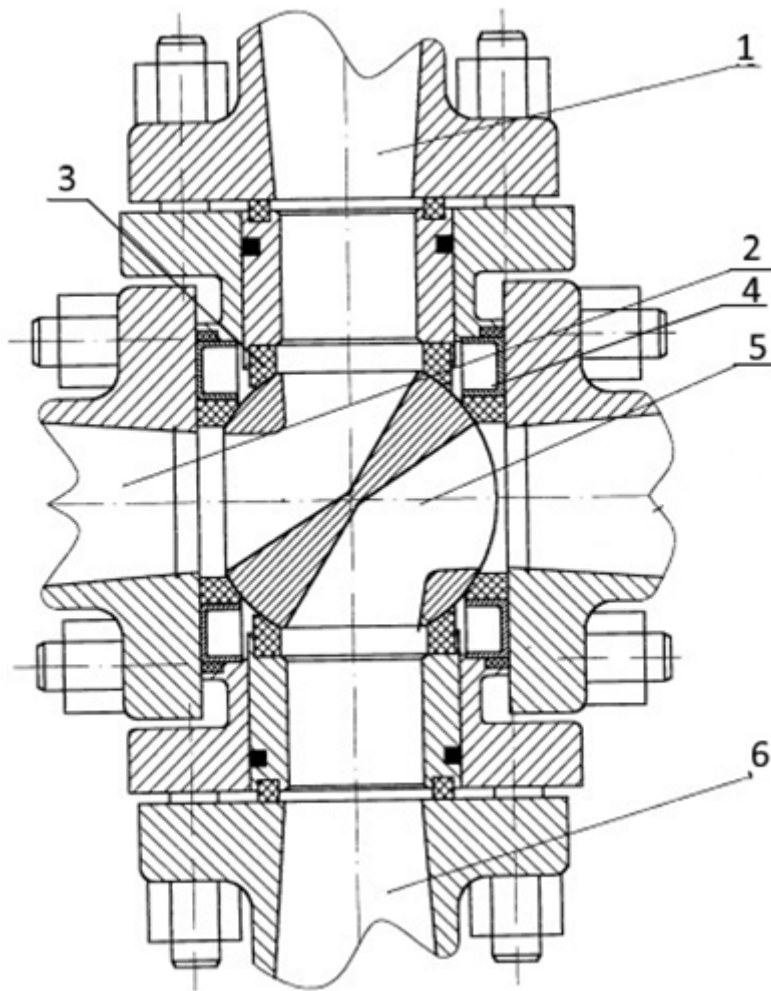


Рис. 2.2. Кран кульовий

1 - патрубок вхідний; 2 - циліндр мірний; 3 - прокладка кільцева; 4 -
втулка; 5 - шар-пробка; 6 - патрубок вихідний;

3. КОНСТРУКЦІЯ ТА ПРИНЦИП ДІЇ МАШИНИ

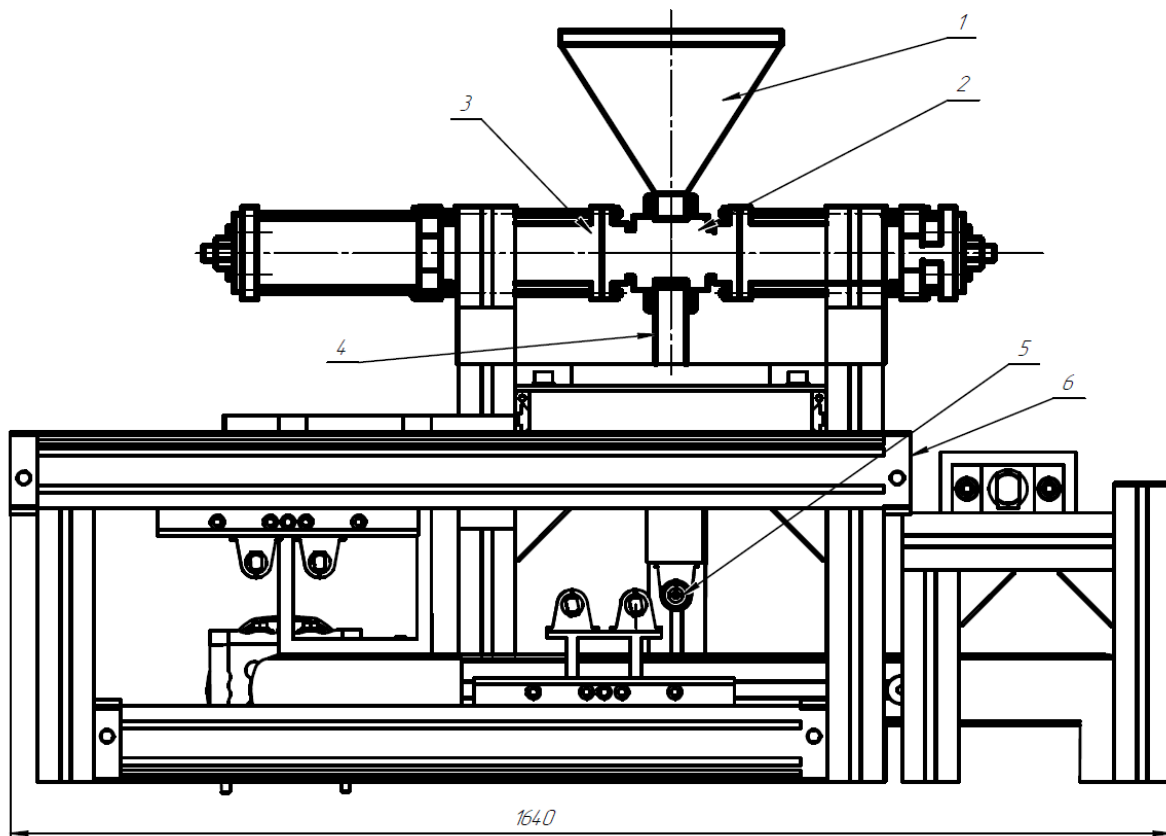


Рис.3.1. Фронтальний вигляд автомата для пакування в'язких харчових продуктів в упаковку типу дой-пак.

1 - бункер-живильник; 2 - дозувальний пристрій; 3 - мірний циліндр; 4 - канал подачі готової дози продукту; 5 - присоски для захоплення та розкриття упаковки; 6 - привід переміщення захоплювального пристрою.

Автомат працює наступним чином. Бункер 1 завантажується продуктом (в'язкою речовиною), після чого продукт потрапляє до дозувального пристрою 2, де за допомогою мірного циліндру 3 відбирається необхідна доза для наповнення пакету типу дой-пак. Діаметр та хід поршня розраховані таким чином, що доза продукту становить 650 мл. Також даний дозувальний пристрій має можливість регулювання дози, шляхом зміни ходу поршня циліндру та відповідно зменшення або збільшення циліндричної камери відбирання дози.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Мельничук Б.М.	Назва, додаткова назва КОНСТРУКЦІЯ ТА ПРИНЦИП ДІЇ МАШИНИ	618 КР.01.01.000. ПЗ			
	Документ затверджено Токарчук С.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

Після процесу визначення дози, готова доза продукту подається в упаковку через канал подачі продукту 4. Паралельно вакуумні присоски 5, які виконують функцію захоплення та розкриття упаковки тримають пачку та позиціонують його прямо під дозувальним каналом. Після наповнення упаковки за допомогою приводу переміщення захоплювального приводу упаковка разом із присосками переміщується в зону запаковування 8.

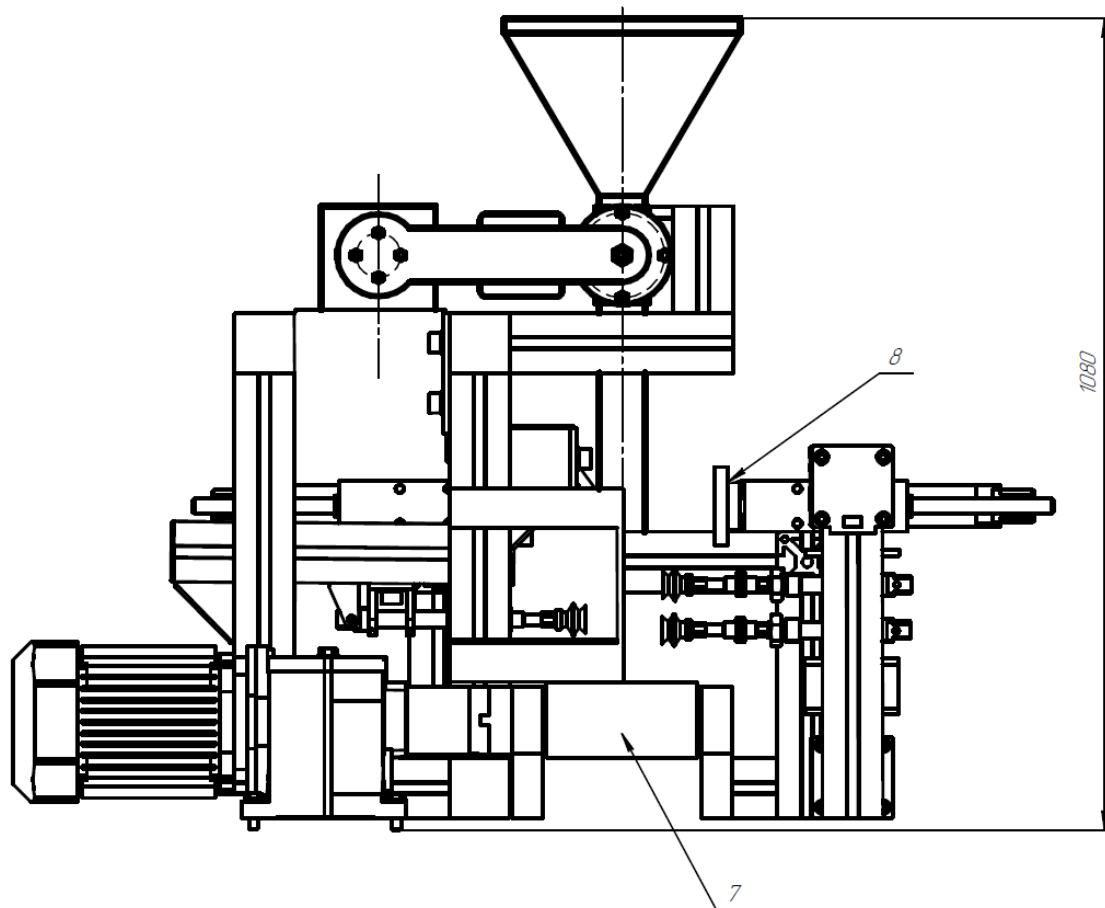


Рис.3.2 Профільний вигляд автомата для пакування в'язких харчових продуктів в упаковку типу дой-пак.

7 - конвеєр; 8 - пристрій запаковування наповненої упаковки.

Після процесу запаковування пачка рухається далі по конвеєру, вся система повертається в початкове положення та цикл починається заново.

