

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут(факультет) ННІТІ 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 2024р.

«До захисту допущено»

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

« 10 » 06 2024р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 131 Прикладна механіка
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Прикладна механіка

на тему: Удосконалення машини для групового пакування ПЕТ-пляшок 0,5л, продуктивністю 720 пак/год.

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ПМ-4-1

Д'яченко Іван Богданович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Володін Сергій Олексійович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти Юрій БОЙКО
(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

(підпис)

Київ - 2024р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С.Гулого Кафедра

Мехатроніки та пакувальної техніки

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

(шифр і назва)

Освітня програма «Прикладна механіка»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МІПТ

проф. Кривопляс-Володіна Л.О.

“ 05 ” 04 2024 року

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Д'яченко Іван Богданович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Удосконалення машини для групового пакування ПЕТ-пляшок 0,5л, продуктивністю 720 пак/год.

керівник проєкту (роботи) Володін Сергій Олексійович, асистент, кандидат технічних наук

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 05 » 04 червня 2024 р. № 256-К С

2. Строк подання здобувачем роботи « 06 » червня 2024р.

3. Вихідні дані до роботи 1. Машина для групового пакування, продуктивність 720 пак/год. 2. Об'єкт пакування – ПЕТ-пляшка 0,5 л. 3. Групова упаковка 12 шт. 4. Термоусадкова плівка ПВХ 15 мкр 250мм x 750мм.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): зміст; анотація; вступ; вивчення стану питання, літературний огляд джерел інформації та постановка задачі проєктування; розробка кінематичної схеми машини; циклограма роботи машини; тепловий розрахунок; розрахунок стійкості пляшок; розрахунок стрічкового конвеєра; підбір пневмоциліндрів; монтаж, експлуатація, обслуговування та ремонт машини; техмаш; заходи щодо охорони праці; загальні висновки; список використаних літературних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Загальний вигляд машини для групового пакування – 1 аркуш; конвеєр – 1 аркуш; термоніж – 1 аркуш; штовхач – 1 аркуш; техмаш – 6 аркушів.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологія Машинобудування	Бойко Ю.І., доц. кафедри МАХФВ		

7. Дата видачі завдання: «05» 04 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Анотація, зміст	04.04.2024р.	Виконано
2	Вступ	08.04.2024р.	Виконано
3	Вивчення стану питання, літературний огляд джерел інформації та постановка задачі проектування	15.04.2024р.	Виконано
4	Розробка кінематичної схеми машини	22.04.2024р.	Виконано
5	Циклограма роботи машини	22.04.2024р.	Виконано
6	Тепловий розрахунок	29.04.2024р.	Виконано
7	Розрахунок стійкості пляшок	06.05.2024р.	Виконано
8	Розрахунок стрічкового конвеєра	13.05.2024р.	Виконано
9	Підбір пневмоциліндрів	13.05.2024р.	Виконано
	Технологічний маршрут виготовлення деталі	20.05.2024р.	Виконано
10	Монтаж, експлуатація, обслуговування та ремонт машини	20.05.2024р.	Виконано
11	Заходи з охорони праці	27.05.2024р.	Виконано
12	Висновки	27.05.2024р.	Виконано
14	Список використаних літературних джерел	27.05.2024р.	Виконано
15	Графічна частина: 5 аркушів формату А1	27.05.2024р.	Виконано
16	Подача кваліфікаційної роботи на кафедру	06.06.2024р.	Виконано

Здобувач

Іван Д'ЯЧЕНКО

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

Сергій ВОЛОДІН

(підпис)

(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Об'єктом проектування модернізації є машина для групового пакування ПЕТ-пляшок із ємністю 0,5 літра у термоусаджувальну полімерну плівку із продуктивністю 720 упаковок за годину.

Розрахунково-пояснювальна частина випускової роботи складається із 70 сторінок. Графічна частина містить в собі п'ять аркушів креслень формату А1.

Перший лист - загальний вигляд машини для пакування ПЕТ-пляшок ємністю 0,5 літра у термозбіжну полімерну плівку із продуктивністю 720 упаковок за годину. Під час роботи машина виконує такі операції: транспортування 12 пляшок на конвеєр, обгортання транспортного пакету плівкою, за допомогою термоножа відрізання плівки, рухаючись термотунелем плівка усаджується.

На другому аркуші зображено креслення транспортера та розміщення ПЕТ-пляшок на ньому.

На третьому аркуші зображено термоніж, а також частину циліндра, за допомогою якого термоніж приходить до руху.

На четвертому аркуші зображено штовхач, який заштовхує наші ПЕТ-пляшки на конвеєр.

Ключові слова та словосполучення: ПЕТ-пляшки, продуктивність, стрічковий конвеєр, штовхач, механізм, термоусадкова плівка, термоніж.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Володін С.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Д'яченко І.Б.	Назва, додаткова назва АНОТАЦІЯ	56.КР.56.000.ПЗ				
	Документ затверджено Кривопляс-Володіна Л. О.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш	

ANNOTATION

The object of the modernization design is a machine for group packing of PET bottles with a capacity of 0.5 liters in shrink polymer film with a capacity of 720 packages per hour.

The calculation and explanatory part of the thesis consists of 70 pages. The graphic part includes five sheets of A1 drawings.

The first sheet is a general view of a machine for packing 0.5 liter PET bottles in shrink polymer film with a capacity of 720 packages per hour. During operation, the machine performs the following operations: transporting 12 bottles to the conveyor, wrapping the transport package with film, cutting the film with a thermal knife, and shrinking the film as it moves through the thermal tunnel.

The second sheet shows a drawing of the conveyor and the placement of PET bottles on it.

The third sheet shows the thermal knife and a part of the cylinder that drives the thermal knife.

The fourth sheet shows the pusher that pushes our PET bottles onto the conveyor.

Key words and phrases: PET bottles, productivity, belt conveyor, pusher, mechanism, shrink film, thermal knife.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Володін С.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Д'яченко І.Б.	Назва, додаткова назва АНОТАЦІЯ	56.КР.56.000.ПЗ				
	Документ затверджено Кривопляс-Володіна Л. О.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш	

Зміст

АНОТАЦІЯ	4
ВСТУП.....	6
1. Вивчення стану питання, літературний огляд джерел інформації та постановка задачі проектування	8
2.Розробка кінематичної схеми машини	26
3.Розробка циклограми роботи машини	28
4.Тепловий розрахунок	30
5.Розрахунок стійкості пляшок	36
6. Розрахунок стрічкового конвеєра	38
7. Підбір пневмоциліндрів.....	40
8. Монтаж, експлуатація, обслуговування та ремонт машини	42
9. Технологічний маршрут деталі «Вал».....	44
10.Охорона праці	75
11.ВИСНОВКИ.....	79
12.СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	80

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Володін С.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа Кафедра МІТ ПМ-4-1	Розробник документа Д'яченко І.Б.	Назва, додаткова назва ЗМІСТ	56.КР.56.000.ПЗ			
	Документ затверджено Кривопляс- Володіна Л. О.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

ВСТУП

За останнє десятиліття харчова промисловість України демонструє стабільні й високі темпи зростання. Це зумовлено зростанням попиту на українську продукцію як всередині країни, так і за її межами, а також покращенням її якості та конкурентоспроможності. Проте для подальшого розвитку галузі необхідне технічне переоснащення та модернізація виробництва. Останнім часом в Україні все більше уваги приділяється машинам, які включають комплекс заходів для покращення технічного оснащення, впровадження нових схем реалізації сучасних завдань, механізації та автоматизації виробничих процесів. Працівники при цьому виступають лише як спостерігачі та контролери виробничого процесу.

Підприємства, що використовують пляшки для фасування своєї продукції, такі як сокоекстрактні та консервні підприємства, лікеро-горілчані заводи, а також ті, що користуються ПЕТ-тарою під час фасування води та напоїв, все більше звертаються до сучасних технологій у галузі пакування, а саме до обладнання для групового пакування.

Зростаючий попит на упаковку європейського рівня та вимоги споживачів і виробників харчової продукції стали ключовими факторами у розробці та виробництві більш досконалих і високопродуктивних універсальних машин.

Машина, що розглядається в даному дипломному проєкті, призначена для групового пакування пляшок з ПЕТ в термоусадкову плівку. Метою модернізації є збільшення продуктивності автомату, підвищення його надійності, а також полегшення в експлуатації та технічному обслуговуванні машини.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Володін С.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Д'яченко І.Б.	Назва, додаткова назва ВСТУП	56.КР.56.000.ПЗ			
	Документ затверджено Кривопляс-Володіна Л. О.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

1. Вивчення стану питання, літературний огляд джерел інформації та постановка задачі проєктування

Щоб оцінити ефективність впровадження треба проаналізувати обладнання, що використовує сучасна харчова промисловість.

В Україні є декілька підприємств що виготовляють обладнання для групового пакування, найбільшим з яких є підприємством є ТОВ “Завод пакувального обладнання Термо-пак ” (м. Біла Церква). Це підприємство працює на ринку України з 1996р. Пакувальні комплекси, створені колективом заводу, успішно працюють на підприємствах таких компаній як “Гетьман”, “Княжий град”, Житомирський ЛГЗ, Львівський ЛГЗ, тощо.

ТЕРМОУСАДКОВЕ ОБЛАДНАННЯ

Процес пакування в термоусадкових машинах, як автоматичних, так і напівавтоматичних, включає обгортання продукції плівкою, обрізання, запаювання та усадку плівки. Для групового пакування полімерних, металевих, скляних банок, а також ПЕТ-пляшок, коробок використовується два типи обладнання: тунельне і рамкове. У тунельних печах продукція, обгорнута плівкою, проходить через термоусадкову камеру. У рамкових лініях нагрівання і усадка плівки здійснюються за допомогою рами з нагрівачами (газові або електропроміневі) по внутрішньому периметру.

Термоусадкові тунелі, розмір яких зазвичай не перевищує 1х1 м, відповідно обмежують розмір упаковки, є енергоємними (температура нагріву 150-170 °С), але коштують дешевше. Рамкові лінії позбавлені цих недоліків, проте значно дорожчі. Завдяки цьому тунельні печі, як напівавтоматичні, так і автоматичні, широко використовуються для групової транспортної упаковки.

На напівавтоматичних лініях вироби вручну укладаються в блоки, які автоматично обгортаються термоусадковою плівкою і подаються в термотунель. В такий спосіб упаковується продукція: банки, пляшки, ПЕТ-пляшки, коробки, пакети з молоком, крупою, борошном,.

Автоматичні пакувальні лінії включають механізм автоматичного формування блоків продукції. За цією схемою здійснюється пакування круглих скляних пляшок (пивних, горілчанних, безалкогольних напоїв), пляшок з алюмінію (з алкогольними і безалкогольними напоями), скляних

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Володін С.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Д'яченко І.Б.	Назва Вивчення стану питання, літературний огляд джерел інформації та постановка задачі проєктування	56.KP.56.000.ПЗ			
	Документ затверджено Кривопляс-Володіна Л. О.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

банок (з дитячим харчуванням, джемами, кетчупом, маринадами), продуктів в упаковці прямокутної форми (паперові пакети з сипучими продуктами — вівсяними пластівцями, борошном, корм для тварин молочні продукти) та інші.

Деякі автоматичні пакувальні лінії оснащені механізмом автоматичної подачі підкладки для встановлення сформованих блоків продукції.

Чимало заводів мають тунельні лінії власної конструкції. Це «Ело-Пак», «Завод Термо-Пак», ПП Баленко, «Мелітопольпродмаш» . «Завод Термо-Пак» пропонує устаткування для пакування в термоусадкову плівку, включаючи автоматичне формування піддону (подачу лотка). Продуктивність може становити 600 - 1500 упаковок на годину. Постачанням пакувального обладнання іноземного виробництва займаються кілька українських компаній. «Манулі Україна» - найбільша з них.

ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СТРЕЧ

Пакування в стретч-плівку проводяться за допомогою спеціальних машин — паллетайзерів. Їх відмінні особливості — швидке налагодження на необхідну висоту предметів (штабелю), механічне регулювання розтяжки плівки, швидка заміна рулону з плівкою. Моделі паллетопакувальної техніки відрізняються, в основному, ступенем автоматизації.

Напіваавтоматична модель включає ручне або електромагнітне гальмо розтягування плівки, а повністю автоматичні машини мають систему попереднього розтягування плівки із електричним управлінням. Таке устаткування імпортного походження пропонує компанія «Манулі-Україна». Продуктивність паллетоукладчиків — від 10 до 60 піддонів в годину. Серед вітчизняних виробників паллетообертальних машин слід назвати «Завод Термо-Пак», в арсеналі якого вже декілька модифікацій паллетайзерів типу

«Кокон», здатних конкурувати по своїм технічним характеристикам, якості й дизайну з європейськими аналогами.

Для обертання стретч-плівкою нестійкого або легкого вантажу призначений спеціальний притиск, котрий дозволяє виключити розсип такого вантажу на піддоні. Машини можуть бути доповнені подаючим транспортером з автоматичним формувачем блоку з коробок або пакетів. Упаковувана продукція: паллети з пляшками, скляними пляшками, молочними пакетами, пакетами з сипкими продуктами (мукою, вівсяними пластівцями), з кормами для тварин й багато що інше.

Таким чином, у описаних плівок в зонах застосування склалося, можна сказати, положення статус-кво: для групової упаковки використовується термоусадкова плівка, для палетної — стретч, у меншій мірі — термоусадкова. В майбутньому очікується значне збільшення споживання палетної стретч-плівки за рахунок зростання об'ємів крупногабаритних паків. Проте, враховуючи те, що термоусадкові плівки не поступаються

стретч по фізико-механічним характеристикам, а в деяких випадках (наприклад, бар'єрні властивості) навіть перевершують їх, вони цілком добрі для малогабаритних паків.

Огляд технологічного обладнання аналогічного принципу дії



Пакувальна машина
УМТ-600М

Машина призначена для формування, обандеролювання та упакування продукції в пакети. Продукція упаковується в термоусадковий поліетилен, що запобігає використанню додаткової тари, такої як дерево, картон та інші матеріали, а також захищає продукцію від забруднення вологою та механічних пошкоджень.

Основними вузлами є пристрій формування пакета (формував), пакувальний пристрій (упаковувач) та пульт управління.

У формувачі відбувається набір і формування блоків продукції, а також регулювання їх розмірів. В пакувальному вузлі відбувається різання, зварювання та порційне змотування плівки, обгортання пакета та скорочення плівки. Після виходу з пакувального вузла відбувається швидке охолодження та стабілізація пакета. За допомогою пульта управління здійснюється управління та контроль параметрів технологічного процесу.

Продуктивність, упаковок за хвилину	до 4
Встановлена потужність, кВт	до 22,8
Електроживлення, В/Гц	380/50
Габаритні розміри машини, мм	3550×1120×1850
Маса машини, кг	550
Габарити одержаного пакету, мм	400×300×350



Пакувальна машина УМТ-600 П02

Машина призначена для формування продукції в пакети, обандеролювання, пакування отриманих пакетів.

Продукція, яка підлягає упаковці, включає вироби у споживчій тарі (харчова продукція), різноманітні порожні контейнери (банки, пляшки, коробки), а також продукцію, що не потребує попередньої упаковки (паркет, плитка, мінвата, дерев'яні та металеві конструкції). Упаковка продукції виконується в термозбіжний поліетилен для виключення використання дерев'яної, картонної та іншої тари, а також для захисту продукції від забруднення, вологи та механічних пошкоджень.

Основними вузлами (складальними одиницями) машини є:

- Пристрій формування пакета (формувавч)
- Пакувальний пристрій (пакувальник)
- Пульт керування

Продуктивність, упаковок за хвилину	до 7
Встановлена потужність, кВт	не більше 22
Електроживлення, В/Гц	380/50
Габаритні розміри машини, мм	3800x1120x1900
Маса машини, кг	650
Пневможивлення, МПа	0,5-0,7
Габарити одержуваного пакета, мм	400x300x330



Пакувальна машина УМТ-600А

Машина призначена для формування продукції в пакетах, обандеролювання та пакування отриманих пакетів.

Таким чином упаковується продукція в споживчій тарі (харчова продукція), різноманітні порожні контейнери (банки, пляшки, коробки), а також продукцію, що не потребує попередньої упаковки (паркет, плитка, мінвата, дерев'яні та металеві конструкції).

Упаковка продукції відбувається в термозбіжний поліетилен для виключення використання дерев'яної, картонної та іншої тари, а також для захисту продукції від забруднення, вологи та механічних пошкоджень.

Основними вузлами (складальними одиницями) машини є:

- Пристрій формування пакета (формував)
- Пакувальний пристрій (пакувальник)
- Пульт керування

Продуктивність, упаковок за хвилину	до 10
Встановлена потужність, кВт	не більше 28,5
Електроживлення, В/Гц	380/50
Габаритні розміри машини, мм	4100x1100x1700
Маса машини, кг	800
Пневможивлення, МПа	0,5-0,7
Габарити одержуваного пакета, мм	400x300x300



Пакувальна машина УМТО-1000А

Машина розроблена для індивідуального пакування продукції рулонного типу, у тому числі для пакування шпалер у рулонах. Їх використання дозволяє виключити дерев'яну, картонну та іншу тару, а також запобігти забрудненню та механічним пошкодженням продукції.

