

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

Гулого

Кафедра мехатроніки та пакувальної техніки

«До захисту в ЕК»

«До захисту допущено»

Директор інституту(декан факультету)

Завідувач кафедри

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«10» 06 2025р.

«__» 20__р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності

131 "Прикладна механіка"

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми "Прикладна механіка"

на тему: "Конструювання робота-маніпулятора для розкладання склотари із транспортних пакетів, продуктивністю 24000 пляшок на годину"

Виконав: Сом Олексій Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник: Грінінг Катерина Робертівна

(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 Олексій ГРІБЕНЯ

(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 Олексій СОМ

(підпис)

Київ - 2025р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут імені акад. І. С. Гулого

Кафедра мехатроніки та пакувальної техніки

Освітній ступінь: «Бакалавр»

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Освітньо-професійна програма: Прикладна механіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри МПТ

Людмила КРИВОПЛЯС – ВОЛОДИНА

« 10 » квітня 2025 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Сома Олексія Миколайовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **Конструювання робота-маніпулятора для розкладання склотари із транспортних пакетів, продуктивністю 24 000 пляшок на годину**

керівник роботи : **асистентка Грінінг Катерина Робертівна**

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «10» 04 2025 року № 218-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 06.06.2025

3. Вихідні дані до роботи: продуктивність – 24 000 пляшок за хвилину

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

Вступ. Розділ 1. Опис існуючих конструкцій та запроєктованого обладнання. Правила експлуатації. Розділ 2. Розрахункова частина. Розділ 3. Обслуговування та встановлення обладнання. Розділ 4. Впровадження механізованих та автоматизованих систем у технологічний процес. Розділ 5. Економічна частина. Розділ 6. Технологія машинобудування. Розділ 7. Розрахунок припусків. Розділ 8. Охорона праці. Висновки. Перелік використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу

Слайди презентації: Актуальність; Лист 1 «Компонувальне креслення»; Лист 2 «Розвантажувальний конвеєр»; Лист 3 «Робот-маніпулятор»; Лист 4 «Двигун»; Лист 5 «Технологічний процес виготовлення деталі типу «вал»»; Висновки.

Креслення: Лист 1 «Компонувальне креслення»; Лист 2 «Розвантажувальний конвеєр»; Лист 3 «Робот-маніпулятор»; Лист 4 «Двигун»; Лист 5 «Технологічний процес виготовлення деталі типу «вал»»

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
6	Бойко Ю.І., доц., к.т.н.	06.05.2025	12.05.2025

7. Дата видачі завдання: 10.04.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Анотація, зміст	04.06.2025	Виконано
	Вступ	02.06.2025	Виконано
	Розділ 1. Опис існуючих конструкцій та запроєктованого обладнання. Правила експлуатації.	17.04.2025	Виконано
	Розділ 2. Розрахункова частина	24.12.2025	Виконано
	Розділ 3. Обслуговування та встановлення обладнання	28.04.2025	Виконано
	Розділ 4. Впровадження механізованих та автоматизованих систем у технологічний процес	28.04.2025	Виконано
	Розділ 5. Економічна частина	05.05.2025	Виконано
	Розділ 6. Технологія машинобудування	12.05.2025	Виконано
	Розділ 7. Розрахунок припусків	19.05.2025	Виконано
	Розділ 8. Охорона праці	26.05.2025	Виконано
	Список використаної літератури	02.06.2025	Виконано

Здобувач освіти:


(підпис)

Олексій СОМ
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи:


(підпис)

Катерина ГРІНІГ
(ім'я та прізвище)

«10» Червня 2025 р.

ЗМІСТ

ЗМІСТ.....	1
1. ОПИС ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА ЗАПРОЕКТОВАНОГО ОБЛАДНАННЯ. ПРАВИЛА ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	10
2. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	18
3. ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ.....	29
4. ВПРОВАДЖЕННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ ТА АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ У ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС.....	31
5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	36
6. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ.....	43
7. РОЗРАХУНОК ПРИПУСКІВ.....	46
8. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	60
ВИСНОВКИ.....	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	72

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ .ПМ-4-1	Розробник документа	Назва, додаткова назва ЗМІСТ				
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

АНОТАЦІЯ

Ця кваліфікаційна робота, присвячена темі «Конструювання робота-маніпулятора для розкладання склотари із транспортних пакетів, продуктивністю 24000 пляшок на годину», була виконана у відповідності до поставленого завдання.

У рамках дослідження було проведено глибокий аналіз поточного стану галузі виробництва напоїв, що дозволило оцінити сучасні тенденції та виклики. Детально вивчено існуюче обладнання та особливості технологічного процесу пастеризації. Ключовою частиною роботи стали комплексні розрахунки депалетизатора, що включають технологічний, тепловий, конструктивний та гідравлічний аспекти, забезпечуючи обґрунтованість запропонованих рішень. Окрема увага приділена вимогам до монтажу, ремонту та безпечної експлуатації обладнання. Також ретельно висвітлено питання охорони праці, техніки безпеки та аспекти охорони навколишнього середовища, що є критично важливими для сучасного виробництва.

Кваліфікаційна робота представлена у вигляді 74 аркушів пояснювальної записки, що містить текстові матеріали та розрахунки, а також 3 аркушів креслень формату А1 та одного аркушу креслення технології машинобудування. Креслення наочно демонструють загальний вигляд обладнання, його ключові вузли, деталювання окремих елементів, а також технологію виготовлення однієї з деталей.

Ключові слова: Депалетизатор, конвеєр, маніпулятор, пляшка, виробництво.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ЛМ-4-1	Розробник документа	Назва, додаткова назва АНОТАЦІЯ					
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш	

Abstract

This qualification work, dedicated to the topic "Design of a robot-manipulator for decomposing glass containers from transport packages, with a capacity of 24,000 bottles per hour", was performed in accordance with to the task at hand.

The study conducted an in-depth analysis of the current state of the beverage industry, which allowed assessing current trends and challenges. The existing equipment and features of the pasteurization process were studied in detail. The key part of the work was the comprehensive calculations of the depalletizer, including technological, thermal, structural and hydraulic aspects, ensuring the validity of the proposed solutions. Special attention was paid to the requirements for installation, repair and safe operation of the equipment. The issues of labor protection, safety technology and environmental protection aspects, which are critically important for modern production, were also carefully covered.

The qualification work is presented in the form of 74 sheets of explanatory note containing text materials and calculations, as well as 3 sheets of A1 format drawings and one sheet of engineering technology drawings. The drawings clearly demonstrate the general appearance of the equipment, its key components, detailing of individual elements, as well as the manufacturing technology of one of the parts.

Keywords: Depalletizer, conveyor, manipulator, bottle, production.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i>	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> Кафедра МПТ 2ПМ-4-1	<i>Розробник документа</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> АНОТАЦІЯ					
	<i>Документ затверджено</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i>	

ВСТУП

Харчова промисловість України одна з провідних галузей народногосподарського комплексу. За обсягом валової продукції вона посідає друге місце після машинобудування і металургії. Вона об'єднує 22 спеціалізованих галузі, що включають більш 40 основних виробництв. [5]

Історія «шампанського» в Україні починається у 19 столітті. Відомо, що у Судацькому виноробному училищі, відкритому в 1802, частина вин пускалася на повторне бродіння.

У 1812 при училищі засновано перше підприємство, що займалося ігристими винами. Пізніше — господарство Крига, яке отримало за свої вина премію на сімферопольській виставці 1846 року. [22]

З 1840-х стає поширеним шампанське «Ай-Даніль» з двору князя Воронцова.

Кримська війна (1853—1856) фактично знищила всю виноробну промисловість Криму. Французькі та британські військові ретельно вирубували виноградники, знищували обладнання та документацію.

Виноробство «шампанського» у Криму відновлюється в 1878, коли Лев Голіцин купує маєток у Новому Світі.

З 1882 розпочинається виготовлення новосвітського шампанського.

У 1900 року на Всесвітній виставці у Парижі російське «шампанське» «Парадізію» 4-го тиражу 1899 року отримало кубок «Гран-прі» — найвищу нагороду. [22]

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ЛМ-4-1	Розробник документа	Назва, додаткова назва ВСТУП					
	Документ затверджено						Інд. змін.



Рис.1. Технологія виробництва шампанського

Для майстрів винної справи виробництво шампанського є справжнім мистецтвом, секрети якого передаються від покоління до покоління. Навіть нинішня автоматизація технологічних процесів не змогла суттєво вплинути на цю галузь, дотепер на більшості винокурень використовується ручна праця.

Ми розглянемо процес виробництва шампанського, щоб зрозуміти, як виготовляється цей благородний напій. Шампанське виробляється в регіоні Шампань у Франції, і згідно з міжнародним законодавством, продукція з інших регіонів і країн, в тому числі з України, повинна маркуватися як ігристе вино, а не шампанське. При цьому сама технологія залишається незмінною. [23]

Процес виробництва шампанського.

1. Збір врожаю.

Шампанське, яке може бути тільки білим або рожевим, виготовляється з двох видів чорного винограду і одного виду білого винограду. Барвник насправді міститься в шкірці, і якщо вичавити сік, не пошкодивши шкірку, то вийде абсолютно легке ігристе вино. Для шампанського використовують три сорти винограду: Шардоне, Піно Менье та Піно Нуар. Перший сорт - білий, два інших - червоні. Піно Менье найчастіше використовується в шампанському. Збір врожаю здійснюється вручну, що дозволяє швидко видаляти гнілі ягоди червоного кольору. Збір врожаю відбувається трохи

раніше повної стиглості, коли кислотність вища за норму, а рівень цукру нижчий.

2. Вичавки.

На цьому етапі зібраний виноград пресують у спеціальному пресі. Виноград різних сортів і з різних виноградників пресують окремо. Всього існує три види шампанського соку:

Кюве - це сік першого віджиму, який вважається найякіснішим, оскільки він мало контактує зі шкіркою винограду.

Первинне сусло - це сік нижчої якості, отриманий після другого пресування.

Вторинне сусло - результат третього пресування винограду.



Рис.2. Процес зберігання

3. Ферментація.

Кожне сусло ферментується в окремих металевих резервуарах. Найексклюзивніші марки шампанського ферментують у спеціальних дубових бочках, де температура бродіння більш контрольована. В

результаті виходить сухе вино з кислотністю, яке згодом стає основним інгредієнтом для виробництва ігристих вин.

4. Купажування.

На цьому етапі майстри змішують вина різних сортів і віку з кюве, первинного і вторинного суслу. В результаті виходить унікальний смак, який виділяє цю марку шампанського серед конкурентів. Іноді винороби додають до одного напою до 50 різних вин.

Купажування не використовують для елітних марок, які виготовляють з високоякісного виноградного соку того ж року. Тому вартість пляшки такого шампанського значно вища.

5. Вторинна ферментація.

Після купажування вино розливають у надміцні пляшки. Потім додають цукор і дріжджі, і вино проходить вторинну ферментацію. Пляшки щільно закупорюють і переносять до винного льоху, де вони зберігаються в горизонтальному положенні. Згідно з чинними стандартами, на пляшку шампанського додають 18 г цукру і 0,3 г дріжджів.

6. Повторне бродіння.

Після завершення бродіння дріжджі осідають і їх потрібно видалити. Для цього пляшку обертають навколо своєї осі і поступово опускають вниз по шийці. Через кілька днів такого процесу весь осад переміщується до шийки пляшки. На елітних винокурнях пляшки перевертають вручну, а для масового виробництва використовують спеціальні машини з комп'ютерним управлінням (гіропалети).

7. Витримка.

Шампанське витримується на осаді у винних погребах від 2 до 6 років. Експерти вважають, що якісний напій повинен витримуватися не менше чотирьох років.

8. Дегоржаж.