Технічні характеристики модернізованої пакувальної машини для фасування в'язких харчових продуктів у пакети типу дой-пак

- Продуктивність: 50 упаковок/хв

- Точність дозування: 0,1 г
- Маса автомату: 700 кг
- Габаритні розміри (Д×Ш×В): 1640×1380×1080 мм
- Обслуговуючий персонал: 1 оператор
- Тип упаковки: дой-пак
- Температура зварювання:
– поздовжній шов – 120 °С
- Точність підтримання температури: ±1 °С
- Розміри сформованого пакета (Д×Ш×В): 30×160×270 мм
- Маса заповненого пакета: 0,65 кг
- Тип робочих органів: захвати, активні та пасивні напрямні
- Тип приводів: електромеханічні та пневмомеханічні
- Встановлена потужність: не більше 0,2 кВт
- Параметри живлення: 380 В, 50 Гц, трифазна мережа
- Тиск стисненого повітря: 4 бар
- Витрата повітря: не більше 420 л/хв
- Тип автоматики: програмне керування з наявністю зворотного зв'язку

Модернізована машина адаптована для пакування в'язких харчових продуктів у дой-пак, що забезпечує поєднання високої точності дозування, стабільності процесу термозапаювання та оптимальної продуктивності.

Використання електро- та пневмоприводів у поєднанні з програмним керуванням зі зворотним зв'язком дозволяє досягти стабільної роботи обладнання в автоматичному режимі з мінімальним залученням оператора.

4. РОЗРОБКА ЦИКЛОГРАМИ РОБОТИ АВТОМАТА

P.01	x.x.	в	р.х.	x.x.	в	р.х.
P.02	р.х.	в	x.x.	р.х.	в	x.x.
P.03	в		р.х.	в		р.х.
P.04	р.х.	x.x.	в	р.х.	x.x.	в
P.05	в		р.х.	x.x.	в	р.х.
P.06		в	x.x.	р.х.	в	x.x.
P.07		в				р.х.

Рис.4.1. Циклограма роботи автомата дозування в'язкої харчової продукції в упаковку типу дой-пак.

Автомат для пакування в'язких харчових продуктів у дой-пак працює циклічно відповідно до циклограми [10]. На позиції P.01 присоски виконують захоплення та розкриття упаковки, мірний циліндр відбирає дозу продукту, після чого упаковка переміщується під дозатор, відбувається додаткове розкриття упаковки, подається готова доза і упаковка подається далі. На позиції P.02 наповнена упаковка переміщується, відбирається нова доза, готується нова упаковка, проводиться наступне переміщення, заповнення і можливе повторне розкриття. На позиції P.03 продовжується подача дози, переміщення упаковки, відбір нової дози, переміщення в зону запаювання. На P.04 проводиться переміщення, розкриття упаковки у вузлі запаювання, завершення подачі, герметизація швів і випуск упаковки. На P.05 завершується запаювання, переміщення упаковки з вузла, відпускання захоплення, відбір нової дози, подача на конвеєр. На P.06 формується нова доза, проводиться її подача, звільняється місце для нової упаковки і відбувається переміщення.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Мельничук Б.М.	Назва, додаткова назва РОЗРОБКА ЦИКЛОГРАМИ РОБОТИ АВТОМАТА	618 КР.01.01.000. ПЗ			
	Документ затверджено Токарчук С.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

На останній позиції Р.07 упаковка виводиться з зони захоплення і переміщується на вихідний транспортер. Після завершення операцій усі елементи системи повертаються у початкове положення і цикл повторюється.

5. РОЗРАХУНОК ПОРШНЕВОГО ДОЗУЮЧОГО ПРИСТРОЮ ТА ПЛАСТИНЧАСТОГО КОНВЕЄРА.

5.1. Розрахунок поршневого дозуючого пристрою

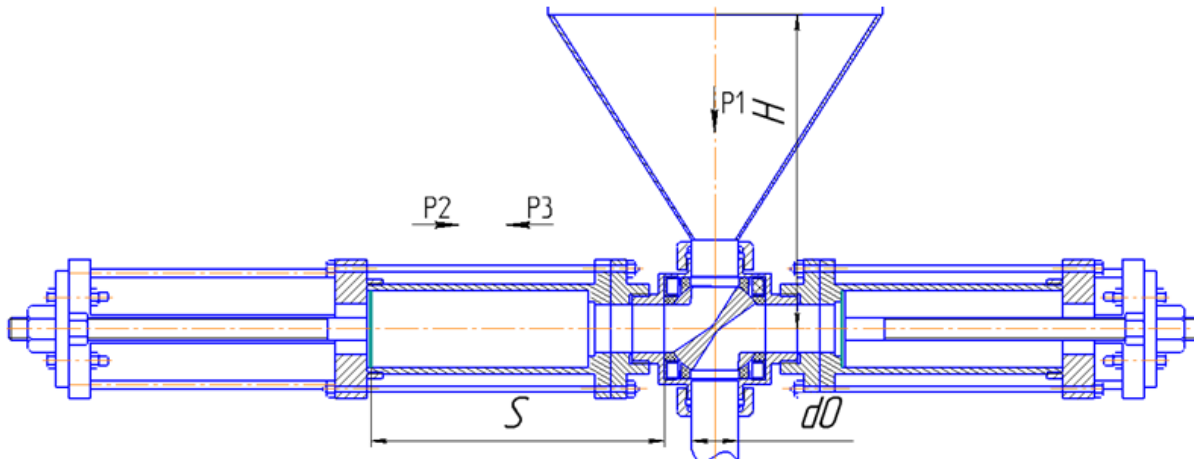


Рис.5.1. Схема розрахунку дозуючого пристрою

Оскільки на автоматі встановлено лише один дозатор, він забезпечує всю продуктивність, тобто 50 упаковок за хвилину. Тому розрахунок проводиться за формулою [16]:

$$T_k = 1 / Z \times 60 = 1 / 50 \times 60 = 1,2 \text{ с} \quad (5.1)$$

де:

- Z — продуктивність у штуках за хвилину (50 уп./хв),
- T_k — кінематичний час повного циклу одного дозатора.

Повна тривалість одного технологічного циклу складається з кількох етапів:

$$T_k = \sum t_i = t_d + t_f + t_{вкл} + t_{викл} \quad (5.2)$$

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа	
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Мельничук Б.М.	Назва, додаткова назва РОЗРАХУНОК ПОРШНЕВОГО ДОЗУЮЧОГО ПРИСТРОЮ ТА	618 КР.01.01.000. ПЗ	
	Документ затверджено Токарчук С.В.		Інд. змін.	Дата видання

де:

- t_d — час, необхідний для дозування порції продукту;
- t_f — тривалість наповнення упаковки;
- $t_{вкл}$, $t_{викл}$ — час вмикання та вимикання приводу.

Для спрощення приймаємо: $t_{вкл} = t_{викл} = 0,5$ с

Час формування дози обчислюється за формулою:

$$t_d = W / \Pi$$

де:

- $W = 0,65$ л — об'єм дози,
- Π — пропускна здатність дозуючого отвору, яка визначається так:

$$\Pi = (0,6 \dots 0,8) \times f_{вф} \times \sqrt{(2(P_1 - P_2) / (\rho \times g + H))} \quad (5.3)$$

де:

- $f_{вф} = \pi \times d_o^2 / 4$, $d_o = 0,05$ м;
- $\rho = 1100$ кг/м³;
- $P_1 - P_2 = 0,09$ МПа;
- $H = 0,08$ м;
- $g = 9,81$ м/с²

$$f_{вф} = \pi \times 0,05^2 / 4 = 0,001963 \text{ м}^2$$

$$\Pi = 0,6 \times 0,001963 \times \sqrt{(2 \times 90000 / (1100 \times 9,81 + 800))} = 0,003716 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$t_d = 0,00065 / 0,003716 \approx 0,175 \text{ с}$$

Швидкість подачі обчислюється як:

$$v_o = S / t_d \Rightarrow S = v_o \times t_d$$

$$v_o = 0,175 \text{ м/с} \Rightarrow S = 0,175 \times 0,175 = 0,0306 \text{ м}$$

Визначення часу фасування:

$$t_f = T_k - t_d - t_{вкл} = 1,2 - 0,175 - 0,5 = 0,525 \text{ с}$$

5.2 Вибір пневмоциліндрів згідно з основними технологічними параметрами

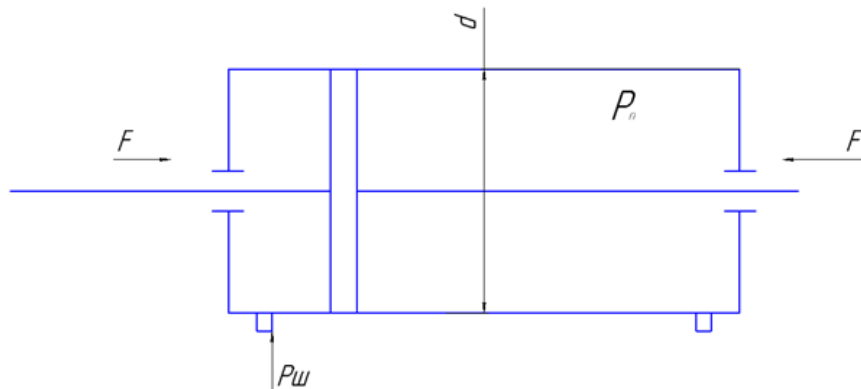


Рис.5.2. Схема зосереджених сил, що діють на пневматичний циліндр при робочому циклі.

Для забезпечення зворотно-поступального руху виконавчих механізмів, необхідно підібрати пневмоциліндри з урахуванням навантажень та кінематики обладнання.

Сила, яку має розвивати пневмоциліндр при прямому ході поршня, визначається за формулою:

$$F = (\pi \times D^2 / 4) \times P \quad (5.4)$$

де:

- F — сила, яку розвиває пневмоциліндр, Н;
- D — діаметр поршня, м;
- P — робочий тиск повітря, Па.

Приймаємо робочий тиск $P = 4 \text{ бар} = 400000 \text{ Па}$.

Нехай діаметр поршня $D = 0,032 \text{ м}$ (32 мм — стандартне значення).

Тоді сила:

$$F = (3,14 \times 0,032^2 / 4) \times 400000 = 321,7 \text{ Н}$$

Одержане значення сили є достатнім для переміщення рухомих частин та подолання опору продукту при дозуванні.

Довжина ходу поршня вибирається залежно від максимальної відстані переміщення робочого органу. Для подачі продукту через дозатор приймаємо хід поршня $S = 80$ мм.

Таким чином, для забезпечення надійної та стабільної роботи системи дозування, обираємо пневмоциліндр з діаметром поршня 32 мм та ходом 80 мм, що працює під тиском 4 бар [21].