Модель УМТО-1000А – це автоматична та високопродуктивна машина для пакування рулонів. Вона складається з наступних вузлів:

- Пристрій формування пакета (формувач)
- Пакувальний пристрій (пакувальник)
- Вкладчик етикетки
- Термотуннель
- Пульт управління та електрошафа

Формувач здійснює подачу продукції, вирівнювання залишкової конусності на рулонах та підворот рулонів. Пакувальний вузол зварює плівку, ріже її та обертає рулони. Вкладчик етикетки захоплює етикетки з касетниці та транспортує їх до місця упаковки. У термотунелі відбувається термоусадка плівки і підтиск з обох кінців загнутих країв плівки.

Електрошафа містить елементи електроустаткування, які керують роботою машини в автоматичному режимі. На передній панелі пульта управління розташовані всі потрібні елементи для контролю та управління технологічним процесом.

Продуктивність, упаковок за хвилину	до 10
Встановлена потужність, кВт	не більше 24
Електроживлення, В/Гц	380/50
Габаритні розміри машини, мм	4800x5800x1800
Маса машини, кг	1600
Пневможивлення, МПа	0,5-0,7
Габарити одержуваного пакета, мм	l=1060, d=100-200



Пакувальна машина УМТ-600А-06КП

Машини серії УМТ призначені для обандеролювання, пакування різної продукції: в споживчій тарі (харчова продукція), різноманітні порожні контейнери (банки, пляшки, коробки), а також продукцію, що не потребує попередньої упаковки (паркет, плитка, мінвата, дерев'яні та металеві конструкції).

Упаковка продукції відбувається в термозбіжний поліетилен для виключення використання дерев'яної, картонної та іншої тари, а також для захисту продукції від забруднення, вологи та механічних пошкоджень.

Дана машина УМТ-600А-06КП призначена для пакування циліндричної тари (скляні, бляшанки) в пакет необхідного формату на підкладці. Оснащена вузлом подачі картонної підкладки з касетниці.

СКЛАД ВИРОБУ ТА ЙОГО МОДИФІКАЦІЇ

Основними вузлами (складальними одиницями) машини УМТ-600А-06КП є:

- вузол формування пакета;
- термотунель;
- пульт керування.

У вузлі формування пакета здійснюється набір пакета, подача підкладки, регулювання розмірів пакета, обгортання пакета в плівку, після чого відбувається подача в термотунель. А також різання, зварювання плівки та її порційне відмотування.

У термокамері термотунелю відбувається усадка плівки. Після виходу з термокамери здійснюється швидке охолодження та стабілізація пакета.

Керування та контроль над параметрами технологічного процесу здійснюється за допомогою пульта управління.

Продуктивність, упаковок за хвилину	до 10
Встановлена потужність, кВт	не більше 28,5
Електроживлення, В/Гц	380/50
Габаритні розміри машини, мм	6200x2000x2250
Маса машини, кг	1000
Пневможивлення, МПа	0,5-0,7
Габарити одержуваного пакета, мм	400x300x200

Тобто, можна побачити, що всі представлені зразки машин мають великі габарити, що створює певні труднощі в обслуговуванні даної машини, зокрема наявність на обладнанні гострих кутів, виступів, важкодоступність до певних частин обладнання, що призводить до накопичення пилу і бруду в таких місцях. Також спостерігається низька продуктивність для таких габаритів і геометричних параметрів. Налагодження машини для різних типів упаковок призводить тільки до більших енерговитрат.

Тому, на мою думку, кращу продуктивність та менші енерговитрати можна забезпечити за рахунок обмеження у варіації продукції і як наслідок матимемо більшу продуктивність (до 720 упаковок за хвилину), нижчі енерговитрати, зручність в обслуговуванні за рахунок менших габаритів обладнання і простоті конструкції.

Характеристика термоусадкової і стретч-плівки для транспортної упаковки

У світі сучасних транспортних та складських процесів роль плівкової упаковки стала вирішальною. Замість складних та мануальних операцій з підйому та переміщення важких вантажів, сьогодні механізми безпомилково маніпулюють палетами, а транспортні "кубики" зручно переносяться покупцями. Проте перед пакувальниками стоїть завдання вибору між термоусадковою та стретч-плівкою для досягнення оптимальних результатів упаковки та транспортування. Давайте докладніше розберемося в їхніх характеристиках та застосуваннях.

Термоусадкова плівка

Термоусадкові плівки - це полімерні матеріали, які можуть зменшуватися у розмірах під впливом високої температури, що перевищує їх температуру розм'якшення. Ці плівки виготовляються шляхом розтягування полімерного матеріалу в гарячому, еластичному стані, а потім охолодженням, що призводить до напрямленої орієнтації молекулярних ланцюгів і виникнення внутрішніх напружень. Під час охолодження ці деформації і напруження фіксуються в матеріалі завдяки процесам оскляніння й кристалізації. При подальшому нагріванні такі плівки піддаються релаксаційним процесам, і матеріал намагається повернутися до своїх первісних розмірів, що відомо як "пам'ять полімеру" або термоусаджування.

Термоусадкові плівки можуть бути виготовлені з різних полімерів, таких як поліолефіни (ПЕНП, ПЕВЩ, ПП), сополімери етилена з вінілацетатом, ПВХ, ЗХВД, ПС, гідрохлорид каучуку, ПА. Фізико-механічні та експлуатаційні властивості цих плівок залежать від хімічної природи використаного полімеру і ступеня його орієнтації.

Основними характеристиками термоусадкових плівок є ступінь і напруження усадки. Ступінь усадки визначається як відношення лінійних розмірів зразка до розмірів після усадки. Залежно від ступеня усадки в поздовжньому і поперечному напрямках розрізняють одноосноорієнтовані та двохосноорієнтовані плівки.

Перші усаджуються в основному в одному напрямі, наприклад, поздовжньому на 50-70% і поперечному на 10-20%. Другий тип плівок зменшується в обох напрямках з однаковими або різними ступенями усадки, наприклад, вздовжньому на 50-60% і поперечному на 35-45%.

Табл.1.1

Найменування полімеру	Щільність г/см ³	Ступінь усадження, %	Напруження усадження, МПа	Температура усадження, С°	Температура зварювання, С°
Поліетилен низької щільності	0,92	15-50	0,3-3,5	120-150	150-200
Поліетилен низької щільності радіаційно-модифікований	0,92	70-80	1,0-3,5	110-210	170-230
Поліпропілен	0,9	70-80	2,0-4,0	150-230	175-200
Полівінілхлорид	1,4	50-70	1,0-2,0	110-155	135-175
Сополімер вініліденхлорида і вінілхлорида	1,65	30-60	1,0-1,5	95-140	200-315
Полістирол	1,05	40-60	0,7-4,0	130-160	120-150
Гідрохлорид поліізопрену(ескапен)	1,1	30-50	1,0-2,5	100-150	180-250

Напруження усадки - це напруження, що виникає у напруженому матеріалі під час нагрівання. Його величина залежить від температури і тривалості нагріву плівки. Чим нижча температура, тим більше часу потрібно для усадження. При виконанні усадки при високих температурах процес може пройти досить швидко. Міцність плівок для усадки дещо зменшується, але залишається достатньою, щоб забезпечувати упаковці цілісність.

Термоусадкові плівки виготовляються товщиною від 30 до 300 мікрометрів і мають форму полотна, напіврукава, рукава, з шириною від 200 до 2000 міліметрів, що розширює їхнє застосування від невеликих об'ємів до важких вантажів, таких як усадкові чохла для упакування контейнерів, штабелів мішків, вкладених на піддоні. Найбільш поширеними є термоусадкові плівки з поліетилена низької щільності, які володіють задовільною механічною міцністю в інтервалі температур ± 50 градусів Цельсія, легко зварюються, еластичні і хімічно стійкі відносно більшості упаковувальних продуктів, при цьому є порівняно доступними за ціною.

В Україні термоусадкові плівки пропонуються багатьма компаніями, такими як ТОВ "Манулі Україна ЛТД", ТОВ НПФ "Пластмодерн", ТОВ НПП

"ПоліПак", ТОВ "АС-БУД" (ТМ "Уніпак"), ТД "Союз", ПТК "Полімерцентр", ЗАТ "Пласт Маркет", ВКФ "Біолог", ВАТ "Дельта", ТОВ "Слов'янська торгова компанія" та інші.

Стретч-плівка

Стретч-плівка (від англійського stretch- подовження)- сучасний пакувальний матеріал, котрий теж можна назвати “пам’ятливим”, оскільки відмінна його риса- здатність розтягуватися з подовження до 300%, а після розтягування повертатися в початковий стан. Завдяки попередньому розтягуванню плівки перед обмоткою вантажу, за рахунок її намагання повернутися в початковий стан, виникає утримуюча сила, яка забезпечує надійне скріплення вантажу в процесі транспортування й навантажувально-розвантажувальних робіт. Окрім того, при накладанні шару на шар в розтягнутому стані стретч-плівка, що зветься, “самоприлипає”, збільшуючи свою міцність до роздиру, проколу, удару й продавлюванню.

По виду використовуваної сировини стретч-плівки класифікуються на:

- полівінілхлоридні;
- поліетиленові(з ЛПЕНП й сумішей на його основі);
- плівки з сополімерів етиленвінілацетатів

Найширшого вживання на ринку транспортної упаковки знайшла стретч-плівка з поліетилену. Цей вид застосовується для групової і транспортної упаковки. Частіше всього – для закріплення готової продукції на піддонах-палетах шляхом ротаційного, ручного або автоматичного, обмотування(штабелювання).

Стретч-плівки для машинного упакування, у свою чергу, поділяються на три категорії:

-Standart(для напівавтоматичних машин низької продуктивності праці)

-Power(для автоматичних пакувальників, що гарантує велику продуктивність)

-Super(для устаткування високої продуктивності, використовуються такі плівки лишенайбільшими компаніями-гігантами, так і то не всіма).

Таблиця 1.2. Середні параметри поліетиленових стретч-плівок

Параметри плівки	Палетна	
	Ручна	Машинна
Товщина, мкм	15-20	17-23
Ширина, мм	450-500	500
Довжина, м	250-300	1500-2000
Попереднє розтягування, %	70-150	250-300

Вид термоусадкової плівки

Транспортне пакування в термоусадкову плівку може бути як груповим, так і штабельним. Групове пакування передбачає об'єднання кількох однотипних або різнотипних виробів в щільний пакет за допомогою термоусадкової плівки. Вироби можуть бути розташовані на спеціальних підкладках, лотках або рамках, які разом з плівкою виконують функцію транспортної упаковки. Така плівка використовується для пакування алкогольних напоїв, соків, мінеральної води (у ПЕТ-пляшках та склотарі), продукції консервних заводів та масложиркомбінатів.

Зв'язування вантажів за допомогою термоусадкової плівки забезпечує монолітність пакету, фіксацію вантажу на піддоні, повну механізацію процесу пакування, захист від зовнішніх впливів (пилу, бруду, вологи) та можливість візуального контролю. Стретч-плівка, на відміну від термоусадкової, не може забезпечити достатньої міцності зв'язування з піддоном і вимагає додаткового використання верхнього пакувального листа для досягнення монолітності упаковки. При спіральному методі пакування контроль за вантажем ускладнюється, а можливість перегрупування на проміжних складах ставить під сумнів збереження вантажу. Термоусадкова плівка забезпечує непроникність пакету під час транспортування до отримувача.

Термоусадкова плівка має ще одну важливу перевагу — можливість захисту від фальсифікації шляхом нанесення логотипу компанії, штрих-коду, дати випуску чи іншої інформації про товар. Також можна використовувати індивідуальні кольори плівки для ідентифікації. Стретч-плівка не забезпечує такого рівня захисту.

При використанні термоусадкової плівки можна здійснювати обандеролювання або повне обгортання залежно від вимог до групового пакету, тоді як стретч-плівка забезпечує лише повне обгортання, що ускладнює ручне навантаження. Вибір індивідуального розміру плівки дозволяє досягти максимальної економічної ефективності.

Штабельне пакування передбачає формування багатоярусного транспортного пакету або блок-пакету, який покривається чохлам з термоусадкової плівки, утворюючи компактний штабель, що легко переміщається підйомно-транспортними засобами. Економічна ефективність термоусадкової плівки особливо висока при необхідності використання матеріалу великої товщини. Наприклад, усадкові чохла з ПЕВД використовуються для пакування важких вантажів, таких як контейнери або мішки з сипучими продуктами. В таких випадках виправдано застосування плівок товщиною 150-300 мкм з рівною усадкою в обох напрямках. Проте останнім часом термоусадкові плівки поступово витісняються з штабелювання. Для групового пакування використовують плівку товщиною 50-100 мкм, а для пакування на піддонах — 100-300 мкм.

Переваги пакування в стретч-плівку штабельованих вантажів

Стретч, беззастережно поступившись лідерством в області групового упакування термоусадкової плівці, все більше «відіграється» на «полі» штабелювання. Захопити ініціативу їй допомагає ряд конкурентних переваг:

менша витрата матеріалу за рахунок високого рівня попереднього розтягування (наприклад, якщо плівка володіє лінійним розтягуванням 300%, то матеріал шириною 500 мм, завтовшки 23 мкм й завдовжки 1 м розтягується до 4 м, при цьому товщина його зменшується до 400 мм . За рахунок цього при машинному пакуванні витрата плівки знижується не менше ніж в два рази в порівнянні з ручним);

відсутність необхідності в складному устаткуванні й високих витратах енергії при упакуванні;

- усунення необхідності в додаткових засобах фіксації (ПП або сталевих стрічок) за рахунок здатності шарів плівки при зіткненні прилипати один до одного, висока прозорість, що полегшує контроль вмісту палети;

використання плівки стандартної ширини (справедливості ради,обмовлюсь: цей чинник не так однозначний, забезпечуючи можливість автоматизації, він є й недоліком, оскільки термоусадкову плівку можна замовити у виробника під розмір «свого» паку, а стретч-плівка по ширині завжди одного розміру);

можливість ручної обмотки (для підприємств, у котрих немає засобів для автоматизації).

На вітчизняному ринку стретч — продукт порівняно новий, тому не використовується так широко, як на Заході. (В Європі пакування вантажу в стретч-плівку часто обов'язково для виробника й передбачено умовами

договору). Слідуючи європейським стандартам упаковки, стретч-плівку широко використовують зарубешні виробники, що знаходяться на території України, а також експортери, чия продукція пакується на палетах.

Виробники стретч-плівки

До недавнього часу потреба ринку України в стретч -плівках практично повністю задовольнялася за рахунок імпорту. Й сьогодні, не дивлячись на появу крупних вітчизняних виробників стретч-плівки, присутність іноземних компаній вельми відчутна - велику частину ринку формують представники іноземних фірм-виробників. Високу активність на вітчизняному ринку демонструють підприємства Німеччини, Фінляндії, Італії, Угорщини, Польщі й Південної Кореї. Самий крупний постачальник — ТОВ «Манулі Україна».

Середні риночні ціни імпортої стретч-плівки на сьогоднішній день такі:

- ручна палетная — 5 у.о. за рулон 300 м (1,2-1,8 у.о. за 1 кг);
- машинна Standart — 1,6-1,9 у.о. за 1 кг;
- машинна Power — 1,8-2,0 у.о. за 1 кг.

Коло вітчизняних виробників стретч-плівки доволі вузьке. Лідер загальнодержавного рівня - ТОВ НПФ «Пластмодерн». Використовуючи високопродуктивне обладнання, це підприємство в значній мірі задовольняє потреби України в стретч плівці. Окрім цього, «Пластмодерн» не скупиться і пропонує обладнання для виробництва стретч-плівки всім бажаючим. На власному веб-сайті фірма розмістила спеціально розроблену програму (для вільного «скачування»), що дозволяє здійснити техніко-економічний розрахунок процесу виробництва рукавної плівки і самостійно з врахуванням місцевих умов виробництва, визначити рентабельність даного бізнесу.

Можливо, тому останнім часом в регіонах спостерігається збільшення кількості невеликих виробництв, що випускають стретч-плівку рукавним методом. При цьому якість повністю спів ставна з імпортою і плівкою, що випускається на крупних виробництвах. Правда, поступово підключаються і інші компанії. Наприклад, готується до «виходу в світ» фірма «Хекро Пет» (Хмельницький).

ТЕРМОУСАДКОВА ПАКУВАЛЬНА ПЛІВКА ПВХ

Визначення:

Термоусадкова плівка представляє собою прозору плівку, що має властивість стискатися (усаджуватися) при нагріві.

56.КР.56.000.ПЗ	Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш
-----------------	------------	--------------	------------	-------

Область застосування:

Термоусадкову плівку застосовують для упаковки промислових товарів широкого призначення (коробок, пластмасових і паперових виробів), в текстильній промисловості, на фабриках по виробництву дитячих іграшок, в сувенірній промисловості. Термоусадкова плівка може слугувати для скріплення разом декількох виробів (її широко застосовують фасувальні цехи та ін.). Застосовується в парфумерному виробництві, у виробництвах виробів, що займаються виготовленням виробів для оброблюваних робіт (для упакування стельових плит, рулонів шпалер, різноманітних грон і т.д.), в поліграфії й друкарні.

Термоусадкова плівка широко використовується харчовими виробництвами, кондитерськими фабриками й хлібобулочними комбінатами.

Процес упаковки в термоусадкову плівку:

Перший етап включає укладання плівки на термоусадковий апарат, після чого в плівку поміщається продукт для пакування. Потім плівку обрізають до необхідного розміру і одночасно запаюють шви по краях, залишаючи трохи вільного простору для подальшої усадки плівки на 30-40%. У результаті, продукт запаюється в пакеті, а зайва плівка видаляється і утилізується.