Видаляють дріжджі, які осіли біля пробки. Для цього заморожують шийку пляшки у фізіологічному розчині при температурі -18°C . Потім пляшку відкривають і під тиском газу здувають крижану пробку з осадом.

Частина шампанського втрачається, тому в пляшку наливають суміш коньяку, вина і цукрового сиропу, щоб компенсувати це. Тип шампанського залежить від кількості доданого цукру. Потім пляшку знову закривають новим корком і закріплюють дротом, який називається мюзле.

У минулому дегоржаж здійснювався вручну і вимагав майстерності винороба. Сьогодні цей процес здійснюється за допомогою спеціального обладнання і втручання людини зведено до мінімуму. Вперше дегоржаж був проведений у 1800 році виробниками виноробні мадам Кліко, до цього дріжджовий осад з пляшки взагалі не видалявся і шампанське було каламутним.

9. Підготовка до продажу.

Щоб підготувати пляшку до продажу, її протирають і наклеюють етикетку з інформацією про напій. На цьому виробництво шампанського закінчується.

Техніко – економічне обґрунтування

Темою дипломного проекту була розробка машини для розпечатування транспортних пакетів зі скляною тарою. На сьогоднішній день на лініях розливу алкогольних та безалкогольних напоїв широко використовуються різні типи машин для відкриття упаковки (депалетизаторів), призначені для розпакування рядів порожньої тари. Депалетизатори - це машини, які автоматично розпаковують скляні та пластикові пляшки, скляні та жерстяні банки, флакони, каністри та всі інші види тари безпосередньо на палетах або ящиках, знімають їх з палет і передають на конвеєр.

Залежно від ступеня автоматизації депалетизатори можна розділити на напівавтоматичні та автоматичні, а в залежності від конструктивного рішення - на машини з штовхаючими системами для переміщення шарів продукту і машини з пневматичними захопленнями.

Напівавтоматичні машини, на відміну від автоматичних, вимагають присутності оператора і не забезпечують повністю автоматизований процес.

Повністю автоматизовані машини оснащені такими пристроями, як автоматичні пристрої для видалення проміжного вкладиша, автоматичні штабелери порожніх піддонів, конвеєри для переміщення порожніх піддонів до штабелерів і конвеєри для евакуації контейнерів і переміщення їх на конвеєр пакувальної лінії.

Автоматичні депалетизатори з розсувними системами можуть досягати продуктивності до 120 шарів на годину і мають ряд переваг, включаючи універсальність (можна розпаковувати як пляшки, так і банки) і незалежність від розміру тари.

Розраховані в цій кваліфікаційній роботі деполімеризатори є найбільш ефективними з точки зору параметрів, габаритів та обслуговування.

Технологічна частина

Скляні пляшки доставляються на виробничу дільницю в готовому вигляді. Палету з пляшками ставлять на рольганг за допомогою навантажувача і транспортують до депалетизатора. Депалетизатор розбирає палету в наступні етапи:

Каретка нижнього шару опускається на нижній шар і затискається. Одночасно каретка для підйому і переміщення пляшкового шару під'їжджає до піддону і опускається на пляшковий шар.

Затискаються бічні та задні затискачі, а передні затискачі закриваються.

Каретка перетягує шар пляшок на розвантажувальний стіл, і каретка слідує за шаром пляшок до тих пір, поки шар пляшок не буде вивантажений.

Розвантажувальний стіл опускає шар пляшок на висоту конвеєра. Потім каретка переміщує шар вперед на конвеєр. Передні захвати відкриваються, а задні і бічні затискачі відпускаються.

Коли пляшки починають рухатися, каретка подачі та стіл подачі піднімаються на наступний рівень. Це переміщує каретку зліва направо до центру, а потім до позиції на палеті.

Під час того як каретка переміщає шар пляшок на стіл, робот-маніпулятор переміщує (повертає) поворотну консоль до палети. На консолі розміщені вакуумні захвати. Консоль опускається на рівень шару, захвачує прокладку та з нею піднімається вгору. Після цього каретка повертається на 90° , та викидає прокладку в контейнер призначений для збору прокладок.

1. ОПИС ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА ЗАПРОЕКТОВАНОГО ОБЛАДНАННЯ. ПРАВИЛА ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Депалетизатори використовуються на самому початку виробничого процесу. Ця машина забирає товар з піддону і переміщує його на конвеєрну лінію. Це обладнання в основному використовується для обробки різноманітної тари, включаючи пластикові та скляні пляшки, сталеві, алюмінієві, скляні та пластикові банки і флакони.

Упаковка може бути на палетах або в коробках.

Напівавтоматичні депалетайзери

Напівавтоматичні машини працюють тільки в присутності оператора. Депалетайзери захоплюють продукт пошарово. Цей тип машин характеризується низькою вартістю і використовується для невеликих або середніх продуктів. [7]

Оператор виконує наступні завдання:

Наповнений піддон подається в зону розвантаження, каретка машини розташовується над шаром контейнера (резервуара), прокладка видаляється, і розвантажений піддон вивозиться з зони розпакування.

Напівавтоматичний депалетайзер

Опис

Депалетайзери для пляшок і банок з донним палетуванням:

- Конструкція з двома колонами для підйому та опускання платформи
- Пневматична система безпеки (парашутного типу)
- Розвантажувальна платформа
- Два пневматичних знімача гільз
- Планки для вирівнювання шару
- Пневматичні напрямні для обмеження периметра шару продукту

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа	Назва, додаткова назва ОПИС ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА ЗАПРОЕКТОВАНОГО ОБЛАДНАННЯ. ПРАВИЛА ЕКСПЛУАТАЦІЇ				
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 10

- Панель безпеки по периметру машини (клас 2)
- Міні-ПЛК Система управління з опціями
- Стрічковий конвеєр для вивантаження шару
- Вирівнювач вихідного контейнера, автоматичний пристрій для вивантаження вкладишів

Технічні характеристики:

Палета розміром:

- 800 × 1200 мм.
- 1000 × 1200 мм.

Максимально допустима висота палети:

1800 мм.

Продуктивність:

до 2 шарів на хвилину.

Депалетайзери автоматичні

Обладнання не потребує присутності спеціаліста. Всі процеси відбуваються в автоматичному режимі. Продукція подається на конвеєр за допомогою захватів або ножиць. Моделі системи захватів підходять для декількох конвеєрних ліній.

Різальні системи універсальні, тобто на них можна перевозити як пляшки, так і бляшанки.

Автоматичні установки можуть бути оснащені додатковими опціями:

- Металеві головки для транспортування жерстяної та алюмінієвої тари;
- Штабелери для порожніх палет;
- Обладнання для видалення міжшарових прокладок;
- Привідні конвеєри для подачі палет до зони висікання;
- Столи з нержавіючої сталі для зняття продукції, обладнання для вирівнювання продукції тощо.

Автоматичні розвантажувачі палет з високою розвантажувальною здатністю.

Опис

Автоматичні депалетизатори для пляшок і банок з високою продуктивністю спорожнення:

	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш
			UA	11

- Чотирирядна конструкція для повного підйому палети;
- Штовхач шару з електричною штангою;
- Два пневматичних маніпулятора для зняття підкладки;
- Розвантажувальний конвеєр для шарів з сітчастими пластиковими стрічками;
- Напрямні для навантажувача під час завантаження/розвантаження;
- Конвеєр для піддонів з приводними роликками і ланцюгами;
- Платформа оператора з пофарбованої сталі з огорожею і сходами;
- Система утримання підкладки;
- Захисна панель навколо машини;
- Платформа оператора з пофарбованої сталі з огорожею і сходами;
- Система утримання підкладки;
- Захисна панель навколо машини;
- Відповідність вимогам стандарту СЕ (клас 2) Електрообладнання;
- ПЛК Siemens S7;
- Пневматичне підключення;

Опції

- Автоматичні магазини для палет;
- Автоматичні скребки для гребенів;
- Станції розмотування палет;
- Вирівнювачі вихідних контейнерів;

Порядок роботи

Оператор встановлює палету на машину і вручну знімає захисну плівку. Потім натискається кнопка підтвердження. Палета автоматично транспортується в машину і піднімається. Шари автоматично виштовхуються на розвантажувальний конвеєр за допомогою приводної планки або системи коробчатого типу. Вкладиші видаляються оператором вручну або автоматично (на вибір). Під час розвантаження контейнери вирівнюються в ряд (опція).

Технічні характеристики:

Палета розміром:

- 800 × 1200 мм.
- 1000 × 1200 мм.
- 1120 × 1420 мм.

Максимально допустима висота палети

- 2800 мм.

Продуктивність:

до 5 шарів на хвилину

Установча потужність:

9 кВт

Споживання стисненого повітря:

250 Нл / цикл

Автоматичний магнітний полімеризатор з двома колонками

Опис:

Автоматичні машини з магнітними головками для зняття з піддону порожніх коробок, повних коробок, повних скляних пляшок і пляшок з металевими кришками:

- Двоколонна конструкція для підйому та опускання платформи
- Телескопічний візок для транспортування шарів
- Одношарова підйомна головка з магнітом і системою сепарації з нержавіючої сталі
- Сітчастий конвеєр типу Intralox
- Привід за допомогою механічного варіатора швидкості
- Зони контакту з продуктом покриті герметичним поліетиленом
- Викладені герметичним поліетиленом зони контакту з продуктом покриті поліетиленом високої щільності
- Завантажувальний / розвантажувальний / палетний конвеєр з центральним приводом роликів
- Одна напрямна для навантажувача
- Захисні панелі відповідно до СЕ (клас 2) навколо машини
- Електрообладнання відповідно до СЕ (клас 2)

Опції

- Автоматичний магазин палет
- Автоматичний прошивувач вкладишів
- Магазин вкладишів
- Вирівнювач вихідної тари

Технічні характеристики

Типи тари:

банки, скляні пляшки та банки

Максимальна вага шару:

300 кілограм.

Палети розміром:

800x1200 мм.

1000x1200 мм.

Максимальна висота палет:

1750 - ... 2100 мм.

Продуктивність:

До 4,5 шарів за хвилину.

Встановлена потужність:

від 8 до 10 кВт.

Споживання стисненого повітря 200 Нл/цикл.

Кожна конструкція машини для відкриття мішків дещо відрізняється. Основна відмінність полягає в методі розпакування, але в більшості випадків «серцем» машини є рама, яка може бути виготовлена з однієї стійки або козлової конструкції. На рамі встановлений підйомник з рухомим поворотним пристроєм, що несе затиснуту захоплюючу головку. Ця затискна головка може утримувати шари.

Палетна упаковка спрямовується на роликівий конвеєр і закріплюється на місці. Потім з'являється захватна головка (зараз це переважно промислові роботи), яка піднімає упаковку по одному шару за раз, поміщає її на конвеєр і розташовує пакувальні одиниці в заданій послідовності. Таким чином палети розвантажуються шар за шаром і після розвантаження порожні палети можуть бути відправлені на склад піддонів. Однак тут представлений лише основний принцип роботи цього функціонального модуля. Оскільки виробничі вимоги різних компаній сильно відрізняються, єдиного методу не існує. Наприклад, підйомно-опускні пристрої з приводами рами і підйомного блоку можуть мати різну конструкцію і працювати за допомогою горизонтальних механізмів пересування з пристроями, що забезпечують коливальні і ходові рухи, підтримувані телескопічними пристроями або шарнірними механізмами без телескопічних пристроїв.

Платформи для штовхання пакувальних одиниць доступні у вигляді навантажувальних пластин або роликівих килимків. Навантажувальні

пластини підходять як для одноразової, так і для багаторазової упаковки і мають змінне покриття.

Особливим компонентом відкривача мішків є захватна головка. Захватна головка з'єднана з підйомним пристроєм і може бути висувною або поворотною.