5.3 Розрахунок діаметра мірного циліндра

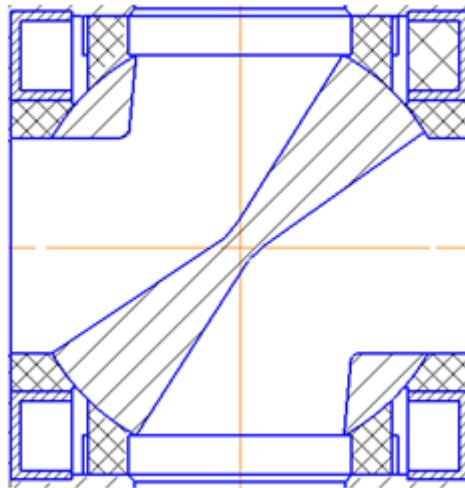


Рис.5.3. Схема дозуючого крану, що встановлений після мірного циліндру

Мірний циліндр виконує функцію відмірювання заданого об'єму в'язкого продукту. Об'єм дози визначений за умовами — 0,65 л. При цьому об'єм циліндра розраховується за формулою:

$$V = (\pi \times D^2 / 4) \times h \quad (5.5)$$

де:

- V — об'єм циліндра, м³;
- D — внутрішній діаметр мірного циліндра, м;
- h — хід поршня, м.

Відомо, що необхідний об'єм $V = 0,00065$ м³ (0,65 л).

Приймаємо хід поршня $h = 0,08$ м (80 мм). Підставимо значення у формулу:

$$0,00065 = (3,14 \times D^2 / 4) \times 0,08$$

$$\text{Звідси } D^2 = (0,00065 \times 4) / (3,14 \times 0,08) = 0,01035$$

$$D = \sqrt{0,01035} \approx 0,1017 \text{ м} \approx 102 \text{ мм}$$

Отже, для забезпечення необхідного об'єму дози при ході поршня 80 мм, внутрішній діаметр мірного циліндра має становити приблизно 102 мм. З урахуванням стандартних розмірів доцільно застосувати циліндр діаметром 100 мм.

5.4 Розрахунок витрати стисненого повітря

Пневматичні виконавчі механізми автомата функціонують за рахунок стисненого повітря, тому важливо визначити його орієнтовну витрату. Загальна витрата повітря залежить від кількості пневмоциліндрів, їх розмірів, ходу поршня, тиску та частоти спрацювань за цикл.

Орієнтовну витрату повітря визначимо за формулою:

$$Q = V \times z \times n \times K \quad (5.6)$$

де:

- Q — загальна витрата повітря, м³/хв;
- V — робочий об'єм одного пневмоциліндра, м³;
- z — кількість пневмоциліндрів;
- n — кількість подвійних ходів за хвилину;
- K — коефіцієнт, що враховує втрати (приймається K = 1,2).

Робочий об'єм пневмоциліндра визначається як:

$$V = (\pi \times D^2 / 4) \times S \quad (5.7)$$

де:

- D = 0,032 м — діаметр поршня;
- S = 0,08 м — хід поршня.

$$V = (3,14 \times 0,032^2 / 4) \times 0,08 = 6,43 \times 10^{-5} \text{ м}^3$$

Припустимо, що в системі використовується 4 пневмоциліндри (z = 4), які здійснюють 50 подвійних ходів за хвилину (n = 50). Підставимо значення у формулу:

$$Q = 6,43 \times 10^{-5} \times 4 \times 50 \times 1,2 = 0,0154 \text{ м}^3/\text{хв} \approx 15,4 \text{ л/хв}$$

Отже, орієнтовна витрата стисненого повітря становить близько 15,4 л/хв. Це значення може змінюватися залежно від конкретної конструкції пневмосистеми та кількості спрацювань у циклі.

5.5 Розрахунок пластинчастого конвеєра

Пластинчастий конвеєр використовується для переміщення упаковок типу дой-пак між технологічними вузлами автомата. Його параметри підбираються з урахуванням продуктивності, габаритів упаковки та загальної структури машини [5]. Нижче наведено поетапний розрахунок основних характеристик конвеєра.

1. Визначення кроку подачі упаковки

Крок подачі l визначається як сума довжини упаковки та технологічного зазору між ними:

$$l = l_{\text{пакета}} + l_{\text{зазору}} = 160 + 20 = 180 \text{ мм} = 0,18 \text{ м}$$

2. Розрахунок швидкості конвеєра

Швидкість переміщення визначається добутком кроку подачі на кількість упаковок, що проходять за секунду:

$$v = l \times n \quad (5.8)$$

$$\text{де } n = 50 \text{ уп./хв} = 50 / 60 \approx 0,83 \text{ уп./с}$$

$$v = 0,18 \times 0,83 \approx 0,15 \text{ м/с}$$

3. Визначення довжини конвеєра

Довжина активної частини конвеєра визначається кількістю позицій (z), необхідних для повного циклу:

$$L = l \times z = 0,18 \times 8 = 1,44 \text{ м}$$

Для забезпечення зворотного ходу та технологічного запасу, повна довжина конвеєра приймається з коефіцієнтом запасу $K_d = 1,5$:

$$L_{\text{повн}} = L \times K_d = 1,44 \times 1,5 = 2,16 \text{ м}$$

4. Розрахунок часу проходження повного циклу

Час проходження одного повного обороту конвеєра:

$$t = L_{\text{повн}} / v = 2,16 / 0,15 \approx 14,4 \text{ с}$$

5. Визначення зусилля натягу тягового органу

Зусилля натягу визначається з урахуванням маси пакованого продукту та сили тертя:

$$F_{\text{нат}} = G \times \mu \quad (5.9)$$

де:

- $G = m \times g = 0,65 \times 9,81 \approx 6,38 \text{ Н}$ (маса однієї упаковки),

- $\mu = 0,3$ — коефіцієнт тертя між пакетом і конвеєром

$$F_{\text{нат}} \approx 6,38 \times 0,3 \approx 1,91 \text{ Н}$$

6. Визначення тягового зусилля

Повне тягове зусилля для всіх упаковок на конвеєрі визначається як добуток $F_{\text{нат}}$ на кількість упаковок:

$$F_{\text{тяг}} = F_{\text{нат}} \times z = 1,91 \times 8 = 15,28 \text{ Н}$$

7. Визначення необхідної потужності приводу конвеєра

$$N = (F_{\text{тяг}} \times v) / \eta$$

де $\eta = 0,85$ — ККД приводу

$$N = (15,28 \times 0,15) / 0,85 \approx 2,7 \text{ Вт}$$

Отже, для роботи пластинчастого конвеєра з 8 позиціями, необхідно забезпечити довжину не менше 2,16 м, швидкість переміщення 0,15 м/с, а привід має розвивати потужність щонайменше 2,7 Вт. Для стабільної роботи з урахуванням запасу слід обрати електродвигун потужністю 10–15 Вт.

5.6 Розрахунок об'єму завантажувального бункера

Бункер — це проміжна ємність, призначена для накопичення продукту перед його подачею в дозатор. Від правильного визначення об'єму бункера залежить стабільність і безперервність процесу дозування, а також частота втручання оператора.

Основна формула для розрахунку об'єму бункера:

$$V_{\text{б}} = Q \times T \quad (5.10)$$

$$Q = 0,65 \times 50 = 32,5 \text{ л/хв}; T = 5 \text{ хв}; V_{\text{б}} = 32,5 \times 5 = 162,5 \text{ л}$$

Рекомендовано закладати 10–15% запасу: $V_{\text{б}} \approx 180\text{--}190$ л. У разі виконання бункера у вигляді циліндра об'єм розраховують за геометричною формулою:

$$V = \pi \times (d^2 / 4) \times h \quad (5.11)$$

Припустимо: $h = 0,8$ м, тоді діаметр:

$$190 = 3,14 \times (d^2 / 4) \times 0,8 \Rightarrow d^2 \approx 0,302 \Rightarrow d \approx 0,55 \text{ м}$$

Таким чином, бункер може мати висоту 800 мм і діаметр приблизно 550 мм. Для покращення висипання продукту варто обрати конусне дно з кутом не менше 60° .

5.7 Розрахунок циклічної витрати енергії

Підсумкова витрата електроенергії за цикл: $E = N \times t = 100 \times 1,2 = 120$ Дж

За годину: $E_{\text{год}} = 120 \times 50 \times 60 = 360\,000$ Дж = 100 Вт·год

Також слід врахувати споживання енергії пневматичною частиною.

Відомо, що 1 м^3 стисненого повітря при тиску 6 бар еквівалентно ≈ 100 Вт·год.

Витрата повітря: $420 \text{ л/хв} = 0,42 \text{ м}^3/\text{хв} \Rightarrow 0,42 \times 60 = 25,2 \text{ м}^3/\text{год}$

Отже, енергетичний еквівалент пневмоспоживання: $25,2 \times 100 = 2520$ Вт·год

Загальна споживана потужність: $100 + 2520 = 2620$ Вт·год. Це еквівалентно 2,6 кВт·год за годину роботи обладнання при максимальному навантаженні.

Для оцінки вартості експлуатації можна врахувати тариф на електроенергію. Наприклад, при тарифі 4 грн/кВт·год — це 10,5 грн/год.

5.8 Розрахунок маси рухомих частин

Рухомі частини — це компоненти, що безпосередньо здійснюють подачу дози та переміщення упаковки. До них входять:

- Поршень дозатора
- Направляюча втулка
- Штовхач
- Частина корпусу
- Кріпильні елементи

Нехай орієнтовна маса поршня: 0,8 кг; штовхача — 0,6 кг; втулки — 0,5 кг; інші частини — 1,5 кг.

Загальна маса: $m = 0,8 + 0,6 + 0,5 + 1,5 = 3,4$ кг

Раніше наведена оцінка у 11,7 кг враховує також допоміжні частини та платформу.

Інерційне навантаження визначається як: $F_{ін} = m \times a$.

Для оцінки прискорення прийmemo $a = 1$ м/с², тоді: $F_{ін} = 3,4 \times 1 = 3,4$ Н

Ці навантаження слід враховувати при проєктуванні підшипників, напрямних і при підборі пневмоциліндра, особливо для швидкодіючих механізмів.

5.9 Визначення температурного режиму зварювання

Зварювання упаковки вимагає стабільного температурного режиму, що досягається електричними нагрівачами (ТЕНами). Температура 120 °С підтримується з точністю ± 1 °С. Це досягається за допомогою ПІД-регуляторів та термодатчиків.

Основна формула для оцінки теплової потужності:

$$Q = c \times m \times \Delta T / t \quad (5.12)$$

Для алюмінієвої планки: $c = 460 \text{ Дж/кг}\cdot\text{°C}$, $m = 0,5 \text{ кг}$, $\Delta T = 100 \text{ °C}$, $t = 20 \text{ с}$

$$Q = 460 \times 0,5 \times 100 / 20 = 1150 \text{ Вт}$$

Проте слід врахувати втрати тепла через конвекцію ($\approx 20\%$) і випромінювання ($\approx 5\%$). Загальна необхідна потужність з урахуванням втрат: $Q_{\text{заг}} = 1150 \times 1,25 \approx 1437 \text{ Вт}$

Для точного контролю температури використовують термопари типу К, розташовані безпосередньо біля зони зварювання. Управління нагріванням здійснюється через регулятор температури, що дозволяє підтримувати режим в межах $\pm 1 \text{ °C}$.