Другий етап передбачає розміщення запакованого в плівку продукту в термоусадкову камеру, де відбувається усадка плівки за формою продукту.

Ступінь усадки термоусадкової плівки залежить від таких факторів:

- температури в термокамері;
- часу впливу гарячих температур;
- коефіцієнта усадки плівки.

Види плівок:

Плівки розрізняють по:

-типу матеріалу: плівка ПВХ, плівка поліолефінова, плівка поліетиленова

-видам полотна: напіврукав, повотно (плівка ПВХ - напіврукав, плівка поліетиленова -повотно)

Транспортування і зберігання плівок:

Для транспортування термоусадкової плівки використовується залізничний і автомобільний транспорт. Перевезення відбувається у закритих

транспортних засобах відповідно до правил перевезення вантажів для цих видів транспорту.

Зберігання термоусадкової плівки повинно здійснюватися у вертикальному положенні в складському приміщенні, яке захищає від прямих сонячних променів. Температура повинна бути в межах від 0 до 35°C, при цьому плівка повинна знаходитися на відстані не менше 1 метра від нагрівальних приладів. Дозволяється горизонтальне зберігання рулонів плівки, але не більше ніж в 5 рядів по висоті.

Якщо плівка транспортувалася при температурі нижче 0 °C, її потрібно витримати при кімнатній температурі не менше доби перед використанням.

Гарантійний термін зберігання термоусадкової плівки становить один рік з дня виготовлення.

Термоусадкова плівка ПВХ

Визначення:

Термоусадкова плівка ПВХ є полівінілхлоридною прозорою плівкою, що має властивості стискатися (усаджуватися) при нагріві.

Рекомендація по вибору типу плівки ПВХ:

- товщина плівки ПВХ залежить від ваги й габаритів пакувального виробу, наявності на його поверхні виступаючих частин і гострих кутів, способу подальшого транспортування або наявності вторинної упаковки;
- ступінь усадки залежить від співвідношення повздовжніх і поперечних розмірів пакованого виробу виробу й від його здатності чинити опір деформації;
- ширина плівки ПВХ залежить від зовнішніх розмірів виробу з врахуванням ступеня усадки плівки й рекомендацій устаткування, що використовується.

Складнощі, з якими може зіткнутися споживач при роботі з термоусадковою плівкою ПВХ:

- Не зварюється шов. Причина: або маленька температура зварювального ножа й тоді ніж -«недозварює» шов. Або висока температура зварювального ножа — ніж- перепалює шов. Потрібно відрегулювати температуру на ножах.
- При усадці плівка ПВХ лопається по шву. Причина: неміцно зварений шов (див. ситуацію вище). Друга причина- плівка може перетягуватися під час усадки. Треба зменшити температуру усадки, або збільшити швидкість конвейєра (понизити час усадки плівки)

- Рветься при усадці. Причини: висока температура усадки. Треба зменшити температуру усадки, або ж збільшити швидкість конвейера (понизити час усадки плівки)

- Не усаджується. Причини: низька температура усадки, або низька швидкість конвейера. Треба збільшити температуру усадки, або зменшити швидкість конвеєра.

Формула розрахунку ваги:

Припустімо плівка ПВХ позначається:

250 x 750 x 15 мкм

ширина намотування товщина (мм) (м) (мкм)

$0,25 \times 750 \times 2 \times 1,3 \times 0,015 + 10\% = 8,04 \text{ кг.}$

Ширина намотування т.к, коеф. товщина втулка

(м) (м) напіврукав щільності

Параметри плівки ПВХ:

Термоусадкова плівка має стандартну ширину від 200 до 500 мм 3 кроком в 50 мм.

Довжина намотування 750м, буває і економ варіант.

Товщина плівки вимірюється в мікронах.

Стандартна товщина 15; 20; мікрон.

Коефіцієнт щільності 1,3 (є величиною постійною)

Кожний ролик упакований в коробці.

Технічні характеристики

Таблиця 1.3

Робоча температура усадки, С°	120
Діапазон регулювання температур, С°	120-160
Коефіцієнт усадки по довжині при +90С°, %	40
Коефіцієнт усадки по ширині при +90С°, %	40
Міцність на розтягування кг/см ²	
в поздовжньому напрямі	900
в поперечному напрямі	750
Розривне зусилля, МПа	
Подовження при розриві, %	
в поздовжньому напрямі	90
в поперечному напрямі	100

Вимоги до плівки по ДСТУ 4285:2004: Термоусадкова плівка повинна відповідати:

- зовнішній вигляд плівки ПВХ повинен бути без отворів, тріщин, складок, з рівно обрізаними краями;
- колір білий або з жовтуватим відтінком;
- усадка при прогріванні не більше 5-ти %;
- міцність при розтягуванні (МПа) не менше 39,2;
- допускається наявність в рулоні не більше двох відрізків у плівці не менше 10м. Місця обривів плівки склеюються встик липкою стрічкою й відзначають сигнальними знаками;
- змотування плівки в рулоні повинне бути щільним.

Використана література:[5;16;17;18;]

2.Розробка кінематичної схеми машини

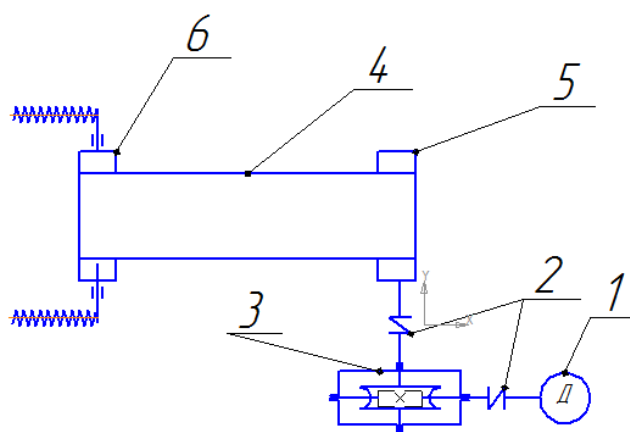


Рис.2.1.Кінематична схема приводу роликового конвеєра

1 – електродвигун; 2 – муфта; 3 – редуктор черв'ячний ; 4- стрічковий конвеєр; 5- приводний барабан; 6 – натяжний барабан.

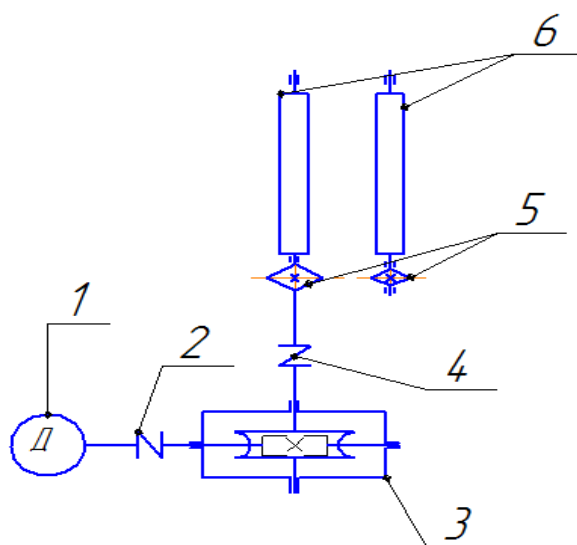


Рис.2.2. Кінематична схема приводу рулонорозмотувача

1- двигун; 2,4- муфта; 3- редуктор черв'ячний; 5- ланцюгова передача; 6- ролики.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Володін С.О.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Д'яченко І.Б. Документ затверджено Кривопляс-Володіна Л. О.	Назва Розробка кінематичної схеми машини	56.КР.56.000.ПЗ			
			Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

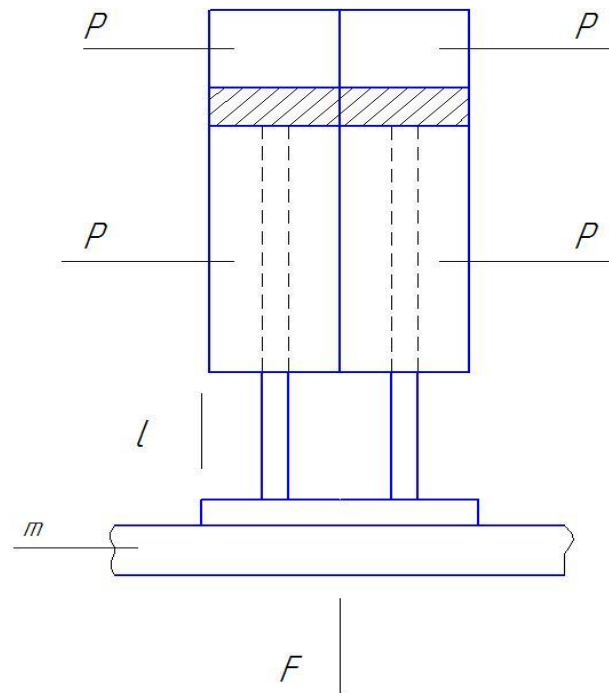


Рис.2.3. Кінематична схема пневмоциліндра для зварювання плівки

$$P_1 = P_2 = 0,5 \text{ МПа}$$

$$L = 50 \dots 450 \text{ мм}$$

$$m = 7 \text{ кг}$$

$$F = mg = 68.6 \text{ Н}$$

$$P = \frac{F}{S} = F = PS = 0.5 \cdot 10^6 \frac{\pi d^2}{4} \cdot 2 = d = \frac{\sqrt{0.5 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 10^6}}{68.6} = 18 \text{ мм}$$

Із стандартного ряду виберемо найближчий діаметр, який рівний 32 мм.

3.Розробка циклограми роботи машини

Умовами реалізації заданого технологічного процесу є рух робочих органів машини із встановленими швидкостями та прискореннями та відповідна послідовність їх переміщення. Графічне зображення цієї послідовності рухів і зупинок робочих органів машини називається цикловою діаграмою або циклограмою машини.

Складовими циклограми машини є циклограми її робочих органів. Циклограма дозволяє визначити початок і кінець руху робочих органів машини в межах кінематичного циклу. Відлік часу починається від моменту старту веденої ланки виконавчого механізму, яка приймається за основну.

За основну ланку рекомендується вибирати робочий орган, що виконує найбільш тривалу або трудомістку операцію, або, як у нашому випадку, першу за порядком в технологічному процесі.

Для робочих органів з безперервним циклом характерні такі переміщення:

1. Рух робочого органу в напрямку виконання технологічної операції, що характеризується тривалістю робочого ходу.
2. Переміщення робочого органу до вихідного положення, що характеризується тривалістю холостого ходу.

На рис. 3.1 представлено загальний вигляд машини для групового пакування в термоусадкову плівку. До її складу входять такі основні робочі органи:

1. Перший робочий орган — завантажувальний конвеєр, що забезпечує рух банок;
2. Другий робочий орган — пневмоциліндр №1;
3. Третій робочий орган — пневмоциліндр №2;
4. Конвеєр термотунеля;
5. Відвідний конвеєр.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Володін С.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Д'яченко І.Б.	Назва Розробка циклограми роботи машини	56.КР.56.000.ПЗ			
	Документ затверджено Кривошляс-Володіна Л.О.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

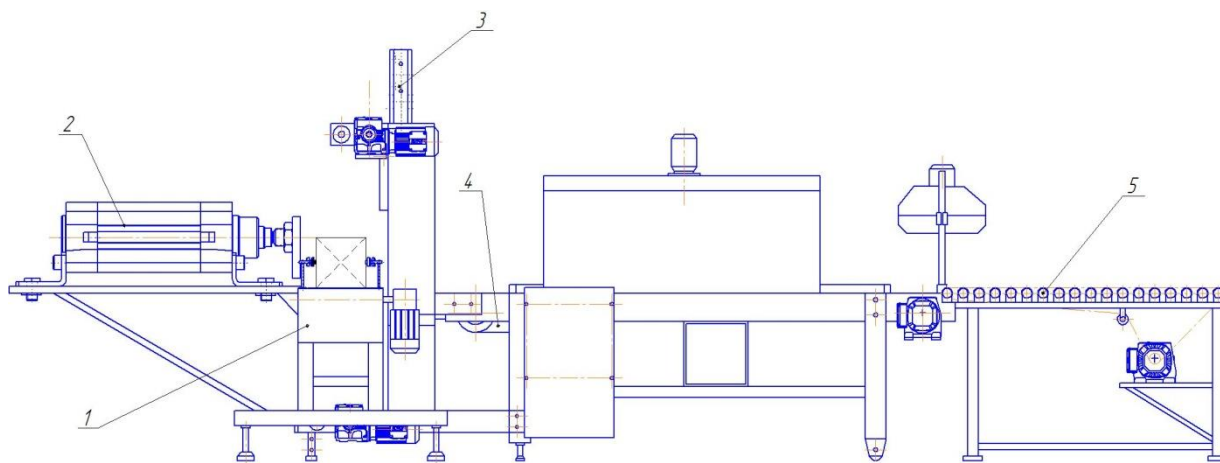


Рис.3.1. Загальний вигляд машини для групового пакування жестяних в термоусадкову плівку :

1- завантажувальний конвеєр; 2,3- пневмоциліндр; 4 – конвеєр стрічковий;
5 – відвідний конвеєр.

Циклограма буде мати вигляд:

<i>Завантажувальний конвеєр</i>	<i>Р. Х.</i>					
<i>ПЦ 1</i>	<i>ВХ</i>	<i>РХ</i>	<i>В</i>	<i>ХХ</i>	<i>ВХ</i>	<i>РХ</i>
<i>П Ц 2</i>	<i>ВХ</i>			<i>РХ</i>	<i>ВР</i>	<i>ХХ ВХ</i>
<i>Конвеєр термотунелю</i>	<i>Р.Х.</i>					
<i>Відвідний конвеєр</i>	<i>Р.Х.</i>					

Використана література:[11;12;13;14;]

4. Тепловий розрахунок

Розрахунок ведемо виходячи з таких даних:

Продуктивність автомату 8 пакетів/хв.

Ширина стрічки $B=250$ мм

Вага одного обгорнутого термоусадковою плівкою пакету з $n=6$ пляшками складає: $G = G_{пл} + G_{п}$

Вага однієї пляшки з продуктом місткістю 500 мл дорівнює $G_{п} = 0,533$ кг

Вага плівки, яка потрібна на обгортання

$$G = \rho \cdot S,$$

де S -площа плівки,

ρ - питома вага плівки, кг/м^3

Плівка товщиною 20 мкм $\rho = 1,4 \cdot 10^3$ кг/м^3

При ширині рулону 250 мм на обгортання однієї упаковки потрібно плівки площею:

$$S = 0,25 \cdot (2 \cdot 0,124 + 2 \cdot 0,1125 + 0,05) = 0,187 \text{ м}^2$$

Вага плівки, яка потрібна на обгортання однієї упаковки:

$$G_{пл} = S \cdot \delta \cdot \rho = 0,187 \cdot 20 \cdot 10^{-6} \cdot 1,4 \cdot 10^3 = 0,005236 \text{ кг}$$

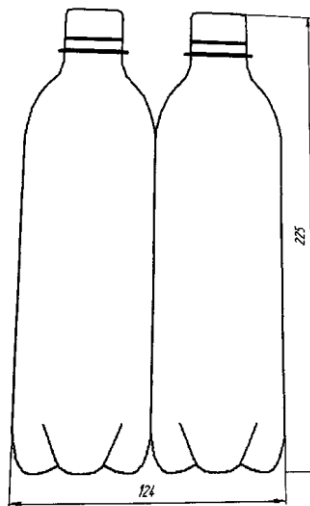


Рис.4.1 Схема до визначення витрат плівки на обгортання одного лотка

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Володін С.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Д'яченко І.Б.	Назва Тепловий розрахунок	56.КР.56.000.ПЗ			
	Документ затверджено Кривопляс-Володіна Л.О.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

Загальна вага однієї упаковки:

$$G_{\text{пл}} = 6 \cdot 0,533 + 0,005236 = 3,203 \text{ кг}$$

Розрахуємо тепловий баланс термоусадкової камери.

В загальному вигляді кількість теплоти, яка потрібна на 1 кг продукції:

$$q_{\text{пл}} = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5$$

q_1 - витрати теплоти на нагрів транспортного пристрою, кДж/кг;

q_2 - витрати теплоти зовнішніми поверхнями стінок камери, кДж/кг;

q_3 -витрати теплоти на нагрів повітря, яке поступає через всмоктуючий отвір, кДж/кг;

q_4 - витрати теплоти на нагрів термоусадкової плівки, кДж/кг;

q_5 - витрати теплоти, що витрачається внаслідок акумуляції частини тепла стінками термоусадкової камери, кДж/кг;

Визначаємо складові витрат теплоти.