Залежно від типу пакувальної одиниці, що обрамляється, доступні різні версії захватних головок:

1. Захватна головка з пальцевим захватом

Ця хватна головка оснащена пальцевим захватом, який приводиться в дію пневматично і може обертатися вниз. Пальцевий захват обертається вниз і захоплює вантаж. Ряди пальців розташовані таким чином, щоб вмістити мішки різної форми. Центруюча рама забезпечує ідеальне і рівномірне формування мішків.

2. Затискна головка

Затискна головка міцно і надійно затискає шари пакувальної одиниці за допомогою паралельних короткобалочних роликів, які передають зусилля на затискний механізм. Головка може бути оснащена 2-х або 4-х сторонніми затискачами для надійного захоплення вантажу.

3. Картриджні хватні головки

Картриджні хватні головки (з окремими хватами) використовуються, коли пляшки обробляються пошарово. Картриджні хватні головки мають стільки окремих хватів, що можна зняти весь шар пляшок за один раз і діють як дуже великий відкривачка для пляшок.

Вони використовуються для демонтажу великих вантажів (палетних упаковок) без використання ящиків або коробок.

4. Хвати з надувними рукавами

Хвати з надувними рукавами (наприклад, картриджні хвати) використовуються для транспортування пляшок шар за шаром за допомогою верхнього хвату. Розподіл рукавів може бути відрегульований до будь-якого розташування пляшок за допомогою шаблону, якщо діаметр, форма і взаємне розташування пляшок дозволяють захоплювати їх в лінію.

5. Вакуумні присоски

Вакуумні присоски найчастіше використовуються для збирання та розбирання картонної упаковки. За допомогою декількох присосок можна

піднімати закриті упаковки (наприклад, ряди картонних коробок або інші великі посилки) пошарово.

6. Магнітні головки.

Магнітні головки використовуються для підйому і транспортування вантажів зі сталевих пластин. Порожні сталеві ящики дуже крихкі через свої тонкі стінки.

Правила експлуатації

Перед початком роботи

- Перевірте записи в журналі технічного обслуговування машини.
- Перевірте зовнішню частину машини на наявність сторонніх предметів.
- Перевірте мастило в баку.
- Подайте сигнал запуску і підключіть подачу стисненого повітря до електромережі.

Під час роботи

- Перевіряйте правильність подачі палет, роботу каретки, роботу маніпулятора робота та правильність подачі стисненого повітря. У разі виявлення несправності або незвичного звуку негайно зупиніть машину і проведіть діагностику для виявлення несправності.

Після закінчення роботи

- Закріпіть кнопку «стоп» на панелі управління деполімеризатора
- Очистіть робочу зону від піддонів і сміття
- Проінформуйте начальника наступної зміни про технічний стан обладнання та будь-які несправності, що виникли під час роботи
- Зробіть відповідні записи про несправності, що виникли під час роботи

Вимоги безпеки в разі виникнення аварійної ситуації

- негайно зупиніть всі лінії плавильного обладнання:
- якщо подальша робота загрожує безпеці оператора
- якщо відчувається дія електричного струму при дотику до металеві частини пускового пристрою
- якщо виникає іскра в електродвигуні або в пусковому пристрої
- якщо з'являються будь-які ознаки пожежі, диму або запаху гару.

Якщо це сталося проінформуйте керівника аварійної служби.

У разі пожежі

- Вимкніть прилад, транспортний засіб і систему подачі та відведення повітря

- Повідомте пожежну команду та керівництво

- Почніть гасіння пожежі.

У разі виникнення пожежі вимкніть автоматичний вимикач.

Електричні кабелі під напругою можна гасити тільки вуглекислотними вогнегасниками або піском.

Не гасіть водою.

У разі нещасного випадку, пов'язаного з травмами, зверніться до керівника або безпосередньо до швидкої допомоги.

Надайте першу допомогу потерпілому відповідно до інструкцій з надання першої допомоги.

2. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

Розрахунок силових параметрів кінематичних залежностей робота-маніпулятора для усунення перекладок в транспортному пакеті між шарами пляшок.

Розрахунок поворотної консолі механізму вертикального переміщення з вакуумним захватом.

Вакуумний захват закріплений на поворотній консолі, яка встановлена на напрямних нерухокої вертикальної колони та реалізує зворотно-поступальне переміщення по напрямку колони за допомогою тягового зубчатого пасу та електричного приводу.

Розрахунок переміщення рухомої каретки. Сила опору під час руху напрямними вертикальної колони. (Рис.2.1.)

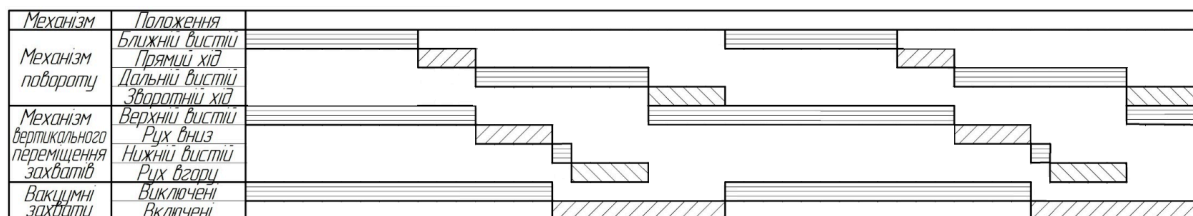


Рис.2.1. Циклограма (схема робочих процесів робота маніпулятора).

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа	Назва, додаткова назва РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА				
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 18

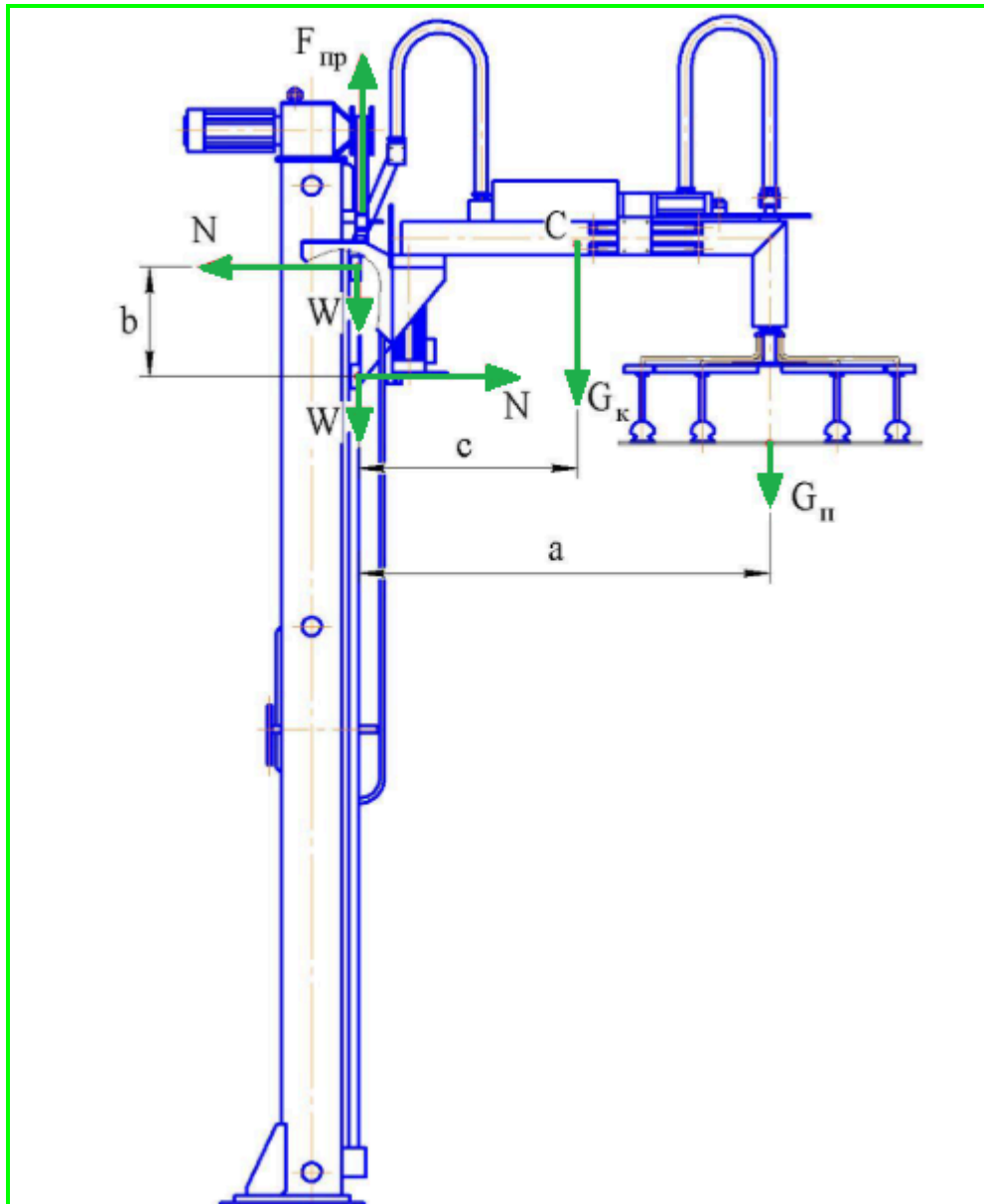


Рис.2.2. Схема навантаження на каретку вертикального переміщення

А) Статистична рівновага поворотної консолі з вертикальною кареткою та вакуумними захватами визначається як:

$$\Sigma M_A = 0; \quad N \cdot b - G_k \cdot c - G_p \cdot a = 0, \quad (2.1)$$

де N – Перпендикулярна реакція вертикальних напрямних стійки на опорні ролики кочення рухомого візка.

b – база опорних роликів кочення рухомого візка.

G_k – вага підйомної каретки з поворотною консоллю та захватними пристроями.

$$G_k = m_k \cdot g = 113 \cdot 9,81 = 1108,53 \text{ Н}, \quad (2.2)$$

m_k - маса поворотної консолі із кареткою та захватами, яка дорівнює 113 кілограмів.

g - прискорення вільного падіння (9,81 м/с²);

G_n - Вагове значення однієї вставки між рівнями тари.

$$G_n = m_n \cdot g = 15 \cdot 9,81 = 147,15 \text{ Н}, \quad (2.3)$$

m_n - маса індивідуальної вкладки; m_n рівна 15,0 кг;

Виходячи зі стану статичної рівноваги, значення нормальної реакції N дорівнює:

$$\begin{aligned} N &= (G_k \cdot c + G_n \cdot a) / b = \\ &= (1108,53 \cdot 0,95 + 147,15 \cdot 1,71) / 0,5 = 2609,46 \text{ Н}. \end{aligned} \quad (2.4)$$

Значення сили опору W при русі каретки вздовж вертикальних напрямних колони.

$$W = w \cdot N = 0,05 \cdot 2609,46 = 130,47 \text{ Н}, \quad (2.5)$$

де w - позначає коефіцієнт опору руху рухомого візка по напрямних стійки; для складних умов експлуатації механізму w становить 0,05.

Зусилля тяги в зубчастому приводному пасі при вертикальному переміщенні каретки догори.

$$\begin{aligned} F_{\text{пр}} &= G_k + G_n + 2 \cdot W = \\ &= 1108,53 + 137,3 + 2 \cdot 130,47 = 1506,77 \text{ Н}. \end{aligned} \quad (2.6)$$

Швидкість вертикального пересування візка з затискними пристроями.

$$v = h_{\text{max}} / t_{\text{р.х.}} = 1600 \cdot 10^{-3} / 4,0 = 0,4 \text{ м/с}, \quad (2.7)$$

де h_{\max} - максимальна висота підйому каретки по вертикальних напрямних стійки. h_{\max} рівна 1600 мм або 1,6 м;

$t_{р.х.}$ - тривалість вертикального робочого переміщення каретки; виходячи з циклограми взаємодії робочих органів окремих механізмів промислового робота.