Теплова інерція також враховується при розрахунках: чим більша маса нагрівача, тим повільніше відбувається коливання температури. Оптимально використовувати нагрівачі з невеликою масою і надійною ізоляцією.

5.10 Оцінка ресурсу вузлів за кількістю циклів

Кожен вузол автомата має певний механічний ресурс. Для забезпечення надійної експлуатації необхідно розрахувати інтервали обслуговування [20].

Розглянемо основні вузли:

- Пневмоциліндри: ресурс 10 млн. циклів
- Електропривод: 15 000 годин
- Конвеєрна стрічка: 5 млн. циклів
- ТЕНи: 8 000 годин
- Клапани: 2 млн. циклів

Кількість циклів на день: $50 \text{ уп./хв} \times 60 \text{ хв} = 3000 \text{ циклів/год} \times 8 \text{ год} = 24\,000 \text{ циклів/день}$

Ресурс пневмоциліндра: $10\,000\,000 / 24\,000 = 416 \text{ днів}$

Ресурс клапана: $2\,000\,000 / 24\,000 = 83 \text{ дні}$

Таким чином, вузли з меншим ресурсом мають обслуговуватись частіше.
Доцільно скласти графік обслуговування та техоглядів.

Таблиця орієнтовного ресурсу:

Назва вузла	Ресурс	Очікувана тривалість експлуатації
Пневмоциліндр	10 млн. циклів	416 днів
Клапан	2 млн. циклів	83 дні
Конвеєр	5 млн. циклів	208 днів
Тен	8000 годин	1000 змін
Привід	15000 годин	1875 змін

6.ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗУБЧАСТОГО КОЛЕСА

6.1.Вибір деталі та матеріалів.

Деталь вибирається на основі аналізу умов експлуатації та функціонального призначення вузла, машини, пристрою. При розробці технологічного маршруту, вибирають методи обробки, кріплення та базування заготовок, що забезпечують надійність їх встановлення та точність виготовлення [9].

Для виконання операцій з оброблення деталі типу шестерня використовують:

1. 5К32А - зубофрезерний вертикальний і 5122Б - зубодовбальний вертикальний. Зубофрезерні і зубодовбальні верстати нарізають циліндричні зубчасті колеса з прямим і косим зубом зовнішнього та внутрішнього зачеплення за методом обкатки . Цей метод дозволяє використовувати інструмент який за формою відмінний від форми нарізається зуба.
2. Муфельна піч.
3. Зубошліфувальних верстат.
4. Слюсарний інструмент.
5. Евольвентометр КЕУ .
6. Індикатор ИЧ - 02 кл.1

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Мельничук Б.М.	Назва, додаткова назва ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗУБЧАСТОГО КОЛЕСА	618 КР.01.01.000. ПЗ				
	Документ затверджено Бойко Ю.І.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш	

Зубчасте колесо або **шестерня** - це основна деталь зубчастої передачі у вигляді диска з зубами на циліндричній або конічній поверхні, що входять в зачеплення з зубами іншого зубчастого колеса [16].

У машинобудуванні прийнято велике зубчасте колесо з більшим числом зубів називати колесом, а мале - шестернею. Однак часто все зубчасті колеса називають шестернями. Зубчасті колеса зазвичай використовуються парами з

різним числом зубів з метою перетворення обертального моменту і числа обертів валів на вході і виході. Колесо, до якого обертовий момент

підводиться ззовні, називається ведучим, а колесо, з якого момент знімається - веденим. Якщо діаметр ведучого колеса менше, то обертаючий момент веденого колеса збільшується за рахунок пропорційного зменшення швидкості обертання, і навпаки.

Відповідно з передавальним відношенням, збільшення крутного моменту буде викликати пропорційне зменшення кутової швидкості обертання веденої шестірні, а їх добуток - механічна потужність - залишиться незмінним. Дане співвідношення справедливе лише для ідеального випадку, що не враховує втрати на тертя та інші ефекти, характерні для реальних пристроїв.

Шестерні застосовуються в різних, складних і простих механізмах в машинобудуванні, суднобудуванні, у харчовій та гірничодобувній промисловості, а так само: в бурових установках, залізничних вагонах, в підйомних кранах, в автомобільних дифференціалах, коробці передач, танках, лебідках, шестеренних гідромашинах - насосах, годинах і в інших механізмах.

Матеріали для виготовлення шестерні:

Основним матеріалом для виготовлення зубчастих коліс силових передач служить термооброблена сталь. Залежно від твердості робочих поверхонь

зубів, отриманої після термообробки, зубчасті колеса можна умовно розділити на дві групи:

- 1) - ≤ 350 НВ нормалізовані, покращені;
- 2) - > 45 загартовані (об'ємно і поверхнево), цементовані, ціановані, азотований.

Марка сталі: 35, 45, 40Х, 40ХН, 18ХГТ, 12ХН3А, 25ХГНМ, 35Л, 40ХНМА, 45Л, 50ГЛ.

Сталь однієї і тієї ж марки залежно від температурного режиму відпустки при термічній загартуванні може мати різні механічні властивості. Отримання потрібних механічних властивостей залежить не тільки від температурного режиму термообробки, а й від найбільших розмірів перерізу заготовки (діаметру або товщини).

6.2. Розрахунок припусків

Заготовку отримуємо литвом. Припуск на підрізання торців становить

$$3 \cdot 2 = 6$$

Отже, заготовка являє собою $\varnothing 236$ мм і довжиною 86 мм.

Розрахунок загального припуску литої заготовки ведемо за найточнішим розміром $\varnothing 40\text{H}7$.

Припуск на чистове розвертання:

$$2Z_{4\text{min}} = 2(Rz_3 + D_3 + \sqrt{Tnp_3^2 + E_{y4}^2})$$

Rz_3, D_3, Tnp_3 - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення просторових відхилень при чистовому розвертанні.

E_{y4} - похибка установки деталі під час нормального розвертання. $Rz_3 = 5$ мкм,

$$D_3 = 10 \text{ мкм} .$$

При установленні деталі $T_{np3}=100$ мкм, $E_{Y4}=100$.

Тоді $2Z_{4min} = 2(5 + 10 + \sqrt{100^2 + 100^2}) = 312,8$ мкм, $2Z_{4max} = 2Z_{4min} + T_3 - T_4$

T_3 - допуск при чорновому розвертанні, $T_3 = IT8 = 39$ мкм,

T_4 - допуск при чистовому розвертанні, $T_4 = IT7 = 25$ мкм.

$$2Z_{4max} = 312,8 + 39 - 25 = 326,8 \text{ мкм}$$

$$2Z_{4ном} = \frac{2Z_{4max} + 2Z_{4min}}{2} = \frac{326,8 + 312,8}{2} = 319,8 \text{ мкм}$$

Припуск на чорнове розвертання:

$$2Z_{3min} = 2(Rz_2 + D_2 + \sqrt{T_{np2}^2 + E_{Y3}^2})$$

Rz_2, D_2, T_{np2} - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення просторових відхилень при чорновому розвертанні.

E_{Y3} - похибка установки деталі під час чорнового розвертання. $Rz_2 = 20$ мкм,

$D_2 = 25$ мкм.

При установленні деталі в патроні $T_{np2}=100$ мкм, $E_{Y3}=100$.

Тоді $2Z_{3min} = 2(20 + 25 + \sqrt{100^2 + 100^2}) = 372,8$ мкм, $2Z_{3max} = 2Z_{3min} + T_2 - T_3$

T_2 - допуск при чистовому розточуванні, $T_2 = IT10 = 100$ мкм,

T_3 - допуск при нормальному розвертанні, $T_3 = IT8 = 39$ мкм.

$$2Z_{3max} = 372,8 + 100 - 39 = 433,8 \text{ мкм}$$

$$2Z_{3ном} = \frac{2Z_{3max} + 2Z_{3min}}{2} = \frac{433,8 + 372,8}{2} = 403,3 \text{ мкм}$$

Припуск на чистове розточування:

$$2Z_{2min} = 2(Rz_1 + D_1 + \sqrt{Tnp_1^2 + E_{y2}})$$

Rz_1, D_1, Tnp_1 - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення просторових відхилень при свердлінні.

E_{y2} - похибка установки деталі під час розточування. $Rz_2 = 50$ мкм, $D_2 = 50$ мкм

. При установленні деталі в патроні $Tnp_1 = 100$ мкм, $E_{y2} = 100$.

Тоді $2Z_{2min} = 2(50 + 50 + \sqrt{100^2 + 100^2}) = 482,8$ мкм, $2Z_{2max} = 2Z_{2min} + T_1 - T_2$

T_1 - допуск при чорновому розточуванні, $T_1 = IT12 = 250$ мкм,

T_2 - допуск при чистовому розточуванні $T_2 = IT10 = 100$ мкм.

$$2Z_{2max} = 482,8 + 250 - 100 = 632,8 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2ном} = \frac{2Z_{2max} + 2Z_{2min}}{2} = \frac{632,8 + 482,8}{2} = 557,8 \text{ мкм}$$

Припуск на чорнове розточування:

$$2Z_{1min} = 2(Rz_0 + D_0 + \sqrt{Tnp_0^2 + E_{y1}^2})$$

Rz_0, D_0, Tnp_0 - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарна просторова похибка відлитої заготовки.

$Rz_0 = 200$ мкм; $D_0 = 300$ мкм; $Tnp_0 = 620$ мм;

E_{y1} - похибка установлення при чорновому точінні.

Під час установлення деталі в патрон $E_{y1} = 100$ мкм

$$2Z_{1\min} = 2(200 + 300 + \sqrt{620^2 + 100^2}) = 2256,1 \text{ МКМ}$$

$$2Z_{\text{сум}} = \sum_1^i 2Zi_{\text{ном}} = 319,8 + 403,3 + 557,8 + 2256,1 = 3537 \text{ МКМ}$$

Загальний припуск

Приймаємо $2Z_{\text{сум}} = 3,5 \text{ мм}$. Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_M = \frac{M_{\text{дет}}}{M_{\text{заг}}} = \frac{12,8}{18,9} = 0,68$$

6.3. Технологічний маршрут виготовлення зубчастого колеса

№	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, інструмент оброблюваний, контрольний
10	Заготівельна	Лиття в земляну форму .
10.1	Відлити заготовку	Ø236 мм, L=86 мм. Сталь 35 ГОСТ 1050-2013
20	Токарна (УЗЗ)	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, 3-ох кулачковий патрон
20.1	Торцювати пов.(1) z=3 мм.	Різець прохідний відігнутий правий, ВК6, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
20.2	Точити пов.(2) Ø232 _{-1,0} , начорно	Різець прохідний відігнутий правий, ВК6, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
20.3	Точити пов.(2) Ø230h9, начисто.	Різець прохідний відігнутий правий, ВК8, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
20.4	Розсвердливати отв. Ø35 ^{+0,43} , пов.(3)	Свердло Ø30, Р6М5