Витрата теплоти на нагрів частини конвеєра:

$$q_1 = q_m \cdot C_m \cdot (t_M^{\text{II}} - t_M^{\text{I}})$$

де q_m - маса транспортних елементів на 1 кг вантажу, а саме:

$$q_m = q_M^{\text{I}} + q_M^{\text{II}}$$

де q_M^{I} - маса рухомих частин по яким рухається вантаж, кг

$$q_M^{\text{I}} = \frac{q_{\text{стр}}}{q_{\text{вант}}} = \frac{0,115}{6,396} = 0,0179 \text{ кг}$$

$q_{\text{стр}}$ - погонне навантаження від стрічки, $q_{\text{стр}} = 0,115 \text{ кг/м}$

$q_{\text{вант}}$ -погонне навантаження від ваги вантажу, $q_{\text{вант}} = \frac{3,203 \cdot 4}{2} = 6,396 \text{ кг/м}$

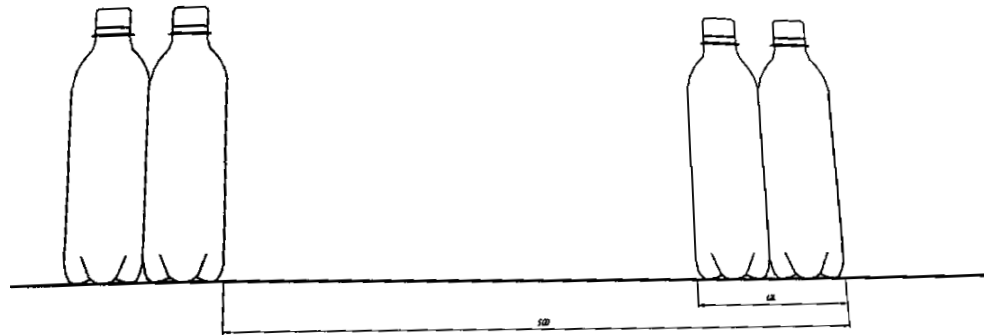


Рис.4.2 Схема до визначення маси транспортних елементів

q_M^{II} -маса нерухомих частин по яким рухається вантаж, $q_M^{II} = 0,245 \text{ кг}$

$$q_M = 0,0179 + 0,245 = 0,2629 \text{ кг}$$

C_M - теплоємність матеріалу, $C_M = 0,462 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$

t_M^I - температура частин конвеєра на вході в термоусадкову камеру, $C^\circ (t_M^I = 60 \text{ C}^\circ)$

t_M^{II} - температура частин конвеєра на виході з термоусадкової камери, $C^\circ (t_M^{II} = 80 \text{ C}^\circ)$

В результаті отримаємо:

$$q_1 = 0,2629 \cdot 0,462 \cdot (80 - 60) = 2,429 \text{ кДж/кг}$$

Визначення витрат теплоти зовнішніми поверхнями(стінками термокамери на одиницю продукції)

$$q_2 = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{нс}}}{\Pi}$$

$Q_{\text{нс}}$ -витрати теплоти зовнішніми поверхнями у навколишнє середовище:

$$Q_{\text{нс}} = \alpha \cdot f_n \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{к}})$$

Де α - сумарний коефіцієнт теплопередачі, $\alpha = 3,1 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$

f_n - площа поверхні стінок термокамери.

$$f_n = 2 \cdot 0,38 \cdot 1,3 + 1,3 \cdot 0,432 = 1,549 \text{ м}^2$$

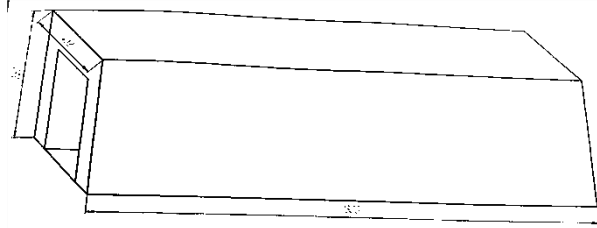


Рис.4.3 Схема до визначення площі поверхонь стінок термокамери

t_b – температура поверхні термокамери, вона вибирається з врахуванням вимог техніки безпеки(в зоні роботи обслуговуючого персоналу, $t_b = 30C^\circ$)

t_k – температура повітря в цеху де відбувається процес пакування, $t_b = 20C^\circ$)

$$Q_{nc} = 3,1 \cdot 1,5496 \cdot (30 - 20) = 48,0376 \text{ Вт};$$

Π_0 –продуктивність термокамери в перерахунку за хвилину:

$$\Pi_0 = Q \cdot G_B = 8 \cdot 3,203 = 25,624 \text{ кг/хв}$$

$Q=8$ пакетів/хвилину;

G_B -вага одного пакету 3,198кг.

Для обгортання такої кількості продукції необхідну таку кількість плівки:

$$\Pi = \frac{\Pi_0 \cdot G_{пл}}{G_{вант}} = \frac{25,624 \cdot 0,005236}{3,198} = 0,04195 \text{ кг/хв}$$

Тоді

$$q_2 = \frac{3,6 \cdot 48,0376}{0,04195} = 4,1224 \text{ кДж/кг}$$

Визначення витрат тепла, що потрібна на нагрів повітря, яке поступає через всмоктуючий отвір:

$$q_3 = C_m \cdot (t_{вх} - t_k)$$

C_m -теплоємність повітря, $C_m = 1,005 \text{ кДж/кг}$

$t_{вх}$ -температура повітря на вході в термоусадкову камеру, $C^\circ (t_{вх} = 40C^\circ)$

t_k -температура повітря в цеху, $^{\circ}C$ ($t_k = 20^{\circ}C$)

$$q_3 = 1,005 \cdot (40 - 20) = 20,1 \text{ кДж/кг}$$

Визначення теплоти на нагрів термоусадкової плівки:

$$q_4 = C_p \cdot (t_{\text{вхпл}} - t_k)$$

C_p -теплоємність термоусадкової плівки, $C_p = 1,3 \text{ кДж/кг}$

$$q_4 = 1,3 \cdot (168 - 20) = 192,4 \text{ кДж/кг}$$

Витрата теплоти на акумуляцію стінками термоусадкової камери вважаємо незначним внаслідок того, що камера працює в стабільному тепловому режимі.

Взагалі втрати тепла при роботі термоусадкової камери складають:

$$q_n = 2,429 + 4,1224 + 20,1 + 192,4 = 219,0514 \text{ кДж/кг} \cdot \text{хв}$$

Переводимо витрати тепла термоусадкової камери з врахуванням продуктивності обладнання:

$$Q_n = q_n \cdot P_0 = 219,0514 \cdot 25,624 = 5613 \text{ кДж/хв}$$

Підбір тенів

Всього у нас 12 пляшок по 500 мл води.

Для розрахунку потужності тенів нам знадобиться:

Площа поверхні, яку потрібно обгорнути: Розрахуємо площу поверхні однієї пляшки, а потім помножимо на 12.

Товщина плівки: Товщина плівки впливає на час нагріву.

Час нагріву: Скільки часу ви хочете, щоб плівка нагрівалась до необхідної температури?

Температура нагріву: Яка температура необхідна для зварювання плівки?

Розрахунок площі поверхні:

Радіус пляшки: Припустимо, радіус пляшки 5 см.

Площа поверхні циліндра: $2\pi rh$, де h - висота пляшки, припустимо 20 см.

Площа однієї пляшки: $2\pi(5 \text{ см})(20 \text{ см}) \approx 628 \text{ см}^2$

Площа 6 пляшок: $628 \text{ см}^2 \cdot 12 \approx 7536 \text{ см}^2$

Приклад:

Товщина плівки: $0,1 \text{ мм} = 0,01 \text{ см}$

56.КР.56.000.ПЗ	Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш
-----------------	------------	--------------	------------	-------

Час нагріву: 30 секунд

Температура нагріву: 180°C

Розрахунок потужності:

Об'єм плівки: $7536 \text{ см}^2 * 0.01 \text{ см} = 75,36 \text{ см}^3$

Щільність плівки: Припустимо, щільність плівки 1 г/см^3

Маса плівки: $75.36 \text{ см}^3 * 1 \text{ г/см}^3 = 75.36 \text{ г}$

Теплоємність плівки: Припустимо, теплоємність плівки $1.2 \text{ Дж/(г} \cdot \text{°C)}$

Необхідна теплова енергія: $75.68 \text{ г} * 1.2 \text{ Дж/(г} \cdot \text{°C)} * (180^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) \approx 1438.8 \text{ Дж}$

Потужність: $1438.8 \text{ Дж} / 30 \text{ секунд} \approx 48 \text{ Вт}$

Отже, для обгортання термозбіжною плівкою пляшок води за 30 секунд за температури 180°C вам знадобиться тен потужністю близько 48 Вт.

За ДСТУ 19108:2011 ми приймаємо ТЭН—130А10Ю,48Х127

Використана література:[11;12;13;14;]

5.Розрахунок стійкості пляшок

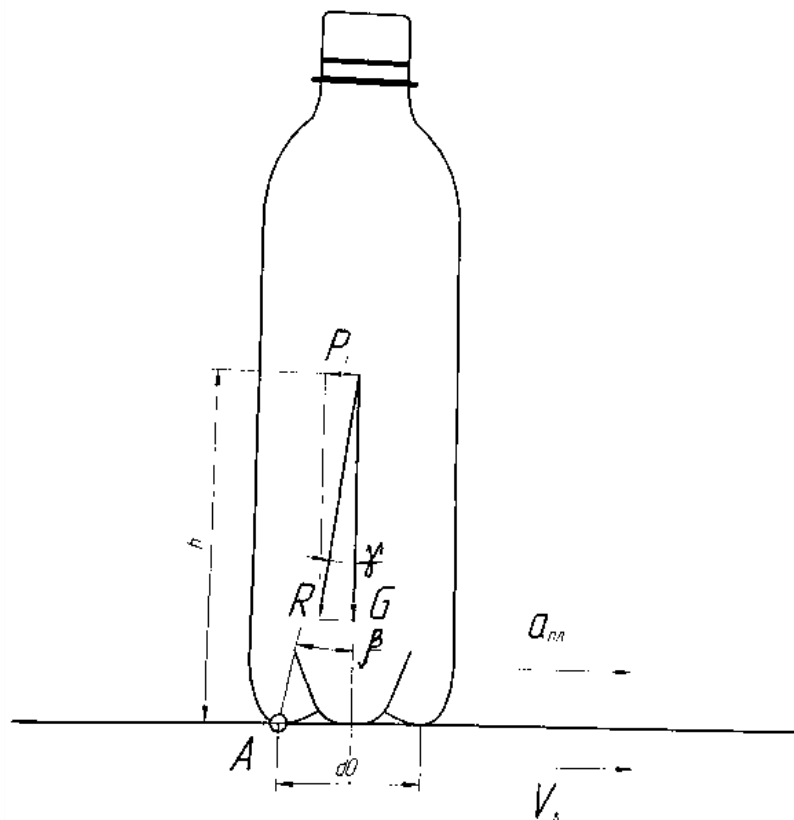


Рис.5.1 Розрахункова схема для визначення статичної стійкості пляшки

При розгоні і вибігу несучої площини конвеєра на пляшки діє сила тяжіння і сила інерції. Умова статичної стійкості пляшки:

$$\beta \geq \gamma, (5.1)$$

де γ -кут між лінією дії сили тяжіння і рівнодіючою R;

β - кут між лінією дії вектора рівнодіючої сили тяжіння і лінією, що з'єднує центр мас і точку А.

Величина кутів β і γ визначається відношенням:

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Володін С.О.	$\gamma = \arctg \frac{P_i}{F_{\text{я}}}$ Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Д'яченко І.Б. Документ затверджено Кривопляс-Володіна Л. О.	Назва Розрахунок стійкості пляшок	56.КР.56.000.ПЗ			
			Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

$$\beta = \arctg \frac{d_0}{2h}; \quad (5.3)$$

де P_i сила інерції уентру ваги пляшки;

$$P_i = m_{\text{пл}} \cdot \alpha_{\text{пл}}; \quad (5.4)$$

$m_{\text{пл}}$ - маса пляшки;

$\alpha_{\text{пл}}$ - прискорення центра маси пляшки;

d_0 - діаметр опорної поверхні пляшки;

h -відстань від денця до центра мас пляшок.

Здійснюючи підстановку виразів (5.1), (5.2) і (5.3) отримаємо:

$$a_{\text{пл}} \leq \frac{gh_0}{2h} \quad (5.4)$$

Вираз (3.4) дозволяє встановити критичне значення прискорення пляшки, при якому відбудеться втрата статичної стійкості.

$$\text{Тоді } a_{\text{пл}} \leq \frac{gh_0}{2h} = \frac{9,81 \cdot 0,062}{2 \cdot 1,075} = 2,8289 \text{ м/с}^2;$$

Проковзування пляшки по поверхні вантажонесучого елемента з'явиться в тому випадку, якщо сила інерції P_i , що намагається здвинути пляшку, буде більше граничного значення сили тертя $F_{\text{тр}}$ і т.д.

$$P_i \geq F_{\text{тр}} \quad (5.5)$$

Так як $F_{\text{тр}} = f \cdot m_{\text{пл}} \cdot g$ то відсутність проковзування пляшки буде при умові

$$a_{\text{пл}} \leq gf \quad (5.6)$$

$$\text{Тоді } a_{\text{пл}} \leq gf = 9,81 \cdot 0,2 = 1,962 \text{ м/с}^2$$

$$\text{Так як } a_{\text{пл}} = \frac{v_{\text{конв}}}{t_{\text{розг}}} = \frac{0,05}{0,05} = 1 \text{ м/с}^2$$

де $v_{\text{конв}}$ – швидкість руху стрічки конвеєра,

$t_{\text{розг}}$ - час розгону конвеєра. $t_{\text{розг}}=0,05\text{с}$.

$$\text{Тобто обидві умови задовольняються: } a_{\text{пл}} \leq gf \leq \frac{gh_0}{2h}$$

Пляшка не втрачатиме статичної стійкості і не буде проковзувати при даним геометричним параметрам та параметрам руху конвеєра.

Використана література:[11;12;13;14;]

6. Розрахунок стрічкового конвеєра

Швидкість стрічки $v_c = 0,1$ м/с

Довжина робочої частини конвеєра $L=2$ м.

Приймаємо діаметр приводного вала $d=102$ мм.

Тоді кількість обертів на приводному валу

$$n = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot d} = 18,72 \text{ об/хв} \quad (6.1)$$

Тяговий розрахунок стрічкового конвеєра

Найбільше погонне навантаження від вантажу:

$$q_B = \frac{G_{пл} \cdot n_{пл} \cdot n_{уп}}{L} = \frac{5,439 \cdot 6 \cdot 4}{2} = 65 \text{ Н/м} \quad (6.2)$$

де $G_{пл} = 0,533$ кг = 5,439Н-вага 1 пляшки

$n_{пл}=6$ -кількість пляшок в упаковці

$n_{уп}=4$ -кількість упаковок, що знаходяться на конвеєрі.

Погонне навантаження від стрічки

$$q_{стр} = 1,1735 \text{ Н/м}$$

Погонне навантаження від верхніх роликкоопор

$$q'_p = \frac{G'_p}{t'_p} = \frac{100}{0,1} = 1000 \text{ Н/м} \quad (6.3)$$

Погонне навантаження від нижніх роликкоопор

$$q''_p = \frac{G''_p}{t''_p} = \frac{60}{1} = 60 \text{ Н/м} \quad (6.4)$$

$$S_1 = S_{36} \quad (6.5)$$

$$S_2 \approx S_1 \quad (6.6)$$

$$S_3 = S_2 \cdot k_{від} = S_2 \cdot 1,04 \quad (6.7)$$

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Володін С.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Д'яченко І.Б.	Назва Розрахунок стрічкового конвеєра	56.КР.56.000.ПЗ				
	Документ затверджено Кривопляс-Володіна Л.О.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш	

$$S_4 = S_3 + (q_0 + q_p'') \cdot L \cdot \omega_n = S_2 \cdot 1,04 + (1,1735 + 60) \cdot 2 \cdot 0,02 =$$

$$= S_2 \cdot 1,04 + 2,4469 \quad (6.8)$$

ω_n - коефіцієнт опору переміщення, $\omega_n = 0,02$

$$S_5 = S_4 \cdot k_{\text{від}} = (S_2 \cdot 1,04 + 2,4469) \cdot 1,04 = 1,081S_2 + 2,5448 \quad (6.9)$$

$$S_6 \approx S_5 \quad (6.10)$$

$$S_7 = S_6 \cdot k_{\text{бар}} = 1,146496S_2 + 2,6975 \quad (6.11)$$

$$S_8 = 1,146496S_2 + 2,6975 + (65,3 + 1,1735 + 1000) \cdot 2 \cdot 0,02 =$$

$$= 1,146496S_2 + 85,3564 \quad (6.12)$$

$$1,146496S_2 + 85,3564 = S_{\text{нб}} \quad (6.13)$$

$$S_{\text{нб}} = S_{36} \cdot e^{\mu \cdot \alpha} \quad (6.14)$$

$$\alpha = 240^\circ \mu = 0,3e^{\mu \cdot \alpha} = e^{0,3 \cdot 4,189} \approx 3,5136$$

$$S_{\text{нб}} = 3,5136 \cdot 36,0596 = 126,699 \text{ Н} \quad (6.15)$$

$$W = S_{\text{нб}} - S_{36} = 126,699 - 36,0696 = 90,6394 \quad (6.16)$$

$$W_{\text{тяг}} = S_{\text{нб}} - S_{36} + k \cdot (S_{\text{нб}} + S_{36}) = 90,6394 + 0,06 \cdot (126,699 + 36,0696) =$$

$$= 100,4049 \text{ Н} \quad (6.17)$$

$$N = \frac{W_{\text{тяг}} \cdot v}{\eta} = \frac{100,4049 \cdot 0,1}{0,85} = 12 \text{ Вт} \quad (6.18)$$

$$S_8 = 120,099$$

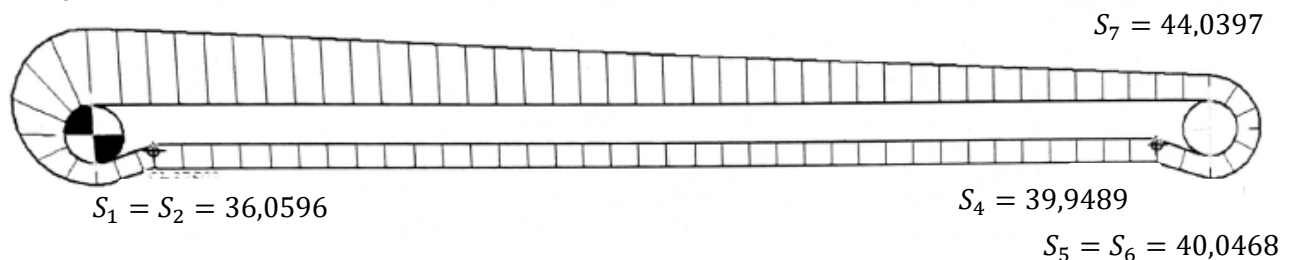


Рис. 6.1 Схема натягання стрічки на барабан

Використана література:[11;12;13;14;]

7. Підбір пневмоциліндрів

Для підбору пневмоциліндрів необхідне зусилля, яке повинне створювати пневмоциліндр.