Розрахована потужність електродвигуна, що забезпечує вертикальне переміщення каретки.

$$P_{\text{дв.розр.}} = F_{\text{пр}} \cdot v / \eta_{\text{пр}} =$$
$$= 1506.77 \cdot 0,4 / 0,75 = 803.61 \text{ Вт} = 0.803 \text{ кВт}, \quad (2.8)$$

де $\eta_{\text{пр}}$ - ККД приводного механізму; $\eta_{\text{пр}}$ рівне 0,75.

Необхідна швидкість обертання приводного шківця тягового паса механізму вертикального руху каретки.

$$n_{\text{шк}} = 60 \cdot 1000 \cdot v / (\pi \cdot d_{\text{шк}}) =$$
$$= 60 \cdot 1000 \cdot 0,4 / (\pi \cdot 120,0) = 63,7 \text{ об/хв.}, \quad (2.9)$$

де $d_{\text{шк}}$ - діаметр ведучого шківця механізму вертикального переміщення каретки;

$d_{\text{шк}}$ рівне 120,0 мм.

Згідно з каталогом, приводом механізму вертикального переміщення є мотор-редуктор SEW Eurodrive моделі R 47 DT 90S4.

Параметри мотор-редуктора R 47 DT 90S4:

Встановлена потужність електродвигуна ($P_{\text{дв}}$) становить 1,1 кВт.

Частота обертання вихідного валу редуктора ($n_{\text{м}}$) дорівнює 64,0 об/хв.

Крутний момент на вихідному валу редуктора (M_2) складає 164,0 Нм.

Сервіс-фактор редуктора ($f_{\text{в}}$) – 1,85.

Передаточне число редуктора (i_{ges}) – 21,81.

Маса мотор-редуктора ($m_{\text{мр}}$) – 28,0 кг.

Запас потужності електродвигуна привода (коефіцієнт).

$$k_p = P_{дв} / P_{дв.розр} = 1,1 / 0,803 = 1,369. \quad (2.10)$$

Обчислення параметрів механізму обертання консолі з вакуумними затискачами рухомої каретки робота-маніпулятора.

Поворотна консоль з опорами кочення змонтована на спеціальному пристрої та приводиться в обертання електромеханічним приводом, який складається з мотор-редуктора та зубчастої передачі з внутрішнім зачепленням (рис. 5).

Значення вертикальної реакції R_v в опорно-поворотному механізмі.

$$R_v = G_k + G_{п} = 940,7 + 137,3 = 1078,0 \text{ Н}, \quad (2.11)$$

де G_k – вагове значення поворотної консолі, обладнаної вакуумними захватами; G_k рівне 940,7 Н.

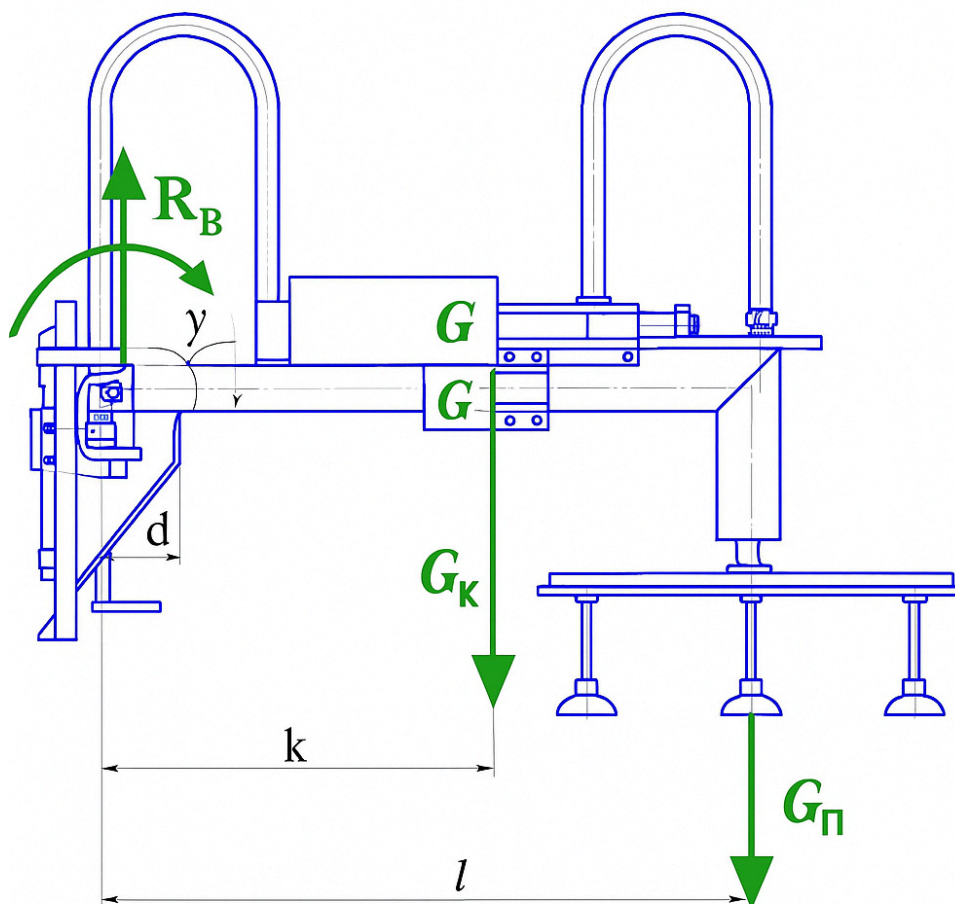


Рис.2.3. Графічне представлення силового навантаження опорно-поворотного пристрою, що здійснює поворот консолі із захватами.

2. Величина моменту сил від G_k та G_p , прикладених до опорно-поворотного механізму.

$$\begin{aligned} M &= G_k \cdot k + G_p \cdot l = \\ &= 940,7 \cdot 0,82 + 147,15 \cdot 1,50 = 992,1 \text{ Нм}, \end{aligned} \quad (2.12)$$

де k – Відстань від центру мас S поворотної консолі з захватами до осі опорно-поворотного пристрою, що є плечем сили G_k ; k рівне 820 мм або 0,82 м.

l – Відстань від осі симетрії головки вакуумних захватів до осі опорно-поворотного пристрою є плечем сили G_p ; l рівне 1500 мм або 1,50 м.

3. Емпірична формула використовується для визначення статичного моменту опору повороту консолі.

$$\begin{aligned} T_{ст} &= [w \cdot (5 \cdot M + R_b \cdot d)] / \cos \gamma = \\ &= [0,01 \cdot (5 \cdot 992,0 + 1078,0 \cdot 0,25)] / \cos 45^\circ = 73,93 \text{ Нм}, \end{aligned} \quad (2.13)$$

де w рівне 0,01 – коефіцієнт, що враховує опір коченню та тертя в сепараторі.

$d = 0,25$ м, що відповідає 250 мм, є середнім діаметром кола кочення опорно-поворотного пристрою.

γ – кут між напрямком нормальної реакції в опорі кочення та вертикальною віссю становить 45 градусів.

4. Величина кутової швидкості обертання консолі обладнаної вакуумними затискачами.

$$\omega = \alpha / t_{p.x.} = (\epsilon / 2) / 4,0 = \epsilon / 8 = 0,393 \text{ с}^{-1}, \quad (2.14)$$

де α – кут обертання консолі із затискачами, який становить 180 градусів, що рівне $\pi/2$ радіан.

$t_{р.х.}$ – тривалість робочого переміщення поворотної консолі; виходячи з циклограми взаємодії робочих органів окремих механізмів промислового робота $t_{р.х.} = 4,0$ с.

5. Необхідна потужність електродвигуна для приводу повороту консолі.

$$P_{дв.розр.} = T_{ст} \cdot \dot{\varphi} / \eta_{пр} =$$
$$= 73,93 \cdot 0,393 / 0,65 = 44,7 \text{ Вт} = 0,0447 \text{ кВт}, \quad (2.15)$$

де $\eta_{пр}$ – ККД приводного механізму становить $\eta_{пр}$ рівне 0,65.

6. Величина кутової швидкості вихідного валу мотор-редуктора.

$$\dot{\varphi}_2 = \dot{\varphi} \cdot u_{зп} = 0,393 \cdot 4,0 = 1,572 \text{ с}^{-1}, \quad (2.16)$$

де $u_{зп}$ – величина передаточного числа зубчастієї передачі з внутрішнім зачепленням складає 4,0.

7. Потрібна частота обертання вихідного валу мотор-редуктора для забезпечення руху.

$$n_2 = 30 \cdot \dot{\varphi}_2 / \epsilon = 30 \cdot 1,572 / \epsilon = 15,0 \text{ об/хв}. \quad (2.17)$$

8. Згідно з каталогом, приводом механізму повороту консолі є мотор-редуктор SEW Eurodrive моделі R 07 DT 50M4.

Характеристики мотор-редуктора R 07 DT 50M4_:

Електродвигун має встановлену потужність 0,09 кВт ($P_{дв.}$).

Вихідний вал редуктора обертається з частотою 17,0 об/хв (n_m).

На вихідному валу редуктора крутний момент досягає 52,0 Нм (M_2).

Редуктор характеризується сервіс-фактором 1,05 (f_B).

Передаточне число редуктора (i_{ges}) становить 78,24.

Маса мотор-редуктора (m_{MP}) – 5,9 кг.

9. Коефіцієнт резерву потужності приводного електродвигуна.

$$k_P = P_{дв} / P_{дв.розр} = 0,09 / 0,0441 = 2,041. \quad (2.18)$$

Технічний розрахунок каретки для розвантаження деполетизатора.