20.5	Розточити отв. Ø38 мм. пов. (3)	Різець розточний ВК6, В×Н×L=16×25×140мм, α=95°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
20.6	Розточити отв. Ø39,7 мм. пов. (3)	Різець розточний ВК6, В×Н×L=16×25×140мм, α=95°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
20.7	Розвернути отв. Ø39,93 пов.(3)	Чорнова розвертка Ø39,93, Р6М5
20.8	Розвернути отв. Ø40Н7 пов.(3)	Чистова розвертка Ø40Н7, калібр пробка Ø40Н7

20.9	Знятя фаску 2,5x45° пов.(6).	Різець прохідний відігнутий правий, ВК8, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
20.10	Знятя 3 фаски 2,5x45°.	Різець прохідний відігнутий правий, ВК8, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
30	Токарна (УЗЗ)	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, 3- ох кулачковий патрон
30.1	Торцювати пов.(1) z=3 мм.	Різець прохідний відігнутий правий, ВК8, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
30.2	Знятя 3 фаски 2,5x45°.	Різець прохідний відігнутий правий, ВК8, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1

30.3	Зняття фаску 2,5x45 ⁰	Різець прохідний відігнутий правий, BK8, B×H×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
50	Протягувальна (УЗЗ)	Горизонтально-протяжний верстат, 7Б510 Оправка.
50.1	Протягнути шпонковий паз b=12 мм.	Протяжка шпоночна, комбінована, з виглажуючим зубом, P14Ф4; γ=15°, α _р =3°, α _к =2°, ГОСТ 9788-68
60	Зубофрезерна (УЗЗ)	5К324А Оправка, упор, прижим.
60.1	Фрезерувати зубці m= 5, z= 44	Фреза черв'ячна, m=5, z=44, коротка, ГОСТ 9324-60
70	Мийна	Мийна машина
70.1	Промити деталь	
80	Слюсарна	Верстак
80.1	Зняття задирки і притупити гострі кромки	
90	Контрольна	Стіл контролера

6.4. Розрахунок операцій

6.4.1. Токарна операція

Перехід 20.1 Торцювати пов.1.

Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t = 3$ мм. Подача табл. №17 $S=0,6 \dots 1,2$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S=1,0$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{304}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 1^{0,4}} = 113,7 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 113,7}{3,14 \cdot 236} = 153,4 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B = 125$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 236 \cdot 125}{1000} = 92,6 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 56 + 2 + 3 = 61 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ} = 56$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 3$

l_3 - перебіг інструменту $l_3 = 0$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{61}{125 \cdot 1,0} = 0,49 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_d = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 = 0,23 \text{ хв}$$

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

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

$T_3 = 0 \text{ хв}$ – заміна різця.

Перехід 20.2 Точити пов.(2) Ø232_{-1,0}, начорно.

Приймаємо глибину різання $t = \frac{236 - 232}{2} = 2 \text{ мм.}$

Подача табл.. №17 $S = 0,6 \div 1,2 \text{ мм/об.}$ Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S_g = 1 \text{ мм/об.}$

Визначаємо швидкість різання табл.. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{243}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 1^{0,4}} = 96,6 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 96,6}{3,14 \cdot 236} = 130,4 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B = 125 \text{ об/хв.}$

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_d = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 236 \cdot 125}{1000} = 92,6 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 83 + 2 + 2 = 87 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ} = 87 \text{ мм}$

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

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 2$

l_3 - перебіг інструменту $l_3 = 0$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{87}{125 \cdot 1,0} = 0,7 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

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

$t_1 = 0,11 \text{ хв}$ – 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.

$T_3 = 0,7 \text{ хв}$. – заміна різця.

Перехід 20.3 Точити пов.(2) $\varnothing 230\text{h}9$, начисто.

Приймаємо глибину різання $t = \frac{232 - 230}{2} = 1 \text{ мм}$.

Подача табл.. №18 $S = 0,25 \div 0,3 \text{ мм/об}$. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S_6 = 0,3 \text{ мм/об}$.

Визначаємо швидкість різання табл.. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,2}} = \frac{292}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} = 163,8 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 163,8}{3,14 \cdot 232} = 224,9 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B = 200$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_s \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 232 \cdot 200}{1000} = 145,7 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{DET} + l_1 + l_2 + l_3 = 83 + 2 + 1 = 86 \text{ мм}$$

l_{DET} - довжина деталі $l_{DET} = 83$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 1$

l_3 - перебіг інструменту $l_3 = 0$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{83}{200 \cdot 0,3} = 1,38 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 + 0 = 0,23 \text{ хв}$$

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

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

і подачі.

$T_3 = 0$ хв. – заміна різця.

Перехід 20.4 Розсвердлити отв. $\varnothing 35^{+0,43}$, пов.(3)

Припуск на оброблення становить $t = \frac{35 - 30}{2} = 2,5$ мм.

Вибраємо діапазон подач: $S = 0,4 \dots 0,5$ мм/об (табл.42)

Приймаємо $S_B = 0,5$ мм/об

Вибраємо емпіричну формулу (критичної) швидкості різання сталі (табл. 45)

$$V_c = \frac{55,2 \cdot d_{cv}^{0,5}}{T^{0,125} \cdot t^{0,2} \cdot S^{0,4}} = \frac{55,2 \cdot 35^{0,5}}{70^{0,125} \cdot 2,5^{0,2} \cdot 0,7^{0,4}} = 184,4 \text{ м/хв}$$

де $T = 70$ хв. – стійкість свердла (табл. 46)

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d_{cv}} = \frac{1000 \cdot 184,4}{3,14 \cdot 35} = 1677,7 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_B = 1600$ об/хв.

Дійсна швидкість свердління:

$$V_o = \frac{\pi \cdot d_{cv} \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 35 \cdot 1600}{1000} = 175,8 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина обробки

$$L = l_{DET} + l_1 + l_2 + l_3 = 83 + 3 + 6 = 92 \text{ мм}$$

l_{DET} - глибина різання $l_{DET} = 83$ мм.

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 3$ мм

l_2, l_3 - врізання і перебіг інструменту $l_2 + l_3 = 6$ мм (табл. 48)

Основний час на перехід 20.4

$$t_0 = \frac{L_3}{S_6 \cdot n_6} = \frac{92}{0,5 \cdot 1600} = 0,12 \text{ хв};$$

Допоміжний час на перехід 20.4

$$t_{д1} = 0,08 \text{ (табл. 51)}$$

Перехід 20.5 Розточити отв. Ø38 мм. пов. (3)

Припуск на оброблення становить $t = \frac{38 - 35}{2} = 1,5 \text{ мм.}$

Вибраємо діапазон подач: $S = 0,4 \dots 0,5 \text{ мм/об}$

Приймаємо $S_B = 0,5 \text{ мм/об}$

Визначаємо швидкість різання табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{243}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,4}} = 133 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 133}{3,14 \cdot 38} = 1114,6 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_B = 1000 \text{ об/хв.}$

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 38 \cdot 1000}{1000} = 119,3 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 83 + 2 + 1,5 = 86,5 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ} = 83 \text{ мм}$

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

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 1,5 \text{ мм}$

l_3 - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{86,5}{1000 \cdot 0,5} = 0,17 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

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

$t_1 = 0,11 \text{ хв}$ – 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. $T_3 = 0,7 \text{ хв.}$ – заміна різця.

Перехід 20.6 Розточити отв. Ø39,7 мм. пов. (3)

Припуск на оброблення становить $t = \frac{39,7 - 38}{2} = 0,85 \text{ мм.}$

Вибраємо діапазон подач: $S=0,3...0,5 \text{ мм/об}$, табл.№18

Приймаємо $S_B=0,5 \text{ мм/об}$

Визначаємо швидкість різання табл.. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{243}{60^{0,2} \cdot 0,85^{0,15} \cdot 0,5^{0,4}} = 144,9 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 144,9}{3,14 \cdot 39,7} = 1162,4 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_B=1000 \text{ об/хв.}$

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 39,7 \cdot 1000}{1000} = 124,7 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 83 + 2 + 0,85 = 85,85 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ} = 83 \text{ мм}$

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

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 0,85 \text{ мм}$

l_3 - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{85,85}{1000 \cdot 0,5} = 0,17 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_d = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 + 0 = 0,23 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11 \text{ хв}$ – 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. $T_3 = 0 \text{ хв}$. – заміна різця.

Перехід 20.7 Розвернути отв. Ø39,93 пов.(3)

Припуск на оброблення становить $t = \frac{39,93 - 39,7}{2} = 0,115 \text{ мм}$.

Вибраємо діапазон подач: $S = 1,7 \dots 2,7 \text{ мм/об}$ (табл.44)

Приймаємо $S_B = 2,0 \text{ мм/об}$

Вибраємо емпіричну формулу (критичної) швидкості різання чавуну (табл. 45)

$$V_c = \frac{15,1 \cdot d_p^{0,2}}{T^{0,3} \cdot t^{0,1} \cdot S^{0,5}} = \frac{15,1 \cdot 39,93^{0,2}}{70^{0,3} \cdot 0,115^{0,1} \cdot 2^{0,5}} = 7,74 \text{ м/хв}$$

де $T = 70 \text{ хв}$. – стійкість розвертки (табл. 46)

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d_p} = \frac{1000 \cdot 7,74}{3,14 \cdot 39,93} = 61,7 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_p = 60$ об/хв.

Дійсна швидкість свердління:

$$V_o = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_p}{1000} = \frac{3,14 \cdot 39,93 \cdot 60}{1000} = 7,5 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина обробки

$$L = l_{DET} + l_1 + l_2 + l_3 = 83 + 3 + 38 = 124 \text{ мм}$$

l_{DET} - глибина різання $l_{DET} = 83 \text{ мм}$.

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 3 \text{ мм}$

l_2, l_3 - врізання і перебіг інструменту $l_2 + l_3 = 38 \text{ мм}$ (табл. 48)

Основний час

$$t_0 = \frac{L_3}{S_s \cdot n_s} = \frac{124}{2,0 \cdot 60} = 1,03 \text{ хв};$$

Допоміжний час

$t_{d1} = 0,1$ (табл. 51)

Перехід 20.8 Розвернути отв. Ø40H7 пов.(3).

$$t = \frac{40 - 39,93}{2} = 0,035 \text{ мм.}$$

Припуск на оброблення становить

Приймаємо $S_s = 2,0$ мм/об

Вибраємо емпіричну формулу (критичної) швидкості різання чавуну (табл. 45)

$$V_c = \frac{15,1 \cdot d_p^{0,2}}{T^{0,3} \cdot t^{0,1} \cdot S^{0,5}} = \frac{15,1 \cdot 40^{0,2}}{70^{0,3} \cdot 0,035^{0,1} \cdot 2^{0,5}} = 8,7 \text{ м/хв}$$

де $T = 70$ хв. – стійкість розвертки (табл. 46)

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_C}{\pi \cdot d_p} = \frac{1000 \cdot 8,7}{3,14 \cdot 40} = 69,3 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_B = 60$ об/хв.

Дійсна швидкість свердління:

$$V_\sigma = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 60}{1000} = 7,5 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина обробки

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 83 + 3 + 38 = 124 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - глибина різання $l_{ДЕТ} = 83 \text{ мм}$.