Скористаємося формулою:

$$Q_{\text{ц}} = P(7.1)$$

Запишемо формулу для визначення зусилля пневмоциліндра:

$$Q_{\text{ц}} = P = F_{\text{тр}} + 2F_{\text{он}}(7.2)$$

де $F_{\text{тр}}$ -сили тертя між кареткою циліндру і зовнішньою поверхнею циліндру:

$$F_{\text{тр}} = m \cdot g \cdot f(7.3)$$

де m - маса каретки та металоконструкції, які кріпляться до неї;

$$m = 3 \text{ кг}$$

g -прискорення вільного падіння; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$

f -коефіцієнт тертя між кареткою і циліндром; $f = 0,1$

1) $F_{\text{он}}$ - сила опору, яка виникає при натязі плівки

2) $F_{\text{он}}$ - сила опору, яка виникає при натязі плівки і переміщенні ПЕТ-пляшок

Ми скористаємося даними з попередніх розрахунків:

$$1) F_{\text{он}} = 58,4 \text{ Н}$$

$$2) F_{\text{он}} = 58,4 \text{ Н} + 3 \cdot 0,3 \cdot 6 \cdot 0,533 \cdot 9,81 \text{ Н} = 86,635 \text{ Н}$$

Підставимо чисельні значення і отримаємо:

$$1) Q_{\text{ц}} = 3 \cdot 9,81 \cdot 0,1 + 2 \cdot 58,4 = 120 \text{ Н}$$

$$2) Q_{\text{ц}} = 3 \cdot 9,81 \cdot 0,1 + 2 \cdot 86,635 = 176,2 \text{ Н}$$

Визначаємо діаметри циліндрів:

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{ц}}}{\pi \cdot P_{\text{м}}}}(7.4)$$

де $P_{\text{м}}$ -тиск повітря в магістралі; $P_{\text{м}} = 6 \cdot 10^5 \text{ Па}$

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Володін С.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Д'яченко І.Б.	Назва Підбір пневмоциліндрів	56.КР.56.000.ПЗ			
	Документ затверджено Кривопляс-Володіна Л. О.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

$$1) D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 120}{\pi \cdot 6 \cdot 10^5}} = 15,957 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$2) D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 176,2}{\pi \cdot 6 \cdot 10^5}} = 19,337 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

1) Приймаємо пневмоциліндр з діаметром поршня $D_{\text{ц}} = 25 \text{ мм}$

Потрібний хід поршня приймаємо конструктивно: $S = 250 \text{ мм}$.

Остаточного обираємо пневмоциліндр фірми “Камоцці” типу 24N2A25A250. Цей пневмоциліндр призначений для переміщення пневмоножа.

2) Приймаємо пневмоциліндр з діаметром поршня $D_{\text{ц}} = 20 \text{ мм}$

Потрібний хід поршня приймаємо конструктивно: $S = 300 \text{ мм}$.

Остаточного обираємо пневмоциліндр фірми “Камоцці” типу 24N2A20A300. Цей пневмоциліндр призначений для переміщення пневмоножа.

Використана література: [19;20;21;22;23;24]

8. Монтаж, експлуатація, обслуговування та ремонт машини

8.1 Підготовка до монтажу

Висота приміщення, розміри площадок, призначені для встановлення пристрою накопичення і формування масиву пляшок мають відповідати вимогам монтажно-габаритних розмірів. Площадка для установки обладнання повинна забезпечувати:

- підведення напруги від електромережі;
- підключення до цехового контуру заземлення;
- підведення повітря від цехової магістралі з умовним проходом подвійної труби не менше 20 мм із залишковим тиском 0,6-0,8 МПа (6-8 кг/см²);
- покриття підлоги, яке забезпечує добрий злив бруду;
- стік, що забезпечує природний відвід брудної води в систему.

Обладнання транспортується до місця монтажу в запакованому вигляді автотранспортом або іншими транспортними засобами, що не пошкоджують упаковку. Недалеко від місця встановлення обладнання його необхідно розпакувати і перевірити вміст ящиків на відповідність товаросупровідній документації. Під час розпаковування частини, які мають змазку, слід промити бензином або уайт-спиритом і насухо протерти. Сліди корозії, що виникли через неправильне зберігання, необхідно усунути.

Обладнання встановлюється згідно зі схемою лінії розливу та монтажно-габаритними кресленнями. Після цього з'єднуються зняті при установці системи машини. Виконується заземлення за допомогою болтового з'єднання на корпусах обладнання та підключення до електромережі згідно з електричною схемою. Машина також під'єднується до магістралі стисненого повітря.

8.2 Правила обслуговування та ремонт обладнання

Перед початком зміни:

1. Провести зовнішній огляд пристрою;
2. Підготувати робоче місце, прибрати всі зайві предмети;
3. Переглянути записи попередньої зміни в журналі зауважень та перевірити наявність відміток про усунення виявлених неполадок.;

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Володін С.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Д'яченко І.Б.	Назва Монтаж, експлуатація, обслуговування та ремонт машини	56.КР.56.000.ПЗ				
	Документ затверджено Кривопись-Володіна Л. О.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш	

4. Здійснити змащування;

5. Подати стиснене повітря в систему та відрегулювати тиск на захватній головці в межах 0,45-0,55 МПа (4,5-5,5 кг/см²);

6. Виконати пробний пуск у окремих циклах і провести роботу на холостому ходу протягом 3-5 хвилин. За необхідності здійснити регулювання.

Протягом зміни:

1. Усунути неполадки протягом зміни, роблячи необхідні відмітки у журналі зауважень;

8.3 Ремонт обладнання, технічне обслуговування

Робота обладнання, її якість та довговічність залежить від своєчасного і правильного технічного обслуговування. Тому під час експлуатації машини необхідно обов'язково дотримуватися вимог і рекомендацій. Регулярний технічний огляд слід проводити відповідно до пунктів обслуговування обладнання.

Щотижневий технічний огляд включає:

1. Перевірку і підтягування всіх кріпильних деталей.
2. Перевірку герметичності з'єднань повітропроводів пневмосистеми.
3. Змащення деталей.

Щомісячна профілактика включає:

1. Розбирання і промивання пневмоциліндрів, перевірку ступеня зносу гумових деталей і заміну їх за необхідності.
2. Промивання і продування стисненим повітрям пневмосистеми без її розбирання.
3. Зняття старої змазки і нанесення нової на елементи, що піддаються тертю.

Поточний ремонт виконується через кожні 1500 годин роботи і включає:

1. Розбирання всіх вузлів, промивання деталей і визначення ступеня їх зносу, заміна сильно зношених деталей.
2. Зачистка заржавілих місць кожухів, станини, рами.
3. Підкраска обладнання.

Середній ремонт проводиться через кожні 3000 годин роботи:

1. Виконання всіх пунктів поточного ремонту.
2. Заміри зношених деталей і складання дефектної відомості.
3. Відновлення обладнання і налагодження.
4. Проведення випробувань під навантаженням протягом трьох робочих змін.

Капітальний ремонт проводиться через кожні 6000 годин роботи:

1. Виконати всі пункти середнього ремонту;
2. Замінити зношені деталі приводів і виконавчих механізмів;
3. Перевірити контрольно-вимірювальні прилади;
4. Перевірити електричну і пневматичну схеми пристрою.

9. Технологічний маршрут деталі «Вал»

ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

Опис деталі, аналіз технологічності конструкції, характеристика матеріалу

Деталь «Вал» відноситься до класу - тіла обертання. Деталь виготовляється із матеріалу Сталь 45 за ГОСТ 1050-88, масою $m = 12.3$ кг та габаритними розмірами $\varnothing 50 \times 868$ мм. Деталь «Вал» являє собою сукупність восьми зовнішніх циліндричних поверхонь, обмежених торцевими поверхнями. Найвищі показники точності та шорсткості пред'являються до поверхонь $\varnothing 40k6 \begin{pmatrix} -0,03 \\ -0,6 \end{pmatrix}$, $Ra = 1,6$ мкм.

Крім цих поверхонь конструкцією передбачено виконавчі поверхні: шпонковий паз 10JS9 для фіксації гайки від відкручування. За призначенням деталь «Вал» входить у вузол сушильної камери,.

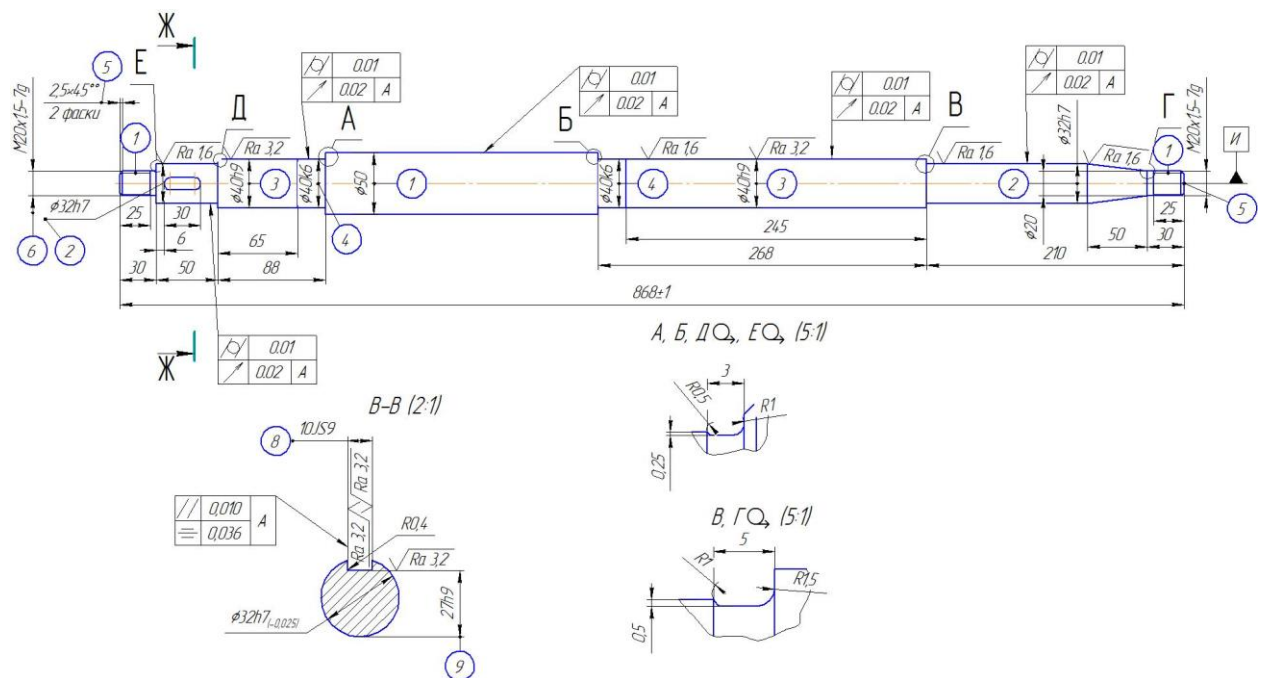


Рис. 9.1. Призначення поверхонь деталі «Вал»

Результати проведеного аналізу є основою для встановлення методів кінцевої обробки, послідовності обробки поверхонь, а також аналіз їх точності та показників шорсткості, технічних вимог (табл. 9.1 - 9.5).

Характеристика поверхонь деталі «ВАЛ»

Таблиця 9.1

Позиція	Найменування поверхні	Квалітет точності	Параметр шорсткості Ra	Граничні відхилення, мкм	Примітка
Діаметральні розміри					
2	Ø32h7	7	1,6	0 -25	
3	Ø40h9	9	3,2	0 -62	
4	Ø40k6	6	1,6	+18 +2	
1	Ø50	9	6,3	Вільний розмір	
Лінійні розміри					
6	Торець M20x1,5-7g в р-р 868	h 14	6,3	-1,3	
6	Торець M20x1,5- 7g/ Ø32h7 в р-р 30	14	6,3	Вільний розмір	
2	Торець Ø32h7/ Ø40 в р-р 50	h 14	3,2	0 -25	
3	Торець Ø40h9 / Ø50 в р-р 88	14	3,2	Вільний розмір	
1	Торець Ø50/ Ø40k6 в р-р 130	14	6,3	Вільний розмір	
3	Торець Ø40h9/ Ø20 в р-р 268	14	3,2	Вільний розмір	
3	Торець M20x1,5-7g/ Ø40 в р-р 210	14	3,2	Вільний розмір	
Фаски					
5	2,5x45°	14	6,3		2 пов.
Різьбові поверхні					
6	M20x1,5-7g	7 (ступінь точності)	3,2		2 пов.
Шпонковий паз					
9	Дно паза в р-р 27 ^{+0,2}	14	3,2	+0,2	

56.KP.56.000.ПЗ

Інд. змін.

Дата
виданняМова
UA

Аркуш

8	Ширина паза 10JS9	9	3,2	-0,036	Табл.Д. 3.31
	Довжина паза 30+1'2	14	3.2	+0,62	

Якісна оцінка технологічності деталі

На кресленні деталі проставлені всі необхідні розміри, які пов'язані з квалітетами точності та відповідними параметрами шорсткості відповідної поверхні. Розташування поверхонь, величина її розмірів, параметра шорсткості і квалітет точності дають можливість оброблювати деталь на універсальному обладнанні. Крім того, при механічній обробці деталі можна контролювати параметри поверхонь не знімаючи деталь з верстату. Для виконання операцій механічної обробки вводиться додаткова технологічна операція для утворення чистових технологічних баз - центрувальних отворів. Проставлені розміри узгоджені з конструкторськими та технологічними базами і дають можливість використовувати стандартний вимірювальний інструмент. Взаємне розташування поверхонь дає можливість застосовувати стандартне технологічне обладнання та різальний інструмент. Конфігурація деталі, матеріал дають можливість отримати заготовку з мінімальними величинами припусків.

Перевірка деталі на жорсткість:

$$\frac{L}{D_{\text{сер}}} < 10$$

де L - загальна довжина деталі, мм;

$D_{\text{сер}}$ - середній діаметр деталі, мм.

$$D_{\text{сер}} = \frac{d_1 \cdot l_1 + d_2 \cdot l_2 + \dots + d_n \cdot l_n}{L}$$

d_1 - діаметр шийки вала, мм;

L - довжина шийки вала, мм.

$$D_{\text{сер}} = \frac{20 \cdot 25 + 32 \cdot 50 + 40 \cdot 88 + 50 \cdot 222 + 40 \cdot 268 + 32 \cdot 130 + 20 \cdot 30}{868} = 89$$

Звідки

$$\frac{L}{D_{\text{сер}}} = \frac{868}{89} = 9,75 < 10$$

За висновками проведених якісного і кількісного аналізів технологічності конструкції деталі, деталь "Вал" є технологічною. Деталь цілком міцна та жорстка, якщо використовувати люнет, отже її можна під час

56.KP.56.000.ПЗ	Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш
-----------------	------------	--------------	------------	-------

обробки затискати як в патроні так і в центрах. Конструкція деталі допускає обробку на універсальних верстатах стандартним різальним інструментом.

Характеристика матеріалу.

Деталь «Вал» виготовляється із матеріалу Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Таблиця 9.2

Склад елементів в %							
Вуглець C	Кремній Cr	Марганець Mg	Сірка Si	Фосфор P	Мідь Cu	Нікель Ni	Хром Cr
0,40-0,50	0,17-0,37	0,5-0,8	0,04	0,045	0,25	0,25	0,25

Сталь 45 - вуглецева конструкційна якісна сталь. Із даної сталі виготовляють деталі високої міцності і в'язкості, які працюють при середньому тиску і не великих швидкостях. Вона добре протистоїть вигину та крученню. Стійкість деталі «Вал» збільшується, якщо її піддати термічній обробці: гартуванню до твердості НЯС 30...40. Дана сталь підходить для виготовлення деталі «Вісь», оскільки деталі такого класу виготовляються із марки Сталі 45 ГОСТ 1050-88.