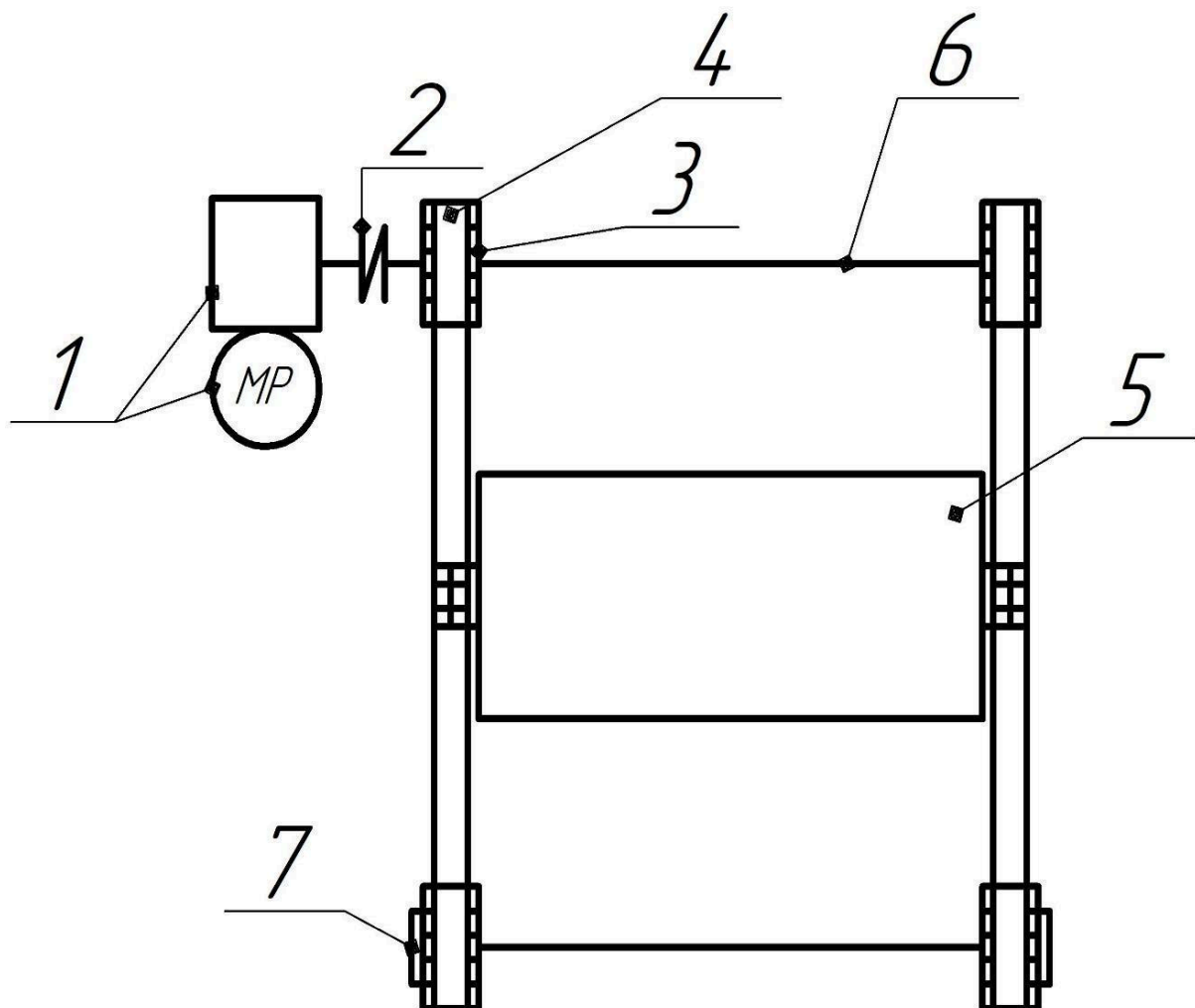


Рис. 2.4. Кінематична схема приводного механізму каретки 9.

Тривалість кінематичного циклу роботи автомата (у секундах) визначається за формулою:

$$T_{\text{ц}} = \frac{3600}{136} = 26,47 = 25\text{с} \quad (2.19)$$

де $Z_{\text{ш}}$ рівне 176 шт – кількість одиниць тари в одному рівні.

$Z = 24000$ – продуктивність машини

$$n_{\text{ц}} = \frac{Z}{Z_{\text{ш}}} = \frac{24000}{176} = 136 \text{ цикл/год} \quad (2.20)$$

Каретка з захватами

Визначаємо швидкість переміщення каретки (у метрах за секунду).

$t_{\text{р.х.}} = 4 \text{ с}$ – тривалість робочого ходу.

$t_{\text{х.х.}} = 2 \text{ с}$ – тривалість холостого ходу.

$m_{\text{пл}} = 1200 \text{ г}$ – маса однієї пляшки.

$m_{\text{ш}} = 211,2 \text{ кг}$ – маса одного шару ($1200 \text{ г/пляшку} \times 176 \text{ пляшок}$).

$l_{\text{пл}}$ – висота пляшки (в метрах).

$$V_{\text{р.х.}} = \frac{l_{\text{пл}}}{t_{\text{р.х.}}} = \frac{1,50}{4} = 0,375\text{с} \quad (2.21)$$

$$V_{\text{х.х.}} = \frac{l_{\text{пл}}}{t_{\text{х.х.}}} = \frac{1,50}{2} = 0,75\text{с} \quad (2.22)$$

$$W' = \int_{\text{пл}} \times m_{\text{пл}} \times g = 0,1 \times 211,2 \times 9,81 = 207,18 \text{ Н} \quad (2.23)$$

$$W = 210 \text{ Н}$$

Під час піднімання каретки:

$$F_{\tau} = \left(\frac{m}{2} - m_{\text{пр}} \right) \times g \quad (2.24)$$

$$m = m_{\text{ш}} + m_{\text{пл}} = 211,2 + 1,200 = 212,4 \text{ кг} \quad (2.25)$$

$$m_{\text{пр}} = \frac{m+m'}{4} = \frac{212,4+211,2}{4} = 105,9 \text{ кг} \quad (2.26)$$

$$m' = m_{\text{ш}} \quad (2.27)$$

$$F_{\tau} = \left(\frac{212,4}{2} - 105,9 \right) \times 9,81 = 2,94 \text{ Н} \quad (2.28)$$

Під час опускання каретки:

$$F'_t = \left(m_{\text{пр}} - \frac{m'}{2} \right) \times g \quad (2.29)$$

$$F'_t = \left(105,9 - \frac{211,2}{2} \right) \times 9,81 = 2,94 \text{ Н} \quad (2.30)$$

$$\left(\frac{m}{2} - m_{\text{пр}} \right) \times g = \left(m_{\text{пр}} - \frac{m'}{2} \right) \times g \quad (2.31)$$

$$\frac{m}{2} - m_{\text{пр}} - m_{\text{пр}} + \frac{m'}{2} \quad (2.32)$$

$$2m_{\text{пр}} = \frac{m}{2} + \frac{m'}{2} = \frac{212,4}{2} + \frac{211,2}{2} = 211,8 \quad (2.33)$$

$$v = \frac{h}{t_{p.x.}} = \frac{1,22}{4} = 0,305 \text{ м/с} \quad (2.34)$$

$P = 25,4$ - крок ланцюга

$Z = 20$

$$d_3 = \frac{P}{\sin \times \frac{180^\circ}{Z}} \quad (2.35)$$

$$d_3 = \frac{25,4}{\sin \times \frac{180^\circ}{20}} = 74,7 \quad (2.36)$$

$$N_{дв} = \frac{F_{\tau} \times U}{\eta_{пр}} = \frac{2,94 \times 0,305}{0,85} = 1 \text{ кВт} \quad (2.37)$$

$$U = \frac{\pi \times d_3 \times n_{зір}}{60 \times 1000} = \frac{3,14 \times 74,7 \times 78}{60 \times 1000} = 0,305 \quad (2.38)$$

$$n_{зір} = \frac{60 \times 1000 \times V}{\pi \times d_3} = \frac{60 \times 1000 \times 0,305}{3,14 \times 74,7} = 78 \text{ об/хв} \quad (2.39)$$

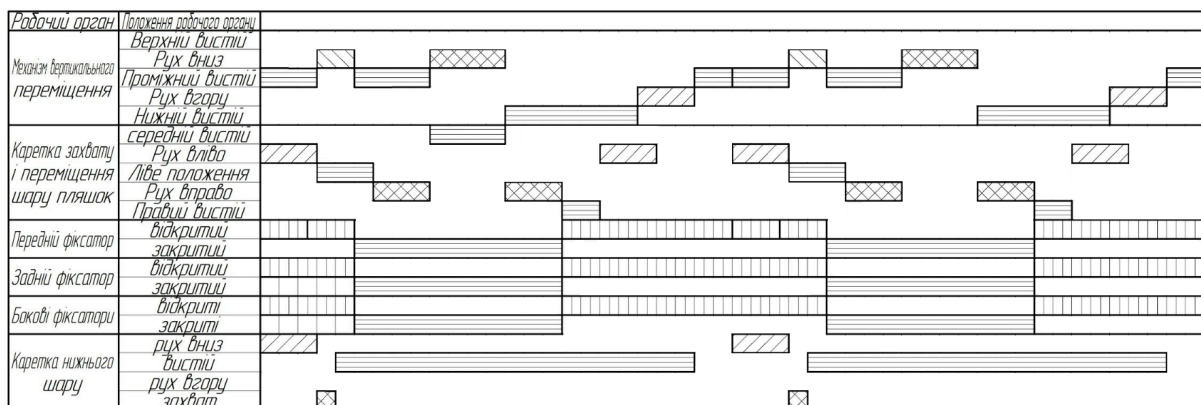


Рис.2.5. Графік циклів роботи деполітайзера.

3. ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ

Перш ніж проводити монтажні роботи, введення в експлуатацію або ремонт будь-якого обладнання, необхідно ретельно ознайомитися з інструкцією та технічною документацією. Потім готуються монтажні майданчики. Якщо обладнання складається з блоків, їх встановлюють на підготовлені місця; якщо ж ні, то спочатку здійснюють його складання. Після завершення монтажу до обладнання підводять необхідні комунікації та проводять пробний запуск без навантаження.

Депалетизатор транспортується на місце встановлення в розібраному стані. Для зручності перевезення машина розділена на дві основні частини: корпус та формувальний стіл.

Монтаж починається з привідного блоку. На колоні зверху встановлюється мотор-редуктор, на вихідному валу якого фіксується зірочка. Ланцюг одягається на зірочку та пропускається через отвір у колоні. Захватна головка піднімається у верхнє положення, після чого ланцюг підвішується до противаги.

Далі до машини приєднуються транспортери для ящиків та піддонів. Депалетизатор підключається до пневматичної магістралі за допомогою накидної гайки, встановленої на ній. Здійснюється монтаж пневматичної групи.

Після цього всі точки змащення та ланцюги зі зірочками змащуються. Перевіряється рівень мастила в редукторах.

Електрощит з'єднується з машиною та електромережею. Виконується монтаж електричної частини. На завершення перевіряються всі різьбові з'єднання та за потреби підтягуються.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа	Назва, додаткова назва ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ				
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 29

Під час експлуатації машини можливі такі несправності, як обрив або розтяг ланцюга, спрацювання та зношення шарнірів, нерівномірний рух, перевантаження, потрапляння сторонніх предметів, перекіс або зношення зубів зірочок. Усунення цих проблем зазвичай полягає в заміні ланцюгів та зірочок на нові. При незначному зношенні окремі ланки ланцюга можуть бути замінені на не спрацьовані. Також можуть виникати несправності в пневматичній системі.

Причинами несправностей пневмосистеми можуть бути:

забруднення фільтра,

недостатнє затягування склянки фільтра,

потрапляння великих забруднюючих частинок у випускний клапан,

розрив мембрани.

Для усунення цих несправностей необхідно очистити фільтр (можливо продути стисненим повітрям), очистити випускний клапан стисненим повітрям або замінити мембрану.

4. ВПРОВАДЖЕННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ ТА АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ У ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС.

Об'єктом автоматизації в даному проекті є депалетизатор – машина, призначена для автоматизованого знімання шарів пакованої продукції, наприклад, банок або пляшок, з піддонів. Завод-виробник пропонує цю машину у двох основних модифікаціях, що відрізняються ступенем автоматизації: напівавтоматичний варіант, який передбачає певну участь оператора у виконанні технологічних операцій, та повністю автоматичний депалетизатор, здатний функціонувати в автономному режимі без постійної присутності людини.

Для побудови автоматизованої системи керування технологічним процесом (АСУТП) комплексної лінії розливу, одним з ключових елементів якої є згаданий депалетизатор, розробляється однорівнева централізована структурна схема управління. Це означає, що всі ключові функції керування зосереджені на одному рівні ієрархії системи. Первинна інформація про поточний стан технологічного об'єкта – депалетизатор – безперервно надходить до центрального пункту управління через встановлені первинні вимірювальні перетворювачі, які зазвичай називають датчиками.