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 3 \text{ мм}$

l_2, l_3 - врізання і перебіг інструменту $l_2 + l_3 = 38 \text{ мм}$ (табл. 48)

Основний час

$$t_0 = \frac{L_3}{S_6 \cdot n_6} = \frac{124}{2,0 \cdot 60} = 1,03 \text{ хв};$$

7. ОХОРОНА ПРАЦІ

1. Законодавство України про охорону праці

Закон України „Про охорону праці” є основною законодавчою базою охорони праці. Їх доповнюють державні міжгалузеві та галузеві нормативні акти про охорону праці – це стандарти, правила, норми, положення, статuti, інструкції та інші документи, яким надано чинність правових норм, обов’язкових для виконання усіма установами і працівниками України. В розділі з „Організація охорони праці на виробництві” говориться про обов’язкове створення органів управління охороною праці на підприємстві, керівництва, нагляду і навчання із питань охорони праці. В статті 20 йдеться про обов’язкове навчання і інструктажі з охорони праці. Перевірка знань повинна здійснюватись 1 раз на рік для працівників небезпечних професій, і 1 раз на 3 роки для всіх посадових осіб за переліком, встановленим державним комітетом по нагляду за охороною праці [18].

2. Інструктажі

Інструктажі з питань охорони праці проводяться на всіх підприємствах, установах і організаціях незалежно від їх характеру, їх трудової діяльності, форми власності. Мета інструктажу – навчити працівника правильно і безпечно для себе і оточуючих виконувати свої трудові обов’язки.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Мельничук Б.М.	Назва, додаткова назва ОХОРОНА ПРАЦІ	618 КР.01.01.000. ПЗ			
	Документ затверджено Токарчук С.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

Інструктажі за часом і характером проведення бувають вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий. Навчання безпеки на підприємствах починається з вступного інструктажу, що проводиться інженером з охорони праці (техніки безпеки). Інструктаж реєструється в журналі, який зберігається на протязі 35 років. Решта інструктажів проводиться безпосередньо керівником робіт.

Перед допуском до самостійної роботи безпосередньо на місці проводиться первинний інструктаж. Його проводить майстер індивідуально з кожним працюючим в об'ємі інструкції для окремих видів робіт або професій даного виробництва, що реєструється в обліковій картці інструктажу.

Повторний (черговий, плановий) інструктаж проводить майстер на робочому місці зі встановленою для даного виробництва і виду робіт періодичністю. Ця періодичність не перевищує шести місяців на звичних роботах і трьох на роботах з підвищеною небезпекою. Повторний інструктаж реєструється в журналі реєстрації інструктажу.

Позапланові інструктажі проводяться майстром індивідуально або з групою працівників однієї професії. Вони проводяться при зміні правил охорони праці, технологічного процесу, порушеннях працівниками правил безпеки, які можуть привести до травми, аварії, вибуху або пожежі, нещасних випадках на виробництві, після тривалої відсутності працівника (більше 30 днів для робіт до яких належать умови підвищеної небезпеки, і більше 60 днів для решти робіт).

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками перед проведенням робіт, на які оформляється наряд-допуск. У наряді-допуску фіксується проведення інструктажу.

3. Планування і фінансування заходів по охороні праці

Фінансування заходів по охороні праці здійснюється власником підприємства. Працівник не несе ніяких витрат при проведенні заходів щодо охорони праці.

Кабінетом міністрів України встановлюється порядок при якому на підприємствах, в галузях і на державному рівні створюються фонди охорони праці в які, згідно закону України про охорону праці, поступають відрахування у розмірі 0,5 % від фонду оплати праці.

Ці фінанси використовують для проведення заходів щодо охорони праці. Засоби фондів охорони праці не підлягають оподаткуванню і використанню на інші цілі. Витрати з охорони праці, які передбачаються в державному і місцевих бюджетах, виділяються окремим порядком.

4. Шкідливі і небезпечні фактори у відділенні

Дуже багато працівників працюють в умовах підвищених рівнів шумового фону на робочих місцях. Джерелами шуму є компресори, двигуни, пакувальні автомати. На робочих місцях, у допоміжних приміщеннях, на території цеху освітленість не відповідає вимогам діючих норм санітарно-технічні вимогам. Основні гігієнічні вимоги до технологічних процесів і обладнання приведені у нормативному документі – Санітарні правила організації технологічних процесів і гігієнічні вимоги до технологічного обладнання. Крім цих документів Міністерство охорони здоров'я України видає санітарні норми, правила, методичні вказівки і рекомендації, а з деяких важливих питань – накази.

5. Мікроклімат виробничих приміщень

Для забезпечення здорових безпечних умов праці оточуюче повітряне середовище на виробництві повинно відповідати встановленим санітарно-гігієнічним нормативам. Оптимальними мікрокліматичними умовами вважаються такі сполучення, які при тривалій і систематичній дії на людину зберігають її нормальний тепловий стан без напруги механізму терморегуляції.

Показники, які характеризують оптимальні метеорологічні умови в закритих виробничих приміщеннях є температура (21...23 °С), відносна вологість (40...60%), швидкість руху повітря (не більше 0,1 м/с), інтенсивність теплового випромінювання (не більше 35 Вт/м²).

Як ми бачимо працівники піддаються впливу різного роду факторів, які негативно впливають на їх організм, а тому законодавством передбачені і встановлені норми.

Людина під час праці витрачає енергію, яку накопичив її організм, за рахунок їжі. Інтенсивність витрат залежить від характеру та інтенсивності праці, а також від оточуючого середовища, в першу чергу, від стану повітря в приміщенні, який називається метеорологічними умовами.

Метеорологічні умови виробничих приміщень визначаються такими параметрами: температурою повітря в приміщенні; відносною вологістю

повітря; рухливістю повітря; тепловим випромінюванням . ГОСТ 12.1.005-88.

6. Вентиляція

Для підтримання необхідної температури, вологості і швидкості переміщення повітря, ступеню його чистоти у відповідності з санітарними

нормами, застосовують вентиляцію. В нашому випадку використовують витяжну вентиляцію. Роботу системи вентиляції необхідно регулярно контролювати і при необхідності ремонтувати, очищувати повітроводи. При цьому враховують, що санітарно-гігієнічна ефективність вентиляційних установок залежить від пори року.

Вентиляція повітря зони цеха повинно відповідати ГОСТ 12.1.005-88 СС Бт. В цеху передбачена витяжна вентиляція з механічним та природнім рухом повітря. Так як машина оброблює заповнені пляшки парою води з температурою 135 °...150 ° С і зі швидкістю руху 0,85...1,0 м / с то є присутнім виділення тепла в навколишнє середовище, а саме в робочу зону. Для покращення мікроклімату згідно з ГОСТ 12.1.005-88 для оптимальних умов роботи в робочій зоні встановлюємо місцеву вентиляцію.

7. Освітлення виробничих приміщень

7.1 Освітлення

Освітлення у побутових та виробничих приміщеннях, а також на території підприємства повинно відповідати вимогам ДБН. Раціональне освітлення виробничого приміщення сприяє зменшенню зорової та загальної втоми, а також травматизму.

Освітлення в цеху комбіноване. Частина світла потрапляє через вікна, а частина (штучне) використовується в денні часи і в нічний час, як додаткове. Для освітлення побутових приміщень використовують лампи накаливання, а для освітлення цеху, де встановлена машина для закупорювання тари БЗ-ВРБ/3-84, використовують світильники типу ЛСП-2-40-У4 з люмінесцентними лампами типу ЛБ-40 для яких світловий потік дорівнює 2480лм.

Виробниче освітлення в приміщенні повинно відповідати таким нормам:

- для природного освітлення КПО становитиме 2.7 % (для пакувального обладнання);
- для штучного освітлення освітленість становитиме (150) лк.

Крім робочого освітлення передбачене аварійне освітлення, світильники якого повинні бути включені на протязі всього часу горіння робочого освітлення і мали відмітні знаки. Аварійне освітлення необхідне для продовження роботи і повинно забезпечувати на робочих місцях не менше 5% освітленості від встановлених норм при системі загального освітлення. Аварійне освітлення для евакуації людей повинне забезпечувати освітленість на полу основних проходів і на сходах в приміщенні не менше 5 лк.

7.2 Аварійне освітлення

Аварійне освітлення використовується для забезпечення безпечного перебування обслуговуючого персоналу в відділенні, а також для евакуації людей в випадку відключення робочого освітлення. Аварійне освітлення підключено на протязі всього робочого часу праці робочого освітлення, так як необхідна освітленість в приміщенні досягається при одночасній роботі робочого і аварійного освітлення.

7.3 Ремонтне освітлення

Для проведення ремонту обладнання використовується сітка ремонтного освітлення, з напругою 36 В.

8. Шум і вібрація

Систематична дія виробничих шумів і вібрацій на робітників призводять до зниження продуктивності їх праці, різних важких захворювань. В зв'язку з цим особливу увагу звертають на боротьбу із шумом та

вібраціями. При роботі машини шум і вібрація є шкідливими чинниками, які впливають на обслуговуючий персонал.

8.1 Шум

Так-як обладнання працює безпосередньо з потоками скляних пляшок то відповідно пляшки при стиканні одна з одною створюють шум, який при постійній дії може викликати різного роду захворювання. Наш цех відноситься до першого класу (цех, де шум перевищує допустимі рівні на усіх робочих місцях).

Шум розділяють на механічний та аеродинамічний. Механічний виникає із-за тертя і ударів вузлів і деталей машин і механізмів. Аеродинамічний із-за руху потоків повітря, газів або рідин з великими швидкостями. Допустимі рівні звукового тиску в робочій зоні встановлюється в відповідності з ГОСТ12. 1003-83. "Шум. Загальні вимоги техніки безпеки ". Найбільш раціональним методом боротьби з шумом є зменшення його в джерелах виникнення. З цією метою приймаються наступні заходи:

- по можливості замінюються ударні взаємодії деталей на без ударні;
- звукоізоляція огорожуючих конструкцій;
- своєчасна заміна підшипників;
- змазка деталей що труться в'язкими рідинами;

8.2 Вібрація

Збільшення потужностей та швидкостей переміщення у виробництві призводять до небажаних явищ, таких як вібрація. Вібрації не тільки погіршують самопочуття працюючих і знижують продуктивність праці, а й

можуть призвести до серйозних патологічних змін організму людини. Комплексна механізація і автоматизація підприємства є радикальним способом позбавлення людини від шкідливого впливу вібрацій.

Допустимі величини вібрацій встановлюється вимогами ГОСТів на відповідні машини і санітарним нормам. Машина-автомат повністю відповідає усім вимогам ГОСТу. Він встановлений на окремій платформі, немає деталей, які працюють на надвисоких швид-костях, деталі, які виконують зворотно-поступальний рух - підпружинені. В місцях виходу стисненого повітря в атмосферу встановлено шум-гасники, які гасять аеродинамічні шуми.

Машина не потребує постійного ручного керування або безпосереднього контакту з людиною. Вона створює загальну технологічну вібрацію, що передається на фундамент або на підлогу, а через підлогу діє на людину.