Тип виробництва залежить від об'єму випуску деталей і маси деталі. Так, як об'єм деталей $N = 10000$ штук, маса $m = 12,9$ кг, тому для деталі «Вал» вибираємо середньо серійний тип виробництва (табл. Д. 3.7). Серійне виробництво характеризується обмеженою номенклатурою виробів, що виготовляються партіями, які періодично повторюються, і досить великим об'ємом випуску, ніж в одиничному типі виробництва.

Таблиця 9.3. Механічні властивості сталі 45 ГОСТ 1050-88

Гранична міцність σ_b , МПа	Гранична текучість τ_t , МПа	Відносне видовження δ , %	Відносне звуження ψ , %	Твердість HB
610	355	16	40	174...217

При серійному виробництві використовуються універсальні верстати, оснащені як спеціальними, так і універсальними і універсально-збірними пристроями, що дозволяє знизити трудомісткість і собівартість виготовлення виробу. В серійному виробництві технологічний процес виготовлення виробу диференційований, тобто розділений на окремі самостійні операції, що

виконуються на певних верстатах.

Тип виробництва згідно ГОСТ 3.1108-74 характеризується коефіцієнтом закріплення операцій за одним робочим місцем або одиницею обладнання. Тип виробництва визначається коефіцієнтом $K_{3.0}$. Для середньо серійного виробництва $K_{3.0} = 10 - 20$.

Розмір партії деталей визначається за формулою:

$$n = \frac{N \cdot (1 + \frac{t}{\Phi_y})}{\Phi_y}$$

де N - річна програма випуску деталей, $N = 10000$ шт; t - необхідний запас заготовок на складі для середніх деталей, $t = 5$ днів. Φ_y - кількість робочих днів, $\Phi_y = 255$ дні, отже

$$n = \frac{10000 \cdot (1 + \frac{5}{255})}{255} = 39,01$$

Приймаємо $n = 40$ шт.

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Вибір заготовки та метод її отримання.

Деталь «Вал» виготовляється із матеріалу Сталь 45 ГОСТ 1050-88, масою

$m = 12,9$ кг та габаритними розмірами $\varnothing 50 \cdot 868$.

Вали виготовляють із сталей 35, 40, 45, 40Х, 40Г та ін. Заготовки для них отримують з гарячекатаного і каліброваного прокату. У одиничному і дрібносерійного виробництва, як правило, заготовки з прокату отримують шляхом його розрізання з наступною механічною обробкою. Заготовки валів масою більше 15 кг доцільно отримувати методом вільного кування (без штампів).

Визначення величин загальних припусків та розмірів заготовки.

Визначення маси заготовки.

Усі заготовки які підлягають механічній (слюсарній) обробці, виготовляються з припуском на розміри готової деталі (припуском на обробку).

Припуск - шар металу, який видаляється з поверхні заготовки з метою досягнення заданих властивостей поверхні, що оброблюється (до властивостей деталі або її поверхні відносяться розміри, форма, твердість, шорсткість і т. д.).

Міжопераційні припуски мають вагоме значення в процесі розробки технологічних операцій механічної обробки деталей. Правильне призначення міжопераційних припусків на обробку заготовки забезпечує економію матеріальних та трудових ресурсів, якість продукції що випускається, знижує собівартість виробів і прискорює подальший розвиток машинобудівної галузі.

Перед розробкою повного технологічного процесу механічної обробки деталі необхідно скласти схему обробки поверхонь деталі (табл. 9.4.) за рекомендаціями (табл. 9.1 - 9.5) та визначити міждопераційні припуски.

Таблиця 9.4. Методи обробки поверхонь деталі «Вал»

Найменування поверхні	Маршрут обробки	Клас, квалітет точності	Параметр шорсткості, мкм		
Торець М20х1,5-7g в р-р 868	Заготовка Фрезерування	T4 h14	50 6,3		
Зовнішня поверхня М20х1,5-7g	Заготовка Точіння чорнове Точіння чистове Нарізування різьби різцем	T4 h14 h11 7H	50 6,3 3.2 3.2		
Зовнішня поверхня Ø32h7	Заготовка Точіння чорнове Точіння чистове Чорнове шліфування Шліфування чистове	T4 h14 h11 h9 h7	50 6,3 3,2 1,6 0.8		
Зовнішня поверхня Ø40h9	Заготовка Точіння однократне Шліфування однократне	T4 h14 h9	50 6,3 3,2		
Зовнішня поверхня Ø40k6	Заготовка Точіння чорнове Шліфування попереднє Шліфування чистове	T4 h14 h8 k6	50 6,3 3,2 0,4		
Зовнішня поверхня Ø50	Заготовка Точіння чорнове Точіння чистове	T4 h14 H14	50 6,3 3,2		
Зовнішня поверхня Ø40k6	Заготовка Точіння чорнове Шліфування попереднє Шліфування чистове	T4 h14 h8 k6	50 6,3 3,2 0,4		
Зовнішня поверхня Ø40h9	Заготовка Точіння однократне Шліфування однократне	T4 h14 h9	50 6,3 3,2		
Зовнішня поверхня Ø32h7	Заготовка Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування чистове	T4 h14 h11 h7	50 6,3 3,2 1,6		
56.KP.56.000.ПЗ		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

Розрахунок загальних припусків заготовки та міжопераційних припусків зводимо до таблиці 9.5

Таблиця 9.5

№	Методи обробки	Квалітет точності	Припуск на діаметр, мм	Операційні розміри, мм	Прийняті міжопераційні розміри з
Зовнішня поверхня M20x1,5-7g					
1	Розмір заготовки	T4	5	$20 + 5 = 25$	$\varnothing 26^{+2}_{-2}$
2	Чорнове	h12	3,9	$25 - 3,9 = 21.1$	$\varnothing 21,1h12$
3	Чистове обточування	h9	1,1	$21.1 - 1,1 = 20$	$\varnothing 20h8$
Зовнішня поверхня $\varnothing 32h7$					
	Розмір	T4	6	$32 + 6 = 38$	$\varnothing 38^{+2}$
1	Чорнове	h12	3.9	$38 - 3.9 = 34.1$	$\varnothing 34.1h12$
2	Чистове	h10	1.6	$34.1 - 1.6 = 32.5$	$\varnothing 32.5h10$
3	Чорнове шліфування	h9	0,4	$32.5 - 0,4 = 32.1$	$\varnothing 32.1h18$
4	Чистове	h7	0,1	$32.1 - 0,1 = 32$	$\varnothing 32h7$
Зовнішня поверхня $\varnothing 40h9$					
	Розмір	T4	5	$40 + 5 = 45$	$\varnothing 45^{+2}$
1	Чорнове	h12	3,7	$45 - 3.7 = 41.3$	$\varnothing 41.3h12$
2	Чистове	h10	1.3	$41.3 - 1.3 = 40$	$\varnothing 40h9$
Зовнішня поверхня $\varnothing 40k6$					
	Розмір заготовки	T4	6	$40 + 6 = 46$	$\varnothing 46^{+2}$
1	Чорнове	h12	3.5	$46 - 3.5 = 42.5$	$\varnothing 42.5h12$
2	Чистове	h10	1.6	$42.5 - 1.6 = 40.9$	$\varnothing 40.9h10$
3	Чорнове	h8	0,7	$40.9 - 0.7 = 40.2$	$\varnothing 40.2h8$
4	Чистове	k6	0,2	$40.2 - 0.2 = 40$	$\varnothing 40k6$
Зовнішня поверхня $\varnothing 50$					
	Розмір	T4	6	$50 + 6 = 56$	$\varnothing 56^{+2}$
1	Чорнове	h12	4.9	$56 - 4.9 = 51.1$	$\varnothing 51.1h12$
2	Чистове	h10	1.1	$51.1 - 1.1 = 50$	$\varnothing 50h10$

30.1	Торцювати в розмір L=871	станиною табл Д.4.3 L=1000 Різець прохідний, упорний, правий $\varphi = 90; r=1\text{ мм}, T15K6, B \times H \times L=16 \times 25 \times 140$, штангенциркуль ЩЦ1.					
30.2	Центрувати						
35	Токарна (УЗЗ)	Токарний верстат 16К20, центри, поводок,					
35.1	Точити канавку пов. 9 Дотримуючись розмірів Ø48	Токарний верстат 16К20, центри, поводок, люнет Різець канавковий, $r=1\text{ мм}, T15K6, B \times H \times L=16 \times 20 \times 140$, штангенциркуль ЩЦ 1.					
40	Токарна (УЗЗ)	Токарний верстат 16К20, центри, поводок з подовженою станиною табл Д.4.3 L=1000, люнет					
40.1	Точити пов. 3 Ø40h9 начорно, L=65 мм	Різець прохідний, упорний, правий $\varphi = 90; r=1\text{ мм}, T15K6, B \times H \times L=16 \times 25 \times 140$, штангенциркуль ЩЦ 1.					
40.2	Точити пов. 4 Ø40k6 начисто, L=23 мм	Різець прохідний, упорний, правий $\varphi = 90; r=1\text{ мм}, T15K6, B \times H \times L=16 \times 25 \times 140$, штангенциркуль ЩЦ 1.					
40.3	Точити пов. 3 Ø40h9 начисто, L=65 мм	Різець прохідний, упорний, правий					
			56.КР.56.000.ПЗ	Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

40.4	Точити пов2. Ø32h7 начорно, L=50 мм	$\varphi = 90;r=1\text{мм},T15K6, BxHxL=16x25x140$, штангенциркуль ШЦ 1. Різець прохідний, упорний, правий $\varphi = 90;r=1\text{мм},T15K6, BxHxL=16x25x140$, штангенциркуль ШЦ 1.
40.5	Точити пов2. Ø32h7 начисто, L=50 мм	Різець прохідний, упорний, правий $\varphi = 90;r=1\text{мм},T15K6, BxHxL=16x25x140$, штангенциркуль ШЦ 1.
40.6	Точити пов.1 ø20, L=30 мм	Різець прохідний, упорний, правий $\varphi = 90;r=1\text{мм},T15K6, BxHxL=16x25x140$, штангенциркуль ШЦ 1.
40.7	Зняти фаску 2x45°	Різець прохідний, упорний, правий $\varphi = 90; r=1\text{мм},T15K6,BxHxL=16x25x140$, штангенциркуль ШЦ 1.
40.8	Точити різьбу M20x1,5-7g	Різець різбовий $\alpha=60^\circ$; T15K6, BxHxL=16x25x140, штангенциркуль ШЦ 1.
40.9	Точити канавку для виходу шліфувального круга	Різець фасонний, T15K6, BxHxL=16x25x140, штангенциркуль ШЦ 1.
40.10	Точити канавку для виходу шліфувального круга	

56.КР.56.000.ПЗ	Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш
-----------------	------------	-----------------	------------	-------

40.11	Точити канавку для виходу шліфувального круга	Різець фасонний, T15K6, ВхНхL=16x25x140, штангенциркуль ЩЦ 1. Різець фасонний, T15K6, ВхНхL=16x25x140, штангенциркуль ЩЦ 1.
45	Токарна (УЗЗ)	Токарний верстат 16K20, центри, поводок,
45.1	Точити канавку пов. 3 Дотримуючись розмірів Ø40	Токарний верстат 16K20, центри, поводок, люнет Різець канавковий, r=1мм, T15K6, ВхНхL=16x20x140, штангенциркуль ЩЦ 1
50	Токарна (УЗЗ)	Токарний верстат 16K20, з подовженою станиною табл Д.4.3 L=1000 центри
50.1	Точити пов. 3 Ø40h9 начорно, L=65 мм	Різець прохідний, упорний, правий $\varphi = 90$; r=1мм, T15K6, ВхНхL=16x25x140, штангенциркуль ЩЦ 1.
50.2	Точити пов. 4 Ø40к6 начисто, L=23 мм	Різець прохідний, упорний, правий $\varphi = 90$; r=1мм, T15K6, ВхНхL=16x25x140, штангенциркуль ЩЦ 1. Різець прохідний, упорний, правий

56.КР.56.000.ПЗ	Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш
-----------------	------------	--------------	------------	-------

50.3	Точити пов. 3 Ø40h9 начисто, L=65 мм	Різець проходний, упорний, правий $\varphi = 90; r=1\text{ мм}$, T15K6, BxHxL=16x25x140, штангенциркуль ШЦ 1.			
50.4	Точити пов.2. Ø32h7 начорно, L=50 мм	Різець проходний, упорний, правий $\varphi = 90; r=1\text{ мм}$, T15K6, BxHxL=16x25x140, штангенциркуль ШЦ 1.			
50.5	Точити пов.2. Ø32h7 начисто, L=50 мм	Різець проходний, упорний, правий $\varphi = 90; r=1\text{ мм}$, T15K6, BxHxL=16x25x140, штангенциркуль ШЦ 1.			
50.6	Точити пов.1 Ø20, L=30 мм	Різець проходний, упорний, правий $\varphi = 90; r=1\text{ мм}$, T15K6, BxHxL=16x25x140, штангенциркуль ШЦ 1.			
50.7	Зняти фаску 2x45°	Різець проходний, упорний, правий $\varphi = 90; r=1\text{ мм}$, T15K6, BxHxL=16x25x140, штангенциркуль ШЦ 1.			
50.8	Точити різьбу M20x1,5-7g	Різець фасонний $\alpha=55^\circ$; T15K6, BxHxL=16x25x140, штангенциркуль ШЦ 1.			
50.9	Точити канавку для виходу шліфувального круга	Різець фасонний, T15K6, BxHxL=16x25x140, штангенциркуль ШЦ 1.			
50.10		Різець фасонний, T15K6,			
56.КР.56.000.ПЗ		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

	Точити канавку для виходу шліфувального круга	ВхНхL=16x25x140, штангенциркуль ЩЦ 1.
	Точити канавку для виходу шліфувального круга	Різець фасонний, Т15К6, ВхНхL=16x25x140, штангенциркуль ЩЦ 1.
60	Фрезерна (УЗЗ)	Вертикально-фрезерний верстат 6М81Г, кондуктор
60.1	Фрезерувати шпонковий паз L=30, пов.1	Фреза шпонкова $\varnothing 10$ Р6М5, 10N9, штангенциркуль ЩЦ 1
70.	Шліфувальна (УЗЗ)	Кругло-шліфувальний верстат 3Е12, центри, поводок
70.1	Шліфувати $\varnothing 32$ h7	Круг К48С1К2ПП 250×16×32 Скоба $\varnothing 32$ h6
70.2	Шліфувати $\varnothing 40$ k6	Круг К48С1К2ПП 250×16×32 Скоба $\varnothing 40$ k6
80.	Шліфувальна (УЗЗ)	Кругло-шліфувальний верстат 3Е12, центри, поводок
80.1	Шліфувати $\varnothing 32$ h7	Круг К48С1К2ПП 250×16×32 Скоба $\varnothing 32$ h6
80.2	Шліфувати $\varnothing 40$ k6	Круг К48С1К2ПП 250×16×32 Скоба $\varnothing 40$ k6

РОЗРАХУНОК ОПЕРАЦІЙ

35. Токарна

Перехід 35.1 Точити канавку $l=2\text{мм}$ витримавши $\varnothing 48$;

Визначимо глибину різання:

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{44 - 40}{2} = 2 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу $S=0.5 \text{ мм/об}$

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{0.2} \cdot t^{0.15} \cdot S^{0.35}} = \frac{327}{60^{0.2} \cdot 1.5^{0.15} \cdot 0.5^{0.35}} = 160 \text{ м/хв}$$

Визначаємо потрібну частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_g = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 160}{3.14 \cdot 43} = 1151 \text{ об/хв}$$

Підводимо до справжніх обертів:

$$n_g = 1000 \text{ об/хв}$$

Визначаємо дійсну швидкість обертання шпинделя:

$$V_{\text{дій}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 40 \cdot 1000}{1000} = 141,3 \text{ м/хв}$$

Визначаємо основний час на виконання переходу:

$$t_{02} = \frac{L}{n_g \cdot S} = \frac{23}{1000 \cdot 0.5} = 0.1 \text{ хв}$$

Визначаємо допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{02} = t_1 + t_2 = 0.11 + 0.05 = 0.16 \text{ хв}$$

40. Токарна

Перехід 40.1 Точити Ø20; l=30мм.

1. Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t = \frac{50 - 20}{2} = 15 \text{ мм}$.

Так як загальна глибина різання 15 мм, то обробляти поверхню будемо в декілька проходів, (n=5). Для чорнової обробки поверхні приймаємо глибину різання $t=3 \text{ мм}$.

2. Вибираємо подачу (табл. Д.6.8). Приймаємо $S_g=0,8 \text{ мм/об}$.

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,45}} = \frac{80}{120^{0,2} 3^{0,15} 0,8^{0,45}} = 28,8 \text{ м/хв.}$$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 28,8}{\pi \cdot 50} = 1834 \text{ об/хв.}$$

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

5. Із ряду обертів шпинделя верстата (табл. Д.4.3) вибираємо найближче менше значення: $n_g=1600 \text{ об/хв}$.