Отримані від датчиків електричні сигнали низького рівня надходять на вторинні перетворювачі, які для зручності монтажу та обслуговування розміщуються в спеціалізованому щиті живлення та перетворювачів. Основна функція цих перетворювачів полягає в масштабуванні та уніфікації вхідних сигналів у стандартний струмовий сигнал в діапазоні від 0 до 5 міліампер. Цей уніфікований сигнал є сумісним для подальшої обробки мікропроцесорним програмованим контролером (МПК), який є центральним обчислювальним ядром системи керування. Електроживлення як самого МПК, так і всіх польових датчиків, забезпечується від того ж щита живлення та перетворювачів, що спрощує електромонтаж та підвищує надійність системи. Після отримання та аналого-цифрового перетворення вхідних сигналів, МПК здійснює їх обробку за закладеними в його пам'ять алгоритмами керування, і на основі цієї обробки формує

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження у вигляді ВИ	Вид документа	ричних сл	СІГН:	Статус документа
		Пояснювальна записка			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа	Назва, додаткова назва ВПРОВАДЖЕННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ ТА АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ У ТЕХНОЛОГІЧНИЙ	Інд. змін.	Дата видання	Мова UA
	Документ затверджено				Аркуш 31

З метою забезпечення людино-машинного інтерфейсу, інформація, оброблена МПК, передається на персональний комп'ютер оператора (ПК). На ПК встановлюється спеціалізоване програмне забезпечення класу SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), яке забезпечує візуалізацію технологічного процесу в реальному часі, відображення поточних значень технологічних параметрів, а також можливість оперативного втручання в процес керування. Важливою особливістю є те, що оператор має можливість дистанційно керувати технологічним процесом безпосередньо через графічний інтерфейс SCADA-системи, віддаючи керуючі команди. Ці команди з ПК знову передаються до МПК у вигляді електричних сигналів. Вихідні керуючі сигнали від МПК, що представляють собою струм в діапазоні 0-5 мА, надходять на електропневматичні перетворювачі, які також розміщені в щиті живлення та перетворювачів. Основна функція цих пристроїв полягає в перетворенні електричного керуючого сигналу в пневматичний сигнал тиску в діапазоні від 20 до 100 кілопаскалів. Цей пневматичний сигнал, в свою чергу, подається на мембранний виконавчий механізм, який безпосередньо здійснює регулюючий вплив на технологічний процес.

При виборі апаратної платформи для побудови АСУТП було проведено аналіз існуючих технічних засобів, і в результаті було обрано програмований логічний контролер (ПЛК) Schneider-Modicon Premium. Цей контролер був обраний завдяки його високій продуктивності, надійності, широкому набору вбудованих функцій та можливостей розширення, що в повній мірі задовольняє всі технічні та функціональні вимоги, що пред'являються до системи керування даною лінією розливу.

Розроблена система керування забезпечує виконання широкого спектру функцій по введенню та виведенню різноманітних типів сигналів, що надходять від технологічного обладнання та керують ним:

- Введення аналогових сигналів постійного струму та напруги, що представляють безперервно змінювані технологічні параметри, такі як тиск, температура, рівень тощо.
- Введення дискретних сигналів струму та напруги, які представляють собою двійкові стани технологічних елементів, наприклад, стан кінцевих вимикачів, датчиків положення, кнопок керування тощо.
- Введення сигналів від термометрів опору, що використовуються для точного вимірювання температури в різних точках технологічного процесу.

- Формування аналогових керуючих струмових сигналів, які використовуються для безперервного керування виконавчими механізмами з аналоговим входом, такими як регулюючі клапани.
- Формування дискретних керуючих сигналів, які використовуються для увімкнення та вимкнення електродвигунів, електромагнітних клапанів та інших виконавчих пристроїв з дискретним керуванням.

Графічне відображення всієї необхідної технологічної інформації для оператора реалізовано на базі потужної супервізорної SCADA-системи RS View 32. Ця система дозволяє створити інтуїтивно зрозумілий людино-машинний інтерфейс. Поточний стан технологічного обладнання (наприклад, стан двигунів, клапанів, транспортерів) та інформація про будь-які відхилення технологічних параметрів від заданих значень відображаються на динамічній графічній мнемосхемі технологічного процесу шляхом зміни стану відповідних візуальних індикаторів, таких як зміна кольору, миготіння або поява спеціальних символів. Розроблена система має гнучку архітектуру, яка дозволяє без значних зусиль проводити її подальше розширення та інтеграцію з іншими приладами та засобами автоматизації, що можуть бути додані до лінії розливу в майбутньому. Важливою особливістю системи є її здатність працювати як в повністю автоматичному режимі, коли керування здійснюється контролером за заздалегідь заданими алгоритмами, так і в дистанційному режимі, коли основні керуючі функції передаються оператору через SCADA-інтерфейс.

Однією з ключових умов забезпечення нормальної та стабільної роботи депалетизатор, особливо його пневматичної системи захоплення та переміщення шару банок, є підтримання постійного тиску стисненого повітря на чітко визначеному заданому рівні. Для досягнення цієї мети в системі передбачена стабілізація подачі повітря безпосередньо перед входом до депалетизатора.

Для точного вимірювання поточного значення тиску повітря в пневматичній магістралі використовується диференціальний пневматичний перетворювач різниці тисків моделі ДПП-2-12-001-0116 (позначений на схемі як елемент 1а). Цей датчик має діапазон вимірювання від 0 до 40 кілопаскалів і видає на виході пневматичний сигнал в діапазоні від 20 до 100 кілопаскалів, який є стандартним для пневматичних систем автоматизації. Пневматичний вихідний сигнал від ДПП подається на пневмоелектричний перетворювач моделі ПЕ-55М (елемент 1б). Основна функція цього пристрою полягає в перетворенні вхідного пневматичного сигналу в уніфікований електричний струмовий сигнал в діапазоні від 0 до

5 міліампер, який є придатним для безпосередньої обробки мікропроцесорним програмованим контролером (МПК). Отримавши інформацію про поточний тиск, МПК обробляє її відповідно до закладеного алгоритму керування. У даному випадку для стабілізації тиску використовується простий та ефективний П-регулятор (пропорційний регулятор). Згідно з цим алгоритмом, МПК генерує коригуючий керуючий сигнал, величина якого є пропорційною величині відхилення фактичного значення тиску від заданого. Цей керуючий сигнал передається на персональний комп'ютер оператора (ПК), де він відображається в SCADA-системі, надаючи оператору інформацію про поточний стан системи стабілізації тиску. Оператор також має можливість дистанційно змінювати задане значення тиску або впливати на роботу регулятора через інтерфейс SCADA. Керуючий сигнал з ПК знову передається назад до МПК для подальшої обробки. Вихідний керуючий струмовий сигнал від МПК (0-5 мА) надходить на електропневматичний перетворювач моделі ЕПП-3311 (елемент 1в), який встановлений у щиті живлення та перетворювачів. Цей пристрій перетворює електричний сигнал назад у пневматичний сигнал тиску в стандартному діапазоні 20-100 кілопаскалів. Отриманий пневматичний сигнал подається на мембранний виконавчий механізм типу 25ч30нж (елемент 1г), який безпосередньо здійснює регулювання подачі стисненого повітря. Залежно від величини сигналу розбалансу (різниці між заданим та фактичним тиском), виконавчий механізм автоматично збільшує або зменшує прохідний переріз регулюючого клапана, тим самим збільшуючи або зменшуючи подачу повітря до тих пір, поки фактичний тиск у трубопроводі не досягне заданого значення. Таким чином, забезпечується автоматична стабілізація тиску повітря в пневматичній системі депалетизатора.

Для здійснення контролю та точного підрахунку кількості одиниць штучної продукції (наприклад, банок або пляшок), що проходять по лінії розливу, використовується оптичний датчик моделі OSR I35A5 (позначений як елемент 2а), який виконує функцію приймача оптичного випромінювання в інфрачервоному спектрі. Джерелом цього випромінювання є спеціальний випромінювач моделі OYR I35A5 (елемент 2б), який встановлюється навпроти приймача, утворюючи таким чином оптичний бар'єр. Коли продукція перетинає цей бар'єр, приймач фіксує зміну рівня освітленості та формує дискретний електричний сигнал. Цей дискретний сигнал надходить як на мікропроцесорний програмований контролер (МПК), так і на персональний комп'ютер оператора (ПК), де відбувається його підсумовування для обліку загальної кількості пройденої продукції.

Отримана інформація відображається на екрані ПК у зручному для оператора вигляді, наприклад, у вигляді лічильника.

Керування електроприводами різноманітного технологічного обладнання, встановленого на лінії розливу (наприклад, електродвигунами транспортерів, насосів тощо), здійснюється як в автоматичному режимі, відповідно до заздалегідь запрограмованої послідовності технологічних операцій, так і в дистанційному режимі безпосередньо оператором з персонального комп'ютера за допомогою спеціальних елементів керування, таких як віртуальні кнопки управління КУ (SB) на екрані SCADA-системи, та реальних магнітних пускачів ПМЕ (KM), які комутують електричні кола приводів за командами від контролера або оператора.

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Обсяг додаткових капіталовкладень на впровадження засобів механізації.

Капітальні витрати являють собою інвестиції у створення, реконструкцію, розширення, технічне переоснащення, придбання, транспортування та встановлення обладнання, що формують основні фонди підприємства і здійснюються за рахунок капітальних вкладень.

$$K_{\text{дод}} = K + Д + Л \quad (5.1)$$

де K – ціна придбання обладнання.

$Д$ – вартість робіт з демонтажу обладнання, що підлягає заміні.

$Л$ – вартість металобрухту або інших матеріалів, отриманих від ліквідації замінюваного обладнання (ліквідаційна вартість).

$$K = K_O + K_M + K_C + K_{\text{ПР}} + K_M \quad (5.2)$$

де K_O – сума, сплачена за придбання обладнання.

$$K_O = 975500 \text{ грн.}$$

K_M – витрати на транспортування, що становлять 4% від ціни обладнання.

$$K_M = K_O * 0,04$$

$$K_M = 975500 * 0,04 = 39020 \text{ грн.} \quad (5.3)$$

K_C – витрати на заготівлю та складування, що становлять 1,25% від ціни обладнання.

$$K_C = K_O * 0,0125 \quad (5.4)$$

$$K_C = 975500 * 0,0125 = 12193,75 \text{ грн.}$$

$K_{\text{ПР}}$ – витрати на проектні роботи, що становлять 4% від ціни обладнання.

$$K_{\text{ПР}} = K_O * 0,04 \quad (5.5)$$

$$K_{\text{ПР}} = 975500 * 0,04 = 39020 \text{ грн.}$$

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа	Назва, додаткова назва ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА					
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 36	

Таблиця 1
Вхідні дані

Показник	Величина показника
Ціна придбання деполетизатора, у гривнях.	975500
Погодинна оплата праці робітника-вантажника, грн/год.	50
Річний фонд робочого часу, у робочих днях.	235
Відсоток доплат до основного фонду заробітної плати.	65
Ставка єдиного соціального внеску, у відсотках.	23
Відсоток витрат на заходи з охорони праці від фонду оплати праці.	10
Сумарна встановлена потужність електродвигунів, що входять до складу автоматизованої системи, кВт.	2.3
Середня тривалість роботи електродвигунів протягом доби, у годинах.	12
Вартість одного кіловат-годин спожитої електроенергії, грн/кВт·год.	2.15
Коефіцієнт використання встановленої потужності електродвигунів (у відносних одиницях або відсотках).	0.8
Річна норма амортизаційних відрахувань у відсотках від	15

первісної вартості обладнання.	
Тривалість однієї робочої зміни, у годинах.	12
Відсоток відрахувань на планові поточні ремонти, що розраховується від річної суми амортизаційних відрахувань.	50
Загальна кількість робочих днів підприємства протягом року.	240
Чисельність працівників, що стають непотрібними в одну робочу зміну внаслідок автоматизації, осіб.	4
Загальна кількість робочих змін на підприємстві (за добу, за рік тощо – уточніть період, якщо необхідно).	2
Питомі транспортні витрати, виражені у відсотках від загальної вартості придбаного обладнання.	4
Питомі заготівельно-складські витрати, виражені у відсотках від загальної вартості придбаного обладнання.	1.3
Питома вартість проектних робіт, виражена у відсотках від загальної вартості придбаного обладнання.	4
Питома вартість монтажних робіт, виражена у відсотках від загальної вартості придбаного обладнання.	25

K_M – витрати на монтажні роботи, що становлять 25% від ціни обладнання.

$$K_M = K_0 * 0,25 \quad (5.6)$$

$$K_M = 975500 * 0,25 = 243875 \text{ грн.}$$

Тепер застосуємо отримані значення у формулі.

$$K = 975500 + 39020 + 12193,75 + 39020 + 243875 = 1309608,75 \text{ грн.} \quad (5.7)$$

Оскільки раніше застосовувалася ручна праця, вартість демонтажу та ліквідаційна вартість відсутні ($D = 0$, $L = 0$).