Еквівалентні рівні звуку і рівні звукового тиску на робочих місцях в активних полосах частот повинні бути в допустимих межах (за ГОСТ 12.1.003 - 86) подано в таблиці.

Таблиця.

Професія	Рівні звукового тиску дБ, в активних смугах із середньгеометричними частотами, Гц									Рівень звуку і еквівалентні рівні звуку, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	

Оператор - наладник	103	99	92	86	83	80	78	76	74	85
------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

9. Заходи з електробезпеки

Для забезпечення захисту працівників від дії електричного струму слід застосовувати засоби та способи захисту, передбачені «Правилами улаштування електроустановок» (ПУЕ) та «Правилами техніки безпеки електроустановок для споживачів».

Розглядаючи приміщення цеху, можна визначити, що зона де встановлене обладнання належать згідно з класифікації ПУЕ до зон підвищеної небезпеки (фактор небезпеки - можливість одночасного доторкання до заземлених конструкцій і до конструкцій, що працюють під напругою, в разі пошкодження ізоляції, або непрофесійних дій працівника).

Засоби електрозахисту:

- 1) заземлення всіх металевих неструмоведучих конструкцій електричного обладнання;
- 2) застосування системи захисного відімкнення електричного струму живлення у разі замикання на корпус електродвигунів приводу машини, або їх перевантаження;
- 3) усі машини цеху, що живляться змінною напругою 220/380 В обладнуються заземленням і аварійним відімкненням;

4) електричне освітлення здійснюється струмом напругою 127/220 В за обов'язкового встановлення світильників загального освітлення на висоті не нижче 4 м;

5) всі електричні щити живлення мають бути закриті захисними коробками. Під щитами повинні бути діелектричні ковдри (або підставки);

6) приміщення цеху обладнується знаками безпеки;

7) ремонт та профілактика машини здійснюється тільки за відімкненого електричного живлення.

10. Побутові приміщення

Побутові приміщення на підприємстві відповідають вимогам СН 245-71, СНП 2.09.04-87. Підлога в побутових приміщеннях повинна бути вологостійка. Приміщення оснащені душовими, гардеробами, а також кімнатами для просушки спецодягу. Підлога в гардеробі заслана гумовими ковриками, а в душових - дерев'яними трапами.

Всі виробничі будівлі і споруди двічі на рік (весною і восени) підлягають технічному огляду, який проводиться комісією, призначеною керівником виробництва.

11. Техніка безпеки при обслуговуванні обладнання

1. До обслуговування і роботи на автоматі допускаються тільки особи, які пройшли відповідну підготовку та вивчили правила техніки безпеки і посібник з експлуатації.

2. Для обслуговування автомата оператори і наладчики повинні бути забезпечені спеціальним одягом і захисними окулярами.

3. Зона обслуговування машини повинна бути позначена знаком безпеки по ДСТУ 12.4.026-76.

Проходи не повинні бути захищені ящиками, лотками й іншими сторонніми предметами.

4. Для забезпечення електробезпечності електропроводка від шафи до автомата повинна бути прокладена тільки в металевій трубі.

Корпус автомата і шафу з електроустановкою надійно заземлити. Для заземлення машини з заземлюючим контуром на станині передбачений спеціальний болт, відзначений знаком “Земля”.

Контроль за надійністю заземлення металевих частин автомата повинний здійснюватися відповідно до правил і вимог правила улаштування електроустановок (ПУЕ) і правила технічної експлуатації (ПТЕ).

5. Кожухи й огороження автомата повинні бути встановлені на місцях і надійно закріплені.

6. Перед початком роботи перевірити справність захисних пристроїв. Категорично забороняється працювати з ушкодженими електрокнопками керування машини.

7. Під час роботи автомата забороняється займати, переставляти тару з продуктом.

8. При усуненні дрібних неполадок протягом робочої зміни і чищенні обов'язково зупинити автомат і вжити заходів обережності проти випадкового пуску. Забороняється лишати на автоматі в період роботи інструменти й інші предмети.

9. Стежити за справністю захисних пристроїв для автоматичної зупинки автомата при перевантаженнях. Для екстреної (аварійної) зупинки автомата передбачена кнопка “Стоп” із грибоподібним штовхачем червоного кольору.

10. По закінченні робочої зміни робити очищення машини, прибирати робоче місце.

11. При проведенні ремонтних робіт, а також огляді електроустановки обов'язково виключити автомат і переконатися у відсутності напруги на корпусі автомата. Утримувати в належному стані

металеві труби і металорукава, що захищають електричні проводи від ушкодження.

Систематично стежити за заземленням механічних частин, що можуть виявитися під напругою у випадку порушення заземлення.

12. Обслуговуючому персоналу забороняється: вмикати автомат без попередження, а також не переконавшись в його справності; працювати при несправних захисних пристроях; працювати в незаправленому одязі.

12. Заходи з пожежної безпеки

Згідно з нормами технологічного проектування приміщення по вибухобезпечній і пожежній небезпеці відноситься до категорії вибухопожежонебезпечних, категорія « Д», тому що пов'язані із використанням або наявністю паливних газів з нижньою межею займистості більше 10% до об'єму повітря і рідин з температурою спалаху парів вище 28...61 °С включно;

рідин, нагрітих в умовах виробництва до температури спалаху і вище; горючого пилу або волокон, нижня межа займистості яких 65 г/м³ і менше до об'єму повітря, за умови, що далі гази, рідини і пил можуть утворювати із повітрям вибухонебезпечні суміші в об'ємі, що перевищує 5% об'єму приміщення. До цієї категорії належать компресорні станції, холодильні установки.

Пожежна безпека будівель і споруд, умови розвитку і поширення пожежі залежить від займання і вогнестійкості будівельних матеріалів, конструкцій і встановлюється на стадії проектування промислових об'єктів в залежності від технологічного процесу, категорії вибухопожежонебезпечності приміщень, розташованих в проєктованих будівлях.

Відповідно до ДБН 2.01.02-85 будівельні матеріали і кон-струкції щодо загоряння відносяться до групи важкозаймистих.

Будівлі і споруди відповідно до ДБН 2.01.02-85 під розподіляють на п'ять ступенів вогнестійкості. В даному випадку ступень вогнестійкості будівлі I.

Для кожної галузі харчової та переробної промисловості існує узгоджений з державним пожежним наглядом МВС України перелік споруд і приміщень, що підлягають обладнанню автоматичними засо-бами пожежогасіння та автоматичною пожежною сигналізацією.

Виробниче приміщення забезпечено первинни-ми засобами пожежогасіння. До них належать: вогнегасники, пожеж-ний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, гру-бововняної тканини або повсті, ящики з піском, бочки з водою, по-жежні відра, совкові лопати); пожежний інструмент (гаки, ломи, со-кири тощо).

Пожежні щити (стенди) з первинними засобами пожежогасіння встановлені на території об'єкта з розрахунку - один щит (стенд) на площу 5000 кв.м. До комплекту засобів пожежогасіння, які розмі-щуються на ньому включено: вогнегасники - 3, ящик з піском - 1, покривало з теплоізоляційного матеріалу, гаки - 3, лопати - 2, ломи - 2, сокири - 2.

Для забору води із протипожежної водопровідної мережі встановлено пожежні гідранти, відстань між якими не пе-ревищує 150 м, а від стін будівель - не менше 5 м і не далі 2,5 м від краю проїзної частини дороги. Від зовнішньої водопровідної мережі в будівлях і спо-рудах проводять трубопроводи внутрішньої мережі, на якій встановлюють пожежні крани із пожежними рукава-ми і стволами. Розташування кранів повинно забезпечу-вати подачу в кожне приміщення будівлі не менше двох

струменів води. Якщо з технічних причин неможливо подавати необхідну кількість води із пожежного водопроводу або економічно не вигідно, то передбачають створення недоторканого запасу води в водоймищах резервуарах. Будівельні норми і правила встановлюють максимальний термін відновлення недоторканого протипожежного запасу води на підприємствах протягом 24...36 годин в залежності від категорії виробництв за вибухопожежною небезпекою.

В приміщені передбачені 2 шляхів евакуації людей.

- з першого поверху безпосередньо назовні:
- в сусідні приміщення , які забезпечені виходами.

Висновки

З наведених вище фактів можна зробити висновок, що стійкість підприємства в надзвичайних ситуаціях є серйозної проблемою с точки зору безпеки життєдіяльності людей. Вирішення даної проблеми є однією з найважливіших задач адміністрації заводу. В результаті впровадження запропонованих вище заходів на підприємстві: підвищується ступень надійності експлуатації обладнання; зменшиться кількість нещасних випадків та виробничого травматизму; зменшаться витрати на ліквідацію наслідків аварії в результаті передбачення аварійної ситуації; підвищиться безпека праці у виробничих приміщеннях

ВИСНОВКИ

У даному дипломному проєкті було розглянуто та виконано модернізацію пакувальної машини для фасування в'язкої харчової продукції у пакети типу дой-пак, з досягненням продуктивності 50 упаковок за хвилину.

У ході аналізу існуючих конструкцій пакувального обладнання було виявлено їхні основні переваги та недоліки. За результатами порівняльного аналізу для модернізації було обрано машину, яка спочатку призначалася для фасування сипких продуктів у полімерну плівку. З метою адаптації до нових умов експлуатації було:

замінено дозатор на об'ємно-поршневий, що забезпечує роботу з в'язкими середовищами;

змінено габаритні розміри обладнання відповідно до нового компонування механізмів;

додано відвідний транспортер, який забезпечує плавний винос заповнених дой-паків із зони фасування

Застосування поршневого дозатора в модернізованій машині є оптимальним рішенням для роботи з в'язкою харчовою продукцією, оскільки дозволяє забезпечити високу точність дозування, зниження енерговитрат та стабільну продуктивність обладнання.