6. За прийнятим значенням n_g визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi D_{\text{заг}} n_g}{1000} = \frac{\pi \cdot 50 \cdot 1600}{1000} = 251,7 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_o + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_o = 30 \text{ мм}$ – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2 \text{ мм}$ – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 3 \operatorname{ctg} 45^\circ = 3 \text{ мм}$ – величина врізання прохідного відігнутого правого різця у заготовку;

$L_3 = t \operatorname{ctg} \varphi_1 = 3 \operatorname{ctg} 45^\circ = 3 \text{ мм}$ – величина перебігу різця для завершення обробки поверхні;

$$L_p = 30 + 2 + 3 + 3 = 38 \text{ мм}$$

7. Основний час на виконання переходу $t_{01} = \frac{L_p}{n_g S_g} \cdot n = \frac{38}{1600 \cdot 0,8} \cdot 5 = 2,16 \text{ хв.}$

Допоміжний час на виконання переходу:

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

де $t_1 = 0,09 \text{ хв}$ — допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поздовжнього обточування з установленням різця по упору або грубо по лімбу на верстатах з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл. Д.6.6.); $t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1 \text{ хв}$ — допоміжний час на встановлення частоти обертів шпинделя та подачі (табл. Д.6.6.); t_3 – допоміжний час на інші дії під час виконання переходу. Оскільки на початку роботи потрібно виставити потрібний різець, то $t_3 = 0,06 \text{ хв.}$

Тоді

$$t_{d1} = 0,09 + 0,1 + 0,06 = 0,25 \text{ хв.}$$

Перехід 40.2 Точити пов.2 начорно $\varnothing 32 \text{ h}7$; $l = 50 \text{ мм.}$

1. Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t = \frac{50 - 32}{2} = 9 \text{ мм.}$

Так як загальна глибина різання 9 мм, то обробляти поверхню будемо в декілька проходів, ($n=3$). Для чорнової обробки поверхні приймаємо глибину різання $t=3 \text{ мм}$. На чистову обробку залишається $t=0,25 \text{ мм}$ з умови, що 7 квалітет точності відповідає шорсткості $Ra=1,6$ і рекомендована глибина різання на чистову обробку $t=0,1 \dots 0,4 \text{ мм}$.

2. Вибираємо подачу (табл. 6.8.). Приймаємо $S_g=0,8 \text{ мм/об.}$

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,45}} = \frac{80}{120^{0,2} 3^{0,15} 0,8^{0,45}} = 28,8 \text{ м/хв.}$$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 28,8}{\pi \cdot 50} = 1834 \text{ об/хв.}$$

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

5. Із ряду обертів шпинделя верстата (табл. Д.4.3.) вибираємо найближче менше значення: $n_e = 1600 \text{ об/хв.}$

6. За прийнятим значенням n_e визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi D_{\text{заг}} n_e}{1000} = \frac{\pi \cdot 50 \cdot 1600}{1000} = 251,7 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_o + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_o = 50 \text{ мм}$ – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2 \text{ мм}$ – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 3 \operatorname{ctg} 45^\circ = 3 \text{ мм}$ – величина врізання прохідного відігнутого правого різця у заготовку;

$L_3 = t \operatorname{ctg} \varphi_1 = 3 \operatorname{ctg} 45^\circ = 3 \text{ мм}$ – величина перебігу різця для завершення обробки поверхні;

$$L_p = 50 + 2 + 3 + 3 = 58 \text{ мм}$$

$$7. \text{ Основний час на виконання переходу } t_{01} = \frac{L_p}{n_e S_g} \cdot n = \frac{58}{1600 \cdot 0,8} \cdot 3 = 3,54 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

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

де $t_1 = 0,09$ хв — допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поздовжнього обточування з установленням різця по упору або грубо по лімбу на верстатах з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл.Д.6.6); $t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1$ хв — допоміжний час на встановлення частоти обертів шпинделя та подачі (табл.Д.6.8); t_3 — допоміжний час на інші дії під час виконання переходу. Оскільки на початку роботи потрібно виставити потрібний різець, то $t_3 = 0,06$ хв.

Тоді $t_{д1} = 0,09 + 0,1 + 0,06 = 0,25$ хв.

Перехід 40.3 Точити пов.2 начисто $\varnothing 32h7; l = 50$ мм.

1. Глибина різання при чистовій обробці становить $t = 0,25$ мм.
2. Вибираємо подачу (табл. Д.6.8.) при чистовому точінні із шорсткістю $Ra = 2,5$ що відповідає 9 квалітету точності та радіусу при вершині різця $r = 0,4$ мм. Вона повинна бути в інтервалі подач $S = 0,12 \div 0,16$ мм/об. За паспортними даними верстата приймаємо $S_g = 0,15$ мм/об.

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,3} t^{0,1} S^{0,25}} = \frac{230}{120^{0,3} 0,25^{0,1} 0,15^{0,25}} = 105,2 \text{ м/хв.}$$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 105,2}{\pi \cdot 32} = 1052,5 \text{ об/хв.}$$

де $D_{заг}$ — діаметр заготовки, мм;

5. Із ряду обертів шпинделя верстата (табл. Д.4.3.) вибираємо найближче менше значення $n_g = 1000$ об/хв.

6. За прийнятим значенням n_g визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi D_{заг} n_g}{1000} = \frac{\pi 32 \cdot 1000}{1000} = 100 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_0 = 50\text{мм}$ – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2\text{мм}$ – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 0,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 0,25\text{мм}$ – відстань врізання у заготовку прохідного відігнутого правого різця;

$L_3 = t \operatorname{ctg} \varphi_1 = 0,25 \operatorname{ctg} 45^\circ = 0,25\text{мм}$ – відстань перебігу різця для повної обробки поверхні.

$$L_p = 50 + 2 + 0,25 + 0,25 = 52,5\text{мм}$$

$$7. \text{ Основний час на виконання переходу } t_{06} = \frac{L_p}{n_s S_g} = \frac{52,5}{1000 \cdot 0,15} = 2,75 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{д6} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$$

де $t_1 = 0,09 \text{ хв}$ — допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поздовжнього обточування з установленням різця по упору або грубо по лімбу на верстатах з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл.Д.6.42.); $t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1 \text{ хв}$ — допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя та подачі (табл.Д.6.43.); t_3 – допоміжний час на інші дії під час виконання переходу. Оскільки потреби в заміні інструменту і інших діях немає, то $t_3 = 0$

Тоді:

$$t_{д6} = 0,09 + 0,1 = 0,19 \text{ хв.}$$

Перехід 40.3 Точити $\varnothing 40\text{h}9$ начорно $l=65 \text{ мм}$

$$1. \text{ Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні } t = \frac{50 - 40}{2} = 5 \text{ мм}$$

Оскільки загальна глибина різання 5 мм, то обробляти поверхню будемо в декілька проходів, ($n=2$). Для чорнової обробки поверхні приймаємо глибину різання $t=2,5$ мм. На чистову обробку залишається $t=0,25$ мм з умови, що 9 квалітет точності відповідає шорсткості $Ra=1,6$ і рекомендована глибина різання на чистову обробку $t=0,1 \dots 0,4$ мм.

2. Вибираємо подачу (табл.6.8.). Приймаємо $S_g=0,8$ мм/об.

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,45}} = \frac{80}{120^{0,2} 2,5^{0,15} 0,8^{0,45}} = 26,7 \text{ м/хв}$$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 26,7}{\pi \cdot 50} = 1632 \text{ об/хв}$$

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

5. Із ряду обертів шпинделя верстата (табл.Д.6.8.) вибираємо найближче менше значення: $n_g=1600$ об/хв.

6. За прийнятим значенням n_g визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi D_{\text{заг}} n_g}{1000} = \frac{\pi \cdot 50 \cdot 1600}{1000} = 251,7 \text{ м/хв}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_o + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_o = 65$ мм – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2$ мм – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 3 \operatorname{ctg} 45^\circ = 3$ мм – величина врізання прохідного відігнутого правого різця у заготовку;

$L_3 = t \operatorname{ctg} \varphi_1 = 3 \operatorname{ctg} 45^\circ = 3$ мм – величина перебігу різця для завершення обробки поверхні;

$$L_p = 65 + 2 + 3 + 3 = 73 \text{ мм}$$

7. Основний час на виконання переходу $t_{01} = \frac{L_p}{n_s S_s} \cdot n = \frac{73}{1600 \cdot 0,8} \cdot 2 = 2,62 \text{ хв.}$

Допоміжний час на виконання переходу:

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

де $t_1 = 0,09 \text{ хв}$ — допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поздовжнього обточування з установленням різця по упору або грубо по лімбу на верстатах з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл.Д.6.42.); $t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1 \text{ хв}$ — допоміжний час на встановлення частоти обертів шпинделя та подачі (табл.Д.6.43); t_3 — допоміжний час на інші дії під час виконання переходу. Оскільки на початку роботи потрібно виставити потрібний різець, то $t_3 = 0,06 \text{ хв.}$

Тоді

Перехід 40.4 Точити Ø 40k6

Визначимо глибину різання:

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{43 - 40}{2} = 1,5 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу $S = 0,5 \text{ мм/об}$

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{327}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} = 160 \text{ м/хв}$$

Визначаємо потрібну частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_s = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 160}{3,14 \cdot 43} = 1151 \text{ об/хв}$$

Підводимо до справжніх обертів:

$$n_g = 1000 \text{ об/хв}$$

Визначаємо дійсну швидкість обертання шпинделя:

$$V_{\text{дійс}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 40 \cdot 1000}{1000} = 141,3 \text{ м/хв}$$

Визначаємо основний час на виконання переходу:

$$t_{02} = \frac{L}{n_g \cdot S} = \frac{23}{1000 \cdot 0.5} = 0.1 \text{ хв}$$

Визначаємо допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{02} = t_1 + t_2 = 0.11 + 0.05 = 0.16 \text{ хв}$$

Перехід 40.5 Точити фаску $2 \times 45^\circ$.

Оберти шпинделя залишаються такі ж, як і підчас зовнішнього обточування з тим, щоб не витратити час на перемикання швидкості. Затрачений час на точіння галтелей, зняття фасок визначається за таблицями (табл.Д.6.14) і приймається як основний час $t_{07} = 0,18 \text{ хв}$.

Перехід 40.6 точити різьбу M20x1,5-7g, l=25мм

Глибина різання:

$$t = 1.5 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу $S=0.5 \text{ мм/об}$

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{0.2} \cdot t^{0.15} \cdot S^{0.35}} = \frac{327}{60^{0.2} \cdot 1.5^{0.15} \cdot 0.5^{0.35}} = 165.6 \text{ м/хв}$$

Визначаємо потрібну частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_{\epsilon} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 165.6}{3.14 \cdot 20} = 1384.5 \text{ об/хв}$$

Підводимо до справжніх обертів:

$$n_{\hat{a}} = 1250 \text{ об/хв}$$

Визначаємо дійсну швидкість обертання шпинделя:

$$V_{\text{дійсн}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 20 \cdot 1250}{1000} = 146 \text{ м/хв}$$

Визначаємо основний час на виконання переходу:

$$t_{03} = \frac{L}{n_{\epsilon} \cdot S} = \frac{25}{1250 \cdot 0.5} = 0.16 \text{ хв}$$

Визначаємо допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{03} = t_1 + t_2 = 0.11 + 0.05 = 0.16 \text{ хв}$$

Перехід 40.7 точити пов. 7

Глибина різання:

$$t = 0.25 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу $S=0.5 \text{ мм/об}$

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{0.2} \cdot t^{0.15} \cdot S^{0.35}} = \frac{327}{60^{0.2} \cdot 0.25^{0.15} \cdot 0.5^{0.35}} = 165.6 \text{ м/хв}$$

Визначаємо потрібну частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_{\epsilon} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 165.6}{3.14 \cdot 20} = 1318.5 \text{ об/хв}$$

Підводимо до справжніх обертів:

$$n_{\hat{a}} = 1250 \text{ об/хв}$$

Визначаємо дійсну швидкість обертання шпинделя:

$$V_{\text{дійсн}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 20 \cdot 1250}{1000} = 157 \text{ м/хв}$$

Визначаємо основний час на виконання переходу:

$$t_{03} = 2 \frac{L}{n_{\hat{e}} \cdot S} = \frac{3}{1250 \cdot 0.5} = 0.2 \text{ хв}$$

Визначаємо допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{03} = t_1 + t_2 = 0.11 + 0.05 = 0.16 \text{ хв}$$

Перехід 40.8 точити пов. 8

Глибина різання:

$$t = 0.5 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу $S=0.5 \text{ мм/об}$

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_V}{T^{0.2} \cdot t^{0.15} \cdot S^{0.35}} = \frac{327}{60^{0.2} \cdot 0.5^{0.15} \cdot 0.5^{0.35}} = 178.4 \text{ м/хв}$$

Визначаємо потрібну частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_{\hat{e}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 178.4}{3.14 \cdot 40} = 1420.5 \text{ об/хв}$$

Підводимо до справжніх обертів:

$$n_{\hat{a}} = 1250 \text{ об/хв}$$

Визначаємо дійсну швидкість обертання шпинделя:

$$V_{\text{дійсн}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 40 \cdot 1250}{1000} = 217 \text{ м/хв}$$

Визначаємо основний час на виконання переходу:

$$t_{03} = 2 \frac{L}{n_g \cdot S} = \frac{5}{1250 \cdot 0.5} = 0.25 \text{ хв}$$

Визначаємо допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{03} = t_1 + t_2 = 0.11 + 0.05 = 0.16 \text{ хв}$$

60. Фрезерна

Перехід 60.1 Фрезерувати шпонковий паз L=30

Вертикально – фрезерний верстат п = 40 ... 2000 об/хв.; S = 65 ... 333 шт/хв.;
N = 4 кВт

Вибираємо подачу S=0.06 мм/об

Фрезерувати шпоночний паз L=30. Інструмент – 2 зуба фреза з циліндричним хвостовиком 10 мм.

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{13.6 \cdot D_{\phi}^{0.3}}{T^{0.26} \cdot t^{0.3} \cdot S_z^{0.25}} = \frac{13.6 \cdot 10^{0.3}}{60^{0.26} \cdot 4.2^{0.3} \cdot 0.06^{0.25}} = 9 \text{ м/хв}$$

Визначаємо потрібну частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_g = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{\phi}} = \frac{1000 \cdot 9}{3.14 \cdot 10} = 717 \text{ об/хв}$$

Беремо число обертів:

$$n_d = 630 \text{ об/хв}$$

Визначаємо дійсну швидкість обертання шпинделя:

$$V_{\text{дійсн}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 10 \cdot 630}{1000} = 7.9 \text{ м/хв}$$

Визначаємо хвилинну подачу:

$$S_{\hat{a}\hat{a}} = S_z \cdot n_{\hat{a}} \cdot z = 0.06 \cdot 630 \cdot 4.2 = 158.8 \text{ мм/хв}$$

Узгоджуємо знайближчим значенням

$$S_{\hat{a}\hat{a}} = 160 \text{ мм/хв}$$

Визначаємо основний час на виконання переходу:

$$t_{02} = \frac{L}{S_{\text{хв}}} = \frac{30}{160} = 0.18 \text{ хв}$$

Визначаємо допоміжний час на установлення і зняття деталі

$$t_y = t_{y1} + t_{y2} = 0.49 + 0.08 = 0.57 \text{ хв}$$

Допоміжний час, пов'язаний з переходом:

$$T_{\hat{o}} = t_y + t_{\hat{o}} = 0.57 + 0.09 = 0.66 \text{ хв}$$

Оперативний час:

$$T_{on} = T_0 + T_{\hat{d}} = 0.18 + 0.66 = 0.84 \text{ хв}$$

Штучний час становить:

$$T_{\text{шт}} = T_{on} + T_{\hat{o}\hat{b}} + T_{n.n} = T_{on} + 0.45 \cdot T_{on} + 0.06 \cdot T_{on} = 0.84 + 0.15 \cdot 0.84 + 0.06 \cdot 0.84 = 1.87 \text{ хв}$$

Калькуляційний час на виконання операції при виготовленні деталі:

$$T_{\kappa} = T_{\text{шт}} + T_{n.3} / n = 1.87 + 21.7 / 200 = 2.3$$

Норма виробітку за 1 год. становить

$$N = \frac{60}{T_k} = \frac{60}{2.3} = 26 \text{ деталей/год}$$

70. Шліфувальна

Перехід 70.1 Шліфувати пов. 1

1. Для виконання шліфувальних операцій вибираємо круглошліфувальний верстат 3A110C. Заготовку закріплюємо за допомогою центрів.

2. Вибираємо інструмент при чорновому зовнішньому круглому шліфуванні оброблюємого матеріалу з конструкційної не гартованої сталеві деталі з зовнішньою повздовжньою подачею, приймаємо марку круга.

1 250×25×32 F40-50 C2 6 K 35 A 2 2424-83

3. Знаходимо глибину шліфування t мм (поперечна подача $S_{\text{поп}}$, мм) при зовнішньому шліфуванні сталеві деталі діаметром 15 мм та довжиною до 3D приймаємо $t=0,015$ мм

4. Розрахуємо повздовжню подачу:

$$S_{\text{повз}} = \beta \cdot B = 0,50 \cdot 25 = 12,5 \text{ мм/об}$$

де $\beta = 0,50$ - розрахунковий коефіцієнт

$B = 25$ - ширина шліфувального круга, мм;

Розраховану повздовжню подачу узгоджуємо з паспортними даними верстата. Оскільки повздовжня подача у верстаті безступінчаста, то визначене значення подачі повинно знаходитись в діапазоні подач, або приймається крайнє граничне значення з паспортних даних верстата.

5. Розрахуємо швидкість обертання деталі:

$$V_d = \frac{C_v \cdot D_d^k}{T^m \cdot t^x \cdot \beta} = \frac{0,27 \cdot 15,3^{0,1}}{30^{0,5} \cdot 0,015^1 \cdot 0,50} = \frac{0,27 \cdot 1,428}{5,477 \cdot 0,015 \cdot 0,50} = 9,38 \text{ м/хв}$$

де $T = 30$ хв - стійкість шліфувального круга.