Тоді:

$$K_{\text{дод}} = K = 1309608,75 \text{ грн.}$$

Ключові економічні показники ефективності механізації виробництва.

До поточних витрат належать затрати на забезпечення функціонування обладнання протягом його функціонального циклу, включаючи вартість необхідних матеріалів та послуг.

Ефективність механізації виробництва з економічної точки зору оцінюється через ряд ключових показників, серед яких:

Зменшення витрат на основну заробітну плату за рахунок скорочення чисельності персоналу:

$$З_{\text{п}} = \text{Ст.} * T * \text{Др.} * N * n * K \quad (5.8)$$

де Ст. – погодинна тарифна ставка працівника.

T – тривалість однієї робочої зміни (у годинах).

Др. – кількість відпрацьованих робочих днів за розрахунковий період.

N – чисельність вивільнених працівників в одну зміну.

N_{зм} – загальна кількість робочих змін за розрахунковий період.

K – коефіцієнт, що враховує додаткові виплати до тарифної ставки (надбавки, премії тощо).

$$З_{\text{п}} = 49,46 * 12 * 230 * 4 * 2 * 1,6 = 1747322,9 \text{ грн.} \quad (5.9)$$

Сума єдиного соціального внеску, що підлягає сплаті:

$$E_{\text{соц.вн.}} = З_{\text{п}} * 0,22$$

$$E_{\text{соц.вн.}} = 1747322,9 * 0,22 = 384411,04 \text{ грн.} \quad (5.10)$$

Додаткові витрати на заходи з охорони праці:

$$E_{\text{ох.пр}} = З_{\text{п}} * 0,10$$

$$E_{\text{ох.пр}} = 1747322,9 * 0,1 = 174732,29 \text{ грн.} \quad (5.11)$$

Сумарна економія за рахунок покращених показників:

$$E = 3_{\Pi} + E_{\text{СОЦ.ПОТР.}} + E_{\text{ОХ.ПР.}}$$

$$E = 1747322,9 + 384411,04 + 174732,29 = 2306466,23 \text{ грн} \quad (5.12)$$

Збільшення загальної суми витрат внаслідок зростання окремих їх видів.

Витрати на спожити електроенергію.

$$B_{\text{ЕЛ.}} = \frac{(N_{\text{ДВ}} * T * K_{\text{ЕВ}} * K_{\text{ИТ}} * C_{\text{Е}})}{\cos} \quad (5.13)$$

де $N_{\text{ДВ}}$ – загальна потужність електродвигунів, що були додатково встановлені або демонтовані.

$$N_{\text{ДВ}} = 2,25 \text{ кВт.}$$

T – час роботи двигуна;

$$T = 12 * 2 * 238 = 5712 \text{ год.} \quad (5.14)$$

де $K_{\text{ЕВ}}$ – коефіцієнт, що враховує відсоток втрат електроенергії в електричній мережі підприємства.

$$K_{\text{ЕВ}} = 1,06.$$

де $K_{\text{ИТ}}$ – коефіцієнт, що відображає ступінь використання встановленої потужності обладнання.

$$K_{\text{ИТ}} = 0,8.$$

де \cos – коефіцієнт потужності електродвигуна. (Зазвичай позначається як $\cos\varphi$)

$$\cos = 0,9.$$

Таким чином, розрахунок витрат електроенергії:

$$B_{\text{ЕЛ.}} = \frac{2,25 * 5712 * 1,06 * 0,8 * 2,14}{0,9} = 25914,2 \text{ грн.} \quad (5.15)$$

Амортизаційні відрахування на обладнання.

$$A = \frac{\Phi * H_{\text{Л}}}{100} \quad (5.16)$$

де Φ – кошторисна вартість обладнання.

$$\Phi = 1306789,5 \text{ грн.}$$

N_A – встановлена річна норма амортизаційних відрахувань на обладнання (15%).

$$A = \frac{1306789,5 * 15}{100} = 196018,4 \text{ грн.} \quad (5.17)$$

Видатки на підтримання працездатності обладнання (поточний ремонт).

$$V_{\text{П.Р.}} = A * 0,5 \quad (5.18)$$

$$V_{\text{П.Р.}} = 196018,4 * 0,5 = 98009,2 \text{ грн.}$$

Отже, загальний обсяг додаткових витрат становить:

$$V = V_{\text{ЕЛ.}} + A + V_{\text{П.Р.}} \quad (5.19)$$

$$V = 25914,2 + 196018,4 + 98009,2 = 319941,8 \text{ грн.}$$

Приріст прибутку:

$$P_{\text{ДОД.}} = E - V \quad (5.20)$$

$$P_{\text{ДОД.}} = 2306466,23 - 319941,8 = 1986524,43 \text{ грн.}$$

Строк повернення вкладених коштів:

$$T_0 = \frac{K_{\text{ДОД.}}}{P_{\text{Ч}}} \quad (5.21)$$

Прибуток після оподаткування:

$$P_{\text{Ч}} = P_{\text{ДОД.}} - n \quad (5.22)$$

n – сума податку на прибуток (18%)

$$n = P_{\text{ДОД.}} * 0,18$$

$$n = 1986524,43 * 0,18 = 357574,4 \text{ грн.} \quad (5.23)$$

$$\text{тоді } P_{\text{Ч}} = 1986524,43 - 357574,4 = 1628950,03 \text{ грн.}$$

$$T_0 = \frac{1306789,5}{1628950,03} = 0,8 \text{ року} \quad (5.24)$$

Індикатор економічної доцільності.

$$Кеф = \frac{П\delta}{К\delta} \quad (5.25)$$

$$Кеф = \frac{16289503}{13067895} = 1,25$$

Річна економічна вигода.

$$Ер = Пч - Ен * Кд \quad (5.26)$$

де Ен – встановлений норматив економічної ефективності (Ен = 0,15).

$$Ер = 1628950,03 - 0,15 * 1306789,5 = 322160,53 \text{ грн.}$$

Таблиця 2

Показник	Величина показника
Приріст прибутку, у гривнях.	1986524.43
Обсяг додаткових інвестицій, у гривнях.	1306789.5
Період повернення інвестицій, у роках.	0.8
Індикатор економічної доцільності проекту.	1.3
Щорічний економічний приріст, грн.	3221160.53

6. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

6.1. Вибір деталі та обґрунтування вибору матеріалу

Технологічне обладнання підприємств харчової промисловості різноманітне і багато деталей і вузлів його контактують з середовищем створеним харчовими продуктами.

Безпосередня взаємодія з технологічними і харчовими середовищами, довготривала безперервна робота, абразивна дія деяких домішок, агресивний вплив навколишнього середовища, миючих та дезинфікуючих розчинів, підвищена температура, значні перепади тиску, а також інші специфічні умови, визначають особливі вимоги до вибору і призначення конструкційних матеріалів.

Виходячи з аналізу характеристик середовища в якому працює зубчасте колесо та усіх факторів які впливають на роботоспроможність вала, та враховуючи властивості тих чи інших матеріалів для виготовлення даної деталі найкраще підходить сталь 50Л-ГОСТ 977-88.

Після попередньої термообробки-нормалізація, досить легко проходить механічну обробку, точіння, фрезерування і т.д. Отримують деталі, наприклад, типу шестерня або зубчасте колесо.

Таким чином провівши необхідний аналіз можна зробити висновок що саме сталь марки 50Л-ГОСТ 977-88 є найбільш підходящим матеріалом для виготовлення даного вала.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа	Назва, додаткова назва ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВА ННЯ				
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 43

6.2. Перевірка вала на відповідність умовам взаємозамінності, надійності та довговічності

Аналізуючи роботу машини, та роботу їх основних вузлів та механізмів, деякі деталі можна згрупувати за призначенням, характером роботи і формою, та іншими властивостями. Такий підхід дає змогу систематизувати комплектуючі та запасні частини.

Враховуючи потоковий метод виготовлення є сенс замовити готові заготовки на заводі виробнику. Так як зубчасте колесо - деталь достатньо розповсюджена, то на заводі виробнику є запас аналогічних деталей, і є можливість замовляти їх у невеликих тиражах.

Проаналізувавши умови роботи зубчастого колеса з точки зору надійності і зносостійкості, можна зробити висновки, що факторами які впливатимуть на його роботу буде зачеплення зубів. Матеріал з якого виготовлений вал, а саме сталь марки 45 ГОСТ 1050-88 , не реагує на температурні коливання, має малу чутливість до впливу зовнішніх концентраторів напружень при циклічних навантаженнях.

6.3. Розроблення робочого креслення деталі

З використанням САД-систем і відповідних стандартів розробляємо робоче креслення деталі.

Після визначення всіх параметрів деталі, вибору матеріалу виготовлення, визначення всіх допусків та посадок приступаємо до виготовлення робочого креслення деталі.

Робоче креслення деталі – це конструкторський документ, який містить зображення деталі, розміри та інші дані, які необхідні для її виготовлення та контролю. Цей документ містить дані про матеріал, технічні вимоги та іншу необхідну інформацію.

Перед початком розробки креслення визначаємо конструкторську програму в якій буде створене креслення та формат. Для виконання застосовуємо програму AUTOCAD або COMPAS; в якості формату вибираємо аркуш формату А3.

Спочатку креслимо рамку в якій буде знаходитись креслення, потім зображуємо ескіз деталі. На готовому зображенні виконаної деталі проставляємо всі необхідні для виготовлення розміри та всі необхідні для розуміння креслення написи.

	<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 45
--	-------------------	---------------------	-------------------	--------------------

7. РОЗРАХУНОК ПРИПУСКІВ

Вибираємо заготовку з прокату Ø16 мм.

Припуск на підрізання торців становить: $2 \cdot 2 = 4$ мм.

Отже, заготовка являє собою Ø 16 мм і довжиною 42 мм.

Розрахунок загального припуску кованої заготовки ведемо за найточнішим розміром Ø14h6.

Припуск на чистове шліфування:

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

Rz_3, D_3, Tnp_3 - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення просторових відхилень при чорновому шліфуванні (табл.8).

E_{y4} - похибка установки деталі під час чистового шліфування. $Rz_3 = 10$ мкм, $D_3 = 20$ мкм .

При установленні деталі в центрах $Tnp_3 = 0$ мкм, $E_{y4} = 0$.

Тоді $2Z_{4\min} = 2(10 + 20 + \sqrt{0^2 + 0^2}) = 60$ мкм, $2Z_{4\max} = 2Z_{4\min} + T_3 - T_4$

T_3 - допуск при чорновому шліфуванні, $T_3 = IT8 = 27$ мкм,

T_4 - допуск при чистовому шліфуванні, $T_4 = IT6 = 11$ мкм.

$$2Z_{4\max} = 60 + 27 - 11 = 76 \text{ мкм}$$

$$2Z_{4\text{ном}} = \frac{2Z_{4\max} + 2Z_{4\min}}{2} = \frac{76 + 60}{2} = 68 \text{ мкм}$$

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа	Назва, додаткова назва РОЗРАХУНОК ПРИПУСКІВ				
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 46

Припуск при чорновому шліфуванні:

$$2Z_{3\min} = 2(Rz_2 + D_2 + \sqrt{Tnp_2^2 + E_{y3}^2})$$

Rz_2, D_2, Tnp_2 - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення просторових відхилень при чистовому точінні (табл.8).