Таким чином, модернізація спрямована на підвищення ефективності пакування в умовах сучасного виробництва, що орієнтується на використання зручної, привабливої та функціональної упаковки типу дой-пак.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Мельничук Б.М.	Назва, додаткова назва ВИСНОВК И	618 КР.01.01.000. ПЗ			
	Документ затверджено Токарчук С.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Теличкун В.І., Гавва О.М., Теличкун Ю.С., Губеня О.О., Десик М.Г., Чепелюк О.М. Технологічні комплекси харчових виробництв. Київ: Центр учбової літератури, 2017. 454 с.
2. Лобань П.М., Пугач М.О., Скрипник В.В. Пакувальне обладнання харчових виробництв. Київ: НУХТ, 2007. 232 с.
3. Горлач М.І., Шинкаренко І.В. Машина та апарати харчових виробництв. Київ: Ліра-К, 2019. 360 с.
4. Чепіль М.М., Калинюк Г.О. Машина та апарати підприємств харчування. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2020. 246 с.
5. Крижановський Є.П., Слепцов В.О., Корнієнко Ю.І. Механіка машин і обладнання харчових виробництв. Київ: НУХТ, 2015. 388 с.
6. ДСТУ 4518:2008. Пакування. Терміни та визначення понять. [Чинний від 2009-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2008.
7. ДСТУ EN 415-1:2015. Машина пакувальні. Частина 1. Загальні технічні вимоги. [Чинний від 2016-01-01]. Київ: Мінекономрозвитку України, 2015.
8. ДСТУ ISO 22000:2019. Системи управління безпеністю харчових продуктів. Вимоги до організацій харчового ланцюга. [Чинний від 2020-07-01]. Київ: Мінекономіки України, 2019.
9. Волошин В.А., Хомутов А.І. Проектування машин і апаратів харчових виробництв. Харків: ХДУХТ, 2018. 198 с.
10. Теличкун В.І. Технологія харчових продуктів: Пакування та зберігання. Київ: Центр учбової літератури, 2016. 304 с.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Мельничук Б.М.	Назва, додаткова назва СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ	618 КР.01.01.000. ПЗ			
	Документ затверджено Токарчук С.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

11. Coles R., McDowell D., Kirwan M.J. *Food Packaging Technology*. 2nd ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2009. 346 p.
12. Yam K.L. *The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology*. 3rd ed. New Jersey: Wiley, 2009. 1344 p.
- 13 Brody A.L., Bugusu B., Han J.H., Sand C.K., McHugh T.H. *Innovations in Food Packaging*. 2nd ed. London: Academic Press, 2014. 612 p.
14. Rosato D.V., Rosato D.V. Jr. *Plastic Product Material and Process Selection Handbook*. Oxford: Elsevier, 2004. 650 p.
15. ISO 11607-1:2019. Packaging for terminally sterilized medical devices — Part 1: Requirements for materials, sterile barrier systems and packaging systems. Geneva: ISO, 2019.
16. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: підручник для студентів Кривий Ріг: Видавець ФОП Чернявський Д.О., 2015. 492 с.
17. Журнал «Упаковка» URL: <https://upakjour.com.ua/>
19. Токарчук С.В., Гавва О.М., Абдураманов Д.А. Регульований привід у механізмах пакувальних машин. Упаковка. 2007. №3. С. 34-39.
18. Євтушенко О.В., Сірик А.О. Основи охорони праці. Безпека життєдіяльності: підручник. Київ : Видавництво НУХТ, 2021. 495 с.
19. Компанія ТОВ «Баленко Завод пакувального обладнання» URL: <https://balenko.com/>
20. Функціонально-модульне проектування пакувальних машин: монографія / О.М. Гавва та ін. ; за ред. О. М. Гавви. К. : Сталь, 2015. 547 с.
21. Компанія ТОВ «КАМОЦЦІ» URL: <https://www.camozzi.ua/catalog>

ДОДАТКИ

618 КР.01.01.000. ПЗ

Інд. змін.

....

Дата видання

....

Мова

UA

Аркуш

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	К-ть	Прим.
				<i>Документація</i>		
A1				<i>Складальний кресленик</i>	1	
				<i>Складальні одиниці</i>		
		1	<i>618 КР.01.01.000 СК</i>	<i>Бункер-живильник</i>	1	
		2	<i>618 КР.01.01.000 СК</i>	<i>Дозувальний пристрій</i>	1	
		3	<i>618 КР.01.01.000 СК</i>	<i>Мірний циліндр</i>	2	
		4	<i>618 КР.01.01.000 СК</i>	<i>Канал подачі продукту</i>	2	
		5	<i>618 КР.01.01.000 СК</i>	<i>Присоски</i>	2	
		6	<i>618 КР.01.01.000 СК</i>	<i>Привід</i>	2	
		7	<i>618 КР.01.01.000 СК</i>	<i>Конвеєр</i>	2	
		8	<i>618 КР.01.01.000 СК</i>	<i>Пристрій запаковування</i>	4	
Відповідальна організація			Технічне узгодження	Розробник документа	Документ затверджено	Масштаб
<i>НУХТ</i>				<i>Мельничук Б.М.</i>	<i>Токарчук С.В.</i>	
Власник документа				Вид документа	Статус документа	
<i>Кафедра МПТ ПМ-4-1</i>				Назва, додаткова назва <i>Автомат для пакування в'язких харчових продуктів у пакети доц-пак</i>	<i>618 КР.01.01.000 СК</i>	
				Інд. змін.	Дата видання	Мова
						UA
						1

<i>Формат</i>	<i>Зона</i>	<i>Лист.</i>	<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>К-ть</i>	<i>Прим.</i>
				<i>Стандартні вироби</i>		
		<i>1</i>		<i>Болт М8х30.58 ГОСТ 7798-70</i>	<i>8</i>	
		<i>2</i>		<i>Шайба 8 ГОСТ 6402-70</i>	<i>8</i>	
		<i>3</i>		<i>Гайка М10 ГОСТ 15526-70</i>	<i>4</i>	
		<i>4</i>		<i>Гайка М10 ГОСТ 15526-70</i>	<i>4</i>	
		<i>5</i>		<i>Манжета ГОСТ 8752-79</i>	<i>2</i>	
		<i>6</i>		<i>Уголок ГОСТ 8510-89</i>	<i>1</i>	
		<i>7</i>		<i>Кришка</i>	<i>2</i>	
		<i>8</i>		<i>Болт М8х30 ГОСТ 7805-70</i>	<i>4</i>	
		<i>9</i>				
		<i>10</i>		<i>Інші вироби</i>		
		<i>11</i>				
		<i>12</i>		<i>Пневмоциліндр 31R3A100200 Samozzi</i>	<i>1</i>	
		<i>20</i>		<i>Пневмоциліндр 30-080/090 Samozzi</i>	<i>1</i>	

Формат	Зона	Лист	Позначення	Найменування	К-ть	Прим.
				<u>Документація</u>		
A1				Складальний кресленик	1	
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	618 КР.01.01.000 СК	Бункер	1	
		2	618 КР.01.01.000 СК	Корпус	1	
		3	618 КР.01.01.000 СК	Золотник	2	
		4	618 КР.01.01.000 СК	Кришка	2	
		5	618 КР.01.01.000 СК	Гільза	2	
		6	618 КР.01.01.000 СК	Кришка	2	
		7	618 КР.01.01.000 СК	Шток	2	
		8	618 КР.01.01.000 СК	Напрямна	4	
		9	618 КР.01.01.000 СК	Фасувальний патрубок	1	
		10	618 КР.01.01.000 СК	Кришка	1	
		11	618 КР.01.01.000 СК	Пластина	2	
		12	618 КР.01.01.000 СК	Напрямна	4	
		20	618 КР.01.01.000 СК	Поршень	2	
Відповідальна організація			Технічне узгодження	Розробник документа	Документ затверджено	Масштаб
НУХТ				Мельничук Б.М.	Токарчук С.В.	
Власник документа				Вид документа	Статус документа	
Кафедра МПТ ПМ-4-1				Назва, додаткова назва	618 КР.01.01.000 СК	
				Дозатор	Інд. змін.	Дата видання
						Мова
						Аркуш
						UA
						1

Формат	Зона	Лист	Позначення	Найменування	К-ть	Прим.	
				<u>Документація</u>			
A1				<i>Складальний кресленик</i>	1		
				<u>Складальні одиниці</u>			
		1	<i>618 КР.01.01.000 СК</i>	<i>Ніжка</i>	8		
		2	<i>618 КР.01.01.000 СК</i>	<i>Мотор-редуктор</i>	1		
		3	<i>618 КР.01.01.000 СК</i>	<i>Пластинчастий конвеєр</i>	1		
		4	<i>618 КР.01.01.000 СК</i>	<i>Опора</i>	8		
				<u>Деталі</u>			
		5	<i>618 КР.01.01.000 СК</i>	<i>Напрямна</i>	2		
				<u>Стандартні вироби</u>			
		6	<i>618 КР.01.01.000 СК</i>	<i>Болт М6 ГОСТ 15589-70</i>	10		
		7	<i>618 КР.01.01.000 СК</i>	<i>Шайба ГОСТ 11371-78</i>	10		
		8	<i>618 КР.01.01.000 СК</i>	<i>Гайка М8 ГОСТ 10605-94</i>	10		
		9	<i>618 КР.01.01.000 СК</i>	<i>Гайка М20х1,5-6Н ГОСТ 5927-70</i>	8		
		11	<i>618 КР.01.01.000 СК</i>	<i>Шпилька М20х1,5-6дх120 ГОСТ 22042-76</i>	8		
Відповідальна організація		Технічне узгодження		Розробник документа	Документ затверджено		Масштаб
НУХТ				Мельничук Б.М.	Токарчук С.В.		
Власник документа				Вид документа		Статус документа	
Кафедра МПТ ПМ-4-1				Назва, додаткова назва		618 КР.01.01.000 СК	
				Транспортна система		Інд. змін.	Дата видання
						Мова	Аркуш
						UA	1

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	К-ть	Прим.
				<i>Стандартні вироби</i>		
		19		Гайка М14-6Н.04 (S21) ГОСТ 5915-70	1	
		22		Пружина зжимання ГОСТ 13767-86	2	
				<i>Покупні деталі</i>		
		20		Пневмоциліндр серії 61M3P032A050	1	
		21		Пневмоциліндр серії 52G2P32A0600	1	
618 КР.01.01.000 СП				Інд. змін.	Дата видання	Мова
						UA
						1

Формат	Зона	Лист	Позначення	Найменування	К-ть	Прим.
				<u>Документація</u>		
A1				Складальний кресленик	1	
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	618 КР.01.01.000 СК	Корпус	8	
		2	618 КР.01.01.000 СК	Рама зварювального механізму	1	
		3	618 КР.01.01.000 СК	Станина	1	
		8	618 КР.01.01.000 СК	Лапа	8	
		23	618 КР.01.01.000 СК	Напрямна	8	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		4		Гайка 2М6-6Н.04 ГОСТ 5915-70	10	
		5		Гайка М6-6Н.04 ГОСТ 5915-70	10	
		6		Гвинт В.М3-6дх7 ГОСТ 17473-80	10	
		7		Гвинт В.М3-6дх6 ГОСТ 17473-80	8	
		8		Гвинт В.М3-6дх6 ГОСТ 17473-80	8	
		10		Гвинт DIN 912 М8х20	10	
		11		Гвинт В.М3-6дх7 ГОСТ 17473-80	10	
		12		Болт М8-6дх18.58 ГОСТ 7798-70	10	
		13		Болт М8-6дх25.58 ГОСТ 7798-70	8	
		14		Гвинт В.М4-6дх10 ГОСТ 17473-80	8	
		15		Винт В.М3-6дх7 ГОСТ 17473-80	10	
		16		Болт М4-6дх32.58 ГОСТ 7798-70	10	
		17		Шайба 4 ГОСТ 6402-70	8	
		18		Гайка М8-6Н.04 ГОСТ 5915-70	8	
Відповідальна організація НУХТ		Технічне узгодження		Розробник документа Мельничук Б.М.	Документ затверджено Токарчук С.В.	Масштаб
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1				Вид документа	Статус документа	
				Назва, додаткова назва Механізм зварювання	618 КР.01.01.000 СК	
				Інд. змін.	Дата видання	Мова UA
						Аркуш 1