5. Розрахуємо кількість обертів деталі:

$$n_d = \frac{1000 \cdot V_d}{\pi \cdot D_d} = \frac{1000 \cdot 9,38}{3,14 \cdot 32} = 121,62 \text{ об/хв}$$

Із ряду обертів шпинделя круглошліфувального верстата 3А110С вибираємо ближче менше значення $n_b = 100$ об/хв.

6. Розрахуємо швидкість обертання шліфувального круга:

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 2680}{1000 \cdot 60} = 35,05 \text{ м/с}$$

де D_k - діаметр шліфувального круга, мм; n_k - частота обертів шліфувального круга, об/хв.

Швидкість переміщення стола знаходиться за формулою:

$$V_c = \frac{S_{np} \cdot n_d}{1000} = \frac{12,5 \cdot 100}{1000} = 1,25 \text{ м/хв}$$

Основний технологічний час :

$$T_o = \frac{2L_p \cdot h}{n_d \cdot S_{нов} \cdot B \cdot t} K = \frac{2 \cdot 78 \cdot 0,3}{100 \cdot 1,25 \cdot 25 \cdot 0,015} \cdot 1,3 = 0,952 \text{ хв}$$

де L_p - розрахункова довжина шліфування в мм;

$$L_p = L + L_1 + B + L_2 = 50 + 25 + 3 = 78 \text{ мм}$$

$L = 50$ мм - довжина оброблюваної поверхні;

$L_1, L_2 = 3$ мм - довжина перебігу відповідно з правої і лівої сторони круга оброблюваної поверхні;

$B = 25$ мм - ширина круга;

$h = 0,3$ мм - припуск на обробку;

$K=1,3$ - коефіцієнт, що враховує точність шліфування та зношення круга при чорновому шліфуванні.

Перехід 70.2 Шліфувати пов. 2

1. Для виконання шліфувальних операцій вибираємо круглошліфувальний

верстат 3A110C. Заготовку закріплюємо за допомогою центрів.

2. Вибираємо інструмент при чорновому зовнішньому круглому шліфуванні оброблюємого матеріалу з конструкційної не гартованої сталевий деталі з зовнішньою повздовжньою подачею, приймаємо марку круга.

1 250×25×32 F40-50 C2 6 K 35 A 2 2424-83

3. Знаходимо глибину шліфування t мм (поперечна подача $S_{\text{поп}}$, мм) при зовнішньому шліфуванні сталевий деталі діаметром 15 мм та довжиною до 3D приймаємо $t=0,015$ мм

4. Розрахуємо повздовжню подачу:

$$S_{\text{повз}} = \beta \cdot B = 0,50 \cdot 25 = 12,5 \text{ мм/об}$$

де $\beta = 0,50$ - розрахунковий коефіцієнт

$B = 25$ - ширина шліфувального круга, мм;

Розраховану повздовжню подачу узгоджуємо з паспортними даними верстата. Оскільки повздовжня подача у верстаті безступінчаста, то визначене значення подачі повинно знаходитись в діапазоні подач, або приймається крайнє граничне значення з паспортних даних верстата.

5. Розрахуємо швидкість обертання деталі:

$$V_d = \frac{C_v \cdot D_d^x}{T^m \cdot t^x \cdot \beta} = \frac{0,27 \cdot 15,3^{0,1}}{30^{0,5} \cdot 0,015^1 \cdot 0,50} = \frac{0,27 \cdot 1,428}{5,477 \cdot 0,015 \cdot 0,50} = 9,38 \text{ м/хв}$$

де $T=30$ хв - стійкість шліфувального круга.

5. Розрахуємо кількість обертів деталі:

$$n_d = \frac{1000 \cdot V_d}{\pi \cdot D_d} = \frac{1000 \cdot 9,38}{3,14 \cdot 40} = 112,2 \text{ об/хв}$$

Із ряду обертів шпинделя круглошліфувального верстата 3А110С вибираємо ближче менше значення $n_b=100$ об/хв.

6. Розрахуємо швидкість обертання шліфувального круга:

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 2680}{1000 \cdot 60} = 35,05 \text{ м/с}$$

де D_k - діаметр шліфувального круга, мм; n_k - частота обертів шліфувального круга, об/хв.

Швидкість переміщення стола знаходиться за формулою:

$$V_c = \frac{S_{np} \cdot n_d}{1000} = \frac{12,5 \cdot 100}{1000} = 1,25 \text{ м/хв}$$

Основний технологічний час :

$$T_o = \frac{2L_p \cdot h}{n_d \cdot S_{пов} \cdot B \cdot t} K = \frac{2 \cdot 51 \cdot 0,3}{100 \cdot 1,25 \cdot 25 \cdot 0,015} \cdot 1,3 = 0,831 \text{ хв}$$

де L_p - розрахункова довжина шліфування в мм;

$$L_p = L + L_1 + B + L_2 = 23 + 25 + 3 = 51 \text{ мм}$$

$L=23$ мм - довжина оброблюваної поверхні;

$L_1, L_2=3$ мм - довжина перебігу відповідно з правої і лівої сторони круга оброблюваної поверхні;

$B=25$ мм - ширина круга;

$h=0,3$ мм - припуск на обробку;

$K=1,3$ - коефіцієнт, що враховує точність шліфування та зношення круга при чорновому шліфуванні.

10.Охорона праці

ВСТУП

14 жовтня 1992 року Україна першою серед країн СНД ухвалила Закон "Про охорону праці". Сьогодні діє нова редакція закону від 21 листопада 2002 року. Цей закон, разом з "Кодексом законів про охорону праці України", є основою законодавчої бази охорони праці. Доповнюють їх державні галузеві та міжгалузеві нормативні акти, такі як стандарти, правила, норми, положення, статuti, інструкції, що мають чинність правових норм, обов'язкових для виконання всіма установами та працівниками України.

Інструктажі

Інструктажі з охорони праці проводяться на всіх підприємствах, незалежно від характеру діяльності та форми власності, з метою навчання працівників безпечному виконанню своїх обов'язків. Вони поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий. Вступний інструктаж проводить інженер з охорони праці, а решту – безпосередньо керівник робіт. Повторний інструктаж для працівників пакувальної лінії проводиться раз на півроку, оскільки їхня робота не є небезпечною. Позаплановий інструктаж проводиться у випадках змін у нормативних актах, технологічному процесі або устаткуванні, при порушеннях, що можуть призвести до травм чи аварій, на вимогу державного нагляду, або при перерві в роботі понад 60 днів. Цільовий інструктаж здійснюється перед проведенням робіт, на які оформляється наряд-допуск.

Аналіз виробничого травматизму

Для працівників повинні бути створені безпечні умови, щоб уникнути шкоди їхньому здоров'ю. Для цього потрібно аналізувати роботу технологічного обладнання, яке може спричиняти такі шкідливі чинники, як шум, механічні травми, електробезпека, підвищена вологість. Виробничі приміщення мають відповідати нормам, що регулюють мікроклімат, запиленість, загазованість, освітленість, шум, вібрацію та забезпечення побутовими приміщеннями. Рівень травматизму та профзахворювань залежить від організації охорони праці, пожежної безпеки, трудової дисципліни, фінансування та професіоналізму працівників. Розслідування травматизму здійснюється згідно з "Положенням про розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій".

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Володін С.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Д'яченко І.Б.	Назва Охорона праці	56.КР.56.000.ПЗ			
	Документ затверджено Кривопляс-Володіна Л. О.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

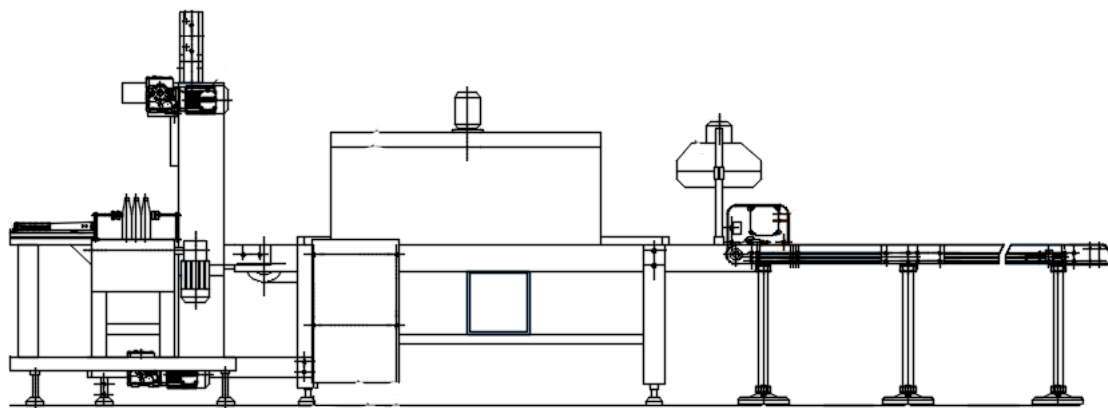
Організація роботи з охорони праці

На підприємствах вирішуються питання безпеки виробничих процесів, забезпечення засобами захисту, підвищення кваліфікації працівників, вибір оптимальних режимів праці та відпочинку, професійний добір виконавців. Служба охорони праці відповідає за проведення вступного інструктажу, підвищення кваліфікації посадових осіб, забезпечення нормативними актами, паспортизацію робочих місць, облік і розслідування нещасних випадків та профзахворювань.

Планування і фінансування заходів з охорони праці

Відповідно до Закону про охорону праці, фінансування охорони праці здійснюється роботодавцем і становить не менше 0,5% від суми фонду оплати праці. На підприємствах, що утримуються за рахунок бюджету, ці витрати передбачаються в бюджетах і становлять не менше 0,2% від фонду охорони праці. Кошти спрямовуються на поліпшення умов праці, компенсації за шкідливі умови та відшкодування наслідків шкідливих дій умов праці.

Мікроклімат виробничих приміщень



На виробничих ділянках важливо забезпечити оптимальні параметри мікроклімату, що включають температуру, вологість, рухливість повітря та теплове випромінювання. Вентиляція відіграє ключову роль у підтриманні цих параметрів, зокрема витяжна вентиляція використовується для вловлювання шкідливих речовин, а припливна — для нагнітання свіжого повітря.

Період року		Температура, С				Відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с
		допустима				допустима на робочому місці постійному і непостійному, не більше	допустима на робочому місці постійному і непостійному, не більше
		верхня границя		нижня границя			
		на робочому місці					
		постійному	непостійному	постійному	непостійному		
холодний		25	26	20	17	75	Не більше 0,2
теплий		28	30	22	20	60 (при 27 С)	0,1...0,3

Освітлення виробничих приміщень

Раціональне освітлення сприяє зменшенню втоми та травматизму. У виробничих приміщеннях використовується комбіноване освітлення (природне та штучне), а також аварійне освітлення для безпеки у разі відключення робочого світла.

Електробезпека

Для захисту від електричного струму застосовуються заземлення, захисне відключення, діелектричні підставки, знаки безпеки та інструкції щодо відключення обладнання перед ремонтом. Приміщення обладнані системами захисту від блискавки.

Пожежна безпека

Для запобігання пожежам підприємства обладнуються вогнегасниками, пожежним інвентарем, а також дотримуються режимів роботи обладнання, проводяться технічні огляди та навчання персоналу. Плануються евакуаційні заходи для безпечного виведення людей у разі надзвичайних ситуацій.

Висновки та пропозиції

Для забезпечення безпеки працівників необхідно підтримувати оптимальні умови мікроклімату, дотримуватись правил техніки безпеки та проводити регулярні інструктажі. Для цього слід встановлювати додаткові прилади вентиляції та кондиціонування, посилити контроль за дотриманням правил охорони праці та забезпечити працівників засобами індивідуального захисту.

11.ВИСНОВКИ

Даний дипломний проєкт присвячений модернізації машини ТТ-15-АП для групового пакування ПЕТ-пляшок 0,5 л, продуктивністю 720 пак/год.

У процесі аналізу існуючих конструкцій машин групового пакування у термозбіжну полімерну плівку, нами були виділені переваги і недоліки конструкції.

Першим елементом модернізації нашої установки був термоніж. Він необхідний для відрізання термозбіжної полімерної плівки після її намотування на пакет. Термоножи переміщуються за допомогою пневмоциліндра QCTF2A032A025.

Другим елементом модернізації у цій роботі являється штовхач. Він необхідний для транспортування пакетів з водою на конвеєр, який у свою чергу транспортує пакет у термокамеру. За основу штовхача було обрано циліндр 61M2P050A0200 , до нього був приєднана напрямна 45NUT050A0100. На напрямній ми закріпили планку, яка і буде контактувати з пакетами під час транспортування.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Володін С.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Д'яченко І.Б.	Назва ВИСНОВКИ	56.КР.56.000.ПЗ				
	Документ затверджено Кривопляс-Володіна Л. О.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш	

12.СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Грищенко М.М., Мазуренко В.В. "Технологічні машини та автомати: Підручник" (Київ: Вища школа, 2002)
2. Карпенко В.П., Грабовський П.П. "Технологічні машини та автомати харчових виробництв: Підручник" (Київ: НТУУ "КПІ", 2005)
3. Стребковський О.М., Степаненко В.І. "Технологічні машини та автомати: Курс лекцій" (Київ: НТУУ "КПІ", 2008)
- 4.Журнал "Машинобудівник"
- 5.Термо-Пак https://tp-eu.com/uk/catalog/packing_equipment/5171/
- 6.Литвиненко В.А., Петров М.С. "Мехатроніка: Підручник" (Київ: Вища школа, 2002)
- 7.Панасюк В.В., Гусаров В.М. "Мехатроніка: Курс лекцій" (Київ: НТУУ "КПІ", 2004)
- 8.Грищенко М.М., Мазуренко В.В. "Адаптроніка: Підручник" (Київ: НТУУ "КПІ", 2008)
- 9.Карпенко В.П., Грабовський П.П. "Адаптивні системи керування: Учебное пособие" (Київ: НТУУ "КПІ", 2005)
10. Стребковський О.М., Степаненко В.І. "Адаптивні системи: Курс лекцій" (Київ: НТУУ "КПІ", 2007)
11. Основи розрахунку і конструювання технологічного обладнання [Електронний ресурс]: конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньо-професійної програми «Прикладна механіка» денної та заочної форм навчання / С.В. Токарчук. К: НУХТ, 2021.157 с.
12. Основи розрахунку і конструювання обладнання [Електронний ресурс]: методичні рекомендації до проведення практичних занять для здобувачів освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньо-професійної програми «Прикладна механіка» ден. та заоч. форми навч. / уклад.: С.В. Токарчук, М.А. Масло, О.О. Еавва. К: НУХТ, 2023. 80 с.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Володін С.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Д'яченко І.Б.	Назва Список використаної літератури	56.КР.56.000.ПЗ			
	Документ затверджено Кривопляс-Володіна Л. О.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

13. Основи конструювання машин: підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів / 2-е вид., переробл. Кривий Ріг: Видавець ФО-П Чернявський Д.О., 2015. 492 с.

14. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв: підручник / ТДАТУ; за ред. Самойчука К. О. К : ПрофКнига, 2020. 428с.

15. Пальчевський Б. О., Крестьянполь О. А., Бондарчук Д. В. Розрахунок функціональних пристроїв пакувальних машин: навчальний посібник. Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2014. 264 с.

16. Пакувальне обладнання: підруч. для студ./ Гавва О. М., Беспалько А. П., Волчко А. І., Кохан О. О. К. ІАЦ «Упаковка», 2010. 746 с.

17. Коваленко І.В. Пакувальне обладнання: навч. посіб. К.: 2014. 211 с.

18. Пальчевський Б. О., Крестьянполь О. А., Бондарчук Д. В. Розрахунок функціональних пристроїв пакувальних машин: навч. посібник / за ред. проф. Б.О. Пальчевського. 2-е вид., випр. і доп. Луцьк: РВВ Луцького НГУ, 2014. 264 с.

19. Кривопляс-Володіна Л.О., Токарчук С.В., Бурова З.А. (2022) Пневматика та пневмоприводи. Конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 131 Прикладна механіка освітньо-професійних програми "Прикладна механіка" денної та заочної форм навчання. Електронний ресурс - 29.89-2022 - 120с.

20. Кривопляс-Володіна Л.О. Токарчук С.В., Бурова З.А. (2022) Пневматика та пневмоприводи. Лабораторний практикум для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 131 Прикладна механіка освітньо-професійних програми "Прикладна механіка" денної та заочної форм навчання/Електронний ресурс - 29.90-2022 - 62с.

21 Гідравліка, гідро- та пневмоприводи: навчальний посібник / О.П.Герасимчук, Е.Л.Селезньов, С.П.Шимчук. - Луцьк : Луцький НТУ, 2019. - 168 с

22 Надійність, технічне діагностування та експлуатація гідро- і пневмоприводів :навч. посібник / під заг. ред. П. М. Андренко ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т", Харків. нац. ун-т будівництва та архітектури. - Харків : НТУ"ХП", 2018. - 518 с.

23 Пневматичне обладнання компанії. Режим доступу:<https://catalog.camozzi.ua/>

24 Програмне забезпечення для розрахунку пневматичних елементів. Режим доступу: <https://www.festo.com/ua/uk/>