E_{y3} - похибка установки деталі під час чорнового шліфування. $Rz_2 = 25$ мкм, $D_2 = 25$ мкм .

При установленні деталі в центрах $Tnp_3 = 0$ мкм, $E_{y4} = 0$.

Тоді $2Z_{3\min} = 2(25 + 25 + \sqrt{0^2 + 0^2}) = 100$ мкм, $2Z_{3\max} = 2Z_{3\min} + T_2 - T_3$

T_2 - допуск при чистовому точінні, $T_2 = IT11 = 110$ мкм,

$$2Z_{3\max} = 100 + 110 - 27 = 183 \text{ мкм}$$

$$2Z_{3ном} = \frac{2Z_{3\max} + 2Z_{3\min}}{2} = \frac{183 + 100}{2} = 141,5 \text{ мкм}$$

Припуск на напівчисте точіння:

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

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

E_{y2} - похибка установки деталі при напівчистому точінні. $Rz_2 = 50$ мкм, $D_2 = 50$ мкм . При установленні деталі в патроні з центром $Tnp_1 = 100$ мкм, $E_{y2} = 0$.

Тоді $2Z_{2\min} = 2(50 + 50 + \sqrt{100^2 + 0^2}) = 400$ мкм, $2Z_{2\max} = 2Z_{2\min} + T_1 - T_2$

T_1 - допуск при чорновому точінні, $T_1 = IT12 = 180$ мкм,

$$2Z_{2\max} = 400 + 180 - 110 = 470 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2\text{ном}} = \frac{2Z_{2\max} + 2Z_{2\min}}{2} = \frac{470 + 400}{2} = 435 \text{ мкм}$$

Припуск на чорнове розточування:

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

Rz_0, D_0, Tnp_0 - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарна просторова похибка кованої заготовки (табл.3).

$Rz_0=100$ мкм; $D_0=150$ мкм; $Tnp_0=400$ мкм;

E_{y1} - похибка установлення при чорновому точінні.

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

$$2Z_{1\min} = 2(100 + 150 + \sqrt{400^2 + 100^2}) = 1324,6 \text{ мкм}$$

Загальний припуск

$$2Z_{\text{сум}} = \sum_1^i 2Z_{i\text{ном}} = 68 + 141,5 + 435 + 1324,6 = 1969,1 \text{ мкм}$$

Приймаємо $2Z_{\text{сум}}=2$ мм.

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_M = \frac{M_{\text{дет}}}{M_{\text{заг}}} = \frac{0,02 \text{ кг}}{0,066 \text{ кг}} = 0,3$$

7.1. Технологічний маршрут виготовлення вісі

№	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, інструмент оброблюваний, контрольний
10	Заготівельна (УЗ3)	Верстат відрізний
10.1	Відрізати заготовку з прокату Ø 16, довжиною L=42 мм.	Дискова відрізна фреза Ø 100 Р6М5. ШЦЗ.

Інд. змін.

Дата видання

Мова

Аркуш

UA

48

20	Токарна (УЗЗ)	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, 3-ох кулачковий патрон.
20.1	Торцювати пов. 1 z=2 мм	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
20.2	Точити Ø 10g6 начорно на L=26 мм. пов.(2)	Різець упорний правий Т15К6, В×Н×L=16×25×140мм, α=7°, γ=10°, φ=90° ШЦ1
20.3	Точити Ø 10g6 напівчисто з припуском на шліфування. пов(2)	Різець упорний правий Т15К6, В×Н×L=16×25×140мм, α=7°, γ=10°, φ=90° ШЦ1
20.4	Точити Ø 6 під різьбу М6 L=10 мм. пов(3)	Різець упорний правий Т15К6, В×Н×L=16×25×140мм, α=7°, γ=10°, φ=90° ШЦ1
20.5	Зняти фаску 1x45° пов.(4)	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
20.6	Нарізати різьбу пов.(5) М6-7Н на l=10	Різець різьбовий Т16К20, ®=60°, ≻=3°, В×Н×L=16×25×140мм, ШЦ1, різьбовий калібр
30	Токарна (УЗЗ)	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, 3-ох кулачковий патрон.
30.1	Торцювати пов. 1 z=2 мм	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
30.2	Точити Ø 14h6 начорно на L=12 мм. пов.(2)	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
30.3	Точити Ø 14h6 напівчисто з припуском на шліфування. пов(1)	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
40	Фрезерна (УЗЗ)	Горизонтально-фрезерний верстат 6Н81Г. УДГ.
40.1	Фрезерувати пов.1 витримавши розмір 10 мм	Дискова відрізна фреза Ø 100 Р6М5. ШЦ3.

40.2	Фрезерувати пов.2 витримавши розмір 10 мм	Дискова відрізна фреза Ø 100 Р6М5. ШЦЗ.
50	Шліфувальна (УЗЗ)	Круглошліфувальний верстат 3У10С. 4-ох кулачковий патрон
50.1	Шліфувати Ø10g6 начорно. пов.(1)	Круг ПП 50x16x16 14А F40-50 С2 6 К 35 А 2 2424-83.
50.2	Шліфувати Ø10g6 начисто	Круг ПП 50x16x16 14А F40-50 С2 6 К 35 А 2 2424-83, скоба Ø10g6
50.3	Шліфувати Ø14h6 начорно. пов.(2)	Круг ПП 50x16x16 14А F40-50 С2 6 К 35 А 2 2424-83.
50.4	Шліфувати Ø14h6 начисто	Круг ПП 50x16x16 14А F40-50 С2 6 К 35 А 2 2424-83, скоба Ø14h6
60	Мийна	Мийна машина
60.1	Промити деталь	
70	Слюсарна	Верстак
70.1	Зняти задирки і притупити гострі кромки	
80	Контрольна	Стіл контролера

7.2. Розрахунок операцій

7.2.1 Токарна операція

Перехід 20.1 Торцювати пов.1 Z=2 мм.

Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t = 2$ мм. Подача табл. №17 $S=0,3...0,4$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S=0,4$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл. №20

Інд. змін.

Дата видання

Мова

Аркуш

UA

50

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{504}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,4^{0,4}} = 288,9 \text{ М/ХВ}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 288,9}{3,14 \cdot 16} = 5750,4 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B=1600$ об/хв. Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 16 \cdot 1600}{1000} = 80,4 \text{ М/ХВ}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 8 + 2 + 2 = 12 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ}=8$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 2$

l_3 - перебіг інструменту $l_3=0$

Основний час на виконання переходу

$$t_{01} = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{12}{1600 \cdot 0,4} = 0,02 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{Д1} = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,1 = 0,21 \text{ хв}$$

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

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

$T_3=0$ хв – заміна різця.

Перехід 20.2 Точити Ø 10гб начорно на L=26 мм. пов.(2)

Приймаємо глибину різання $t = \frac{16-12}{2} = 2$ мм.

Подача табл.№17 $S=0,3\dots0,4$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S=0,4$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{327}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} = 179,1 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 179,1}{3,14 \cdot 16} = 3564,8 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B=1600$ об/хв. Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_s \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 16 \cdot 1600}{1000} = 80,4 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 26 + 2 + 2 = 30 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ}=26$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 2$

l_3 - перебіг інструменту $l_3=0$

Основний час на виконання переходу

$$t_{02} = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{30}{1600 \cdot 0,4} = 0,05 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{Д2} = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,1 = 0,21 \text{ хв}$$

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

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

$T_3=0$ хв – заміна різця.

Перехід 20.3 Точити Ø10g6 напівчисто з припуском на шліфування. пов(2).

Нехтуючи припуском під шліфування загальна глибина різання при

$$t = \frac{d_3 - d}{2} = \frac{12 - 10}{2} = 1 \text{ мм.}$$

обробці заданої поверхні

Подача табл.. №18 $S=0,09\dots 0,12$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S=0,1$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл.. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{327}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,1^{0,35}} = 322,8 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 322,8}{3,14 \cdot 12} = 8566,9 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B=1600$ об/хв. Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 12 \cdot 1600}{1000} = 60,3 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 26 + 2 + 1 = 29 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ}=26$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 1$

l_3 - перебіг інструменту $l_3=0$

Основний час на виконання переходу

$$t_{03} = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{29}{1600 \cdot 0,1} = 0,2 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{Д3} = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,1 = 0,21 \text{ хв}$$

Інд. змін.

Дата видання

Мова

Аркуш

UA

53

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

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

$T_3 = 0$ хв – заміна різця.

Перехід 20.4 Точити Ø 6 під різьбу М6 L=10 мм. пов(3)

Приймаємо глибину різання $t = \frac{10 - 6}{2} = 2$ мм.

Подача табл.№17 $S = 0,3 \dots 0,4$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S = 0,4$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{327}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} = 179,1 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 179,1}{3,14 \cdot 16} = 3564,8 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B = 1600$ об/хв. Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 16 \cdot 1600}{1000} = 80,4 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 10 + 2 + 2 = 14 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ} = 10$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 2$

l_3 - перебіг інструменту $l_3 = 0$

Основний час на виконання переходу

$$t_{04} = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{14}{1600 \cdot 0,4} = 0,021 \text{ хв}$$

Інд. змін.

Дата видання

Мова

Аркуш

UA

54

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{д3} = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,1 = 0,21 \text{ хв}$$

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

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

$T_3 = 0$ хв – заміна різця.

Основний час на виконання операції становить:

$$T_0 = \sum_1^i t_{0i} = 0,02 + 0,05 + 0,2 + 0,021 + 0,04 = 0,331 \text{ хв.}$$

Допоміжний час $T_{д} = 2 \cdot t_y + \sum_1^i t_{\Delta i} = 2 \cdot 0,35 + 0,21 + 0,21 + 0,21 + 0,21 + 0,18 = 1,72$ хв.

Для установлення деталей в патрон $t_y = 0,35$

Операційний час $T_{оп} = T_0 + T_{д} = 0,331 + 1,72 = 2,05$ хв.

Час на обслуговування робочого місця, перерви, відпочинок і природні потреби:

$$T_{об} + T_{п.п} = (2,5 + 4,0) \cdot T_{оп} / 100 = 6,5 \cdot 2,05 / 100 = 0,133 \text{ хв.}$$

Штучний час становить $T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{п.п} = 2,05 + 0,133 = 2,183$ хв.

Калькуляційний час на виконання операції при виготовленні однієї деталі:

$$T_K = T_{шт} + T_{п.з} / n$$

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

$$T_{п.з} = 10 + 10 + 4 = 24 \text{ хв.}$$

n – кількість деталей у партії (серії).

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

$$T_K = 2,183 + 24 / 100 = 2,4 \text{ хв.}$$

Норма виробітку за 1 год становить:

$$N = 60 / T_K = 60 / 2,4 = 25 \text{ деталей.}$$

7.2.2 Фрезерна операція

Перехід 40.1 Фрезерувати пов.1 витримавши розмір 10 мм

Глибина – $t = 10$ мм, ширина $B=6$ мм.

Визначити геометричні дані інструменту (довідник):

Набір дискових фрез: $D_{\phi}=100$ мм, число зубців $Z=20$ шт.

Приймаємо $S_z = 0,1$ мм/зуб.

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

$$V_p = \frac{757 \cdot D_{\phi}^{0,2}}{T^{0,35} \cdot t^{0,3} \cdot S_z^{0,4} \cdot B^{0,1}} = \frac{757 \cdot 100^{0,2}}{60^{0,35} \cdot 10^{0,3} \cdot 0,1^{0,4} \cdot 6^{0,1}} = 477,5 \text{ м/хв}$$

де $T = 30$ хв. – стійкість фрези (табл.. 35);

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000V_p}{\pi D_{\phi}} = \frac{1000 \cdot 477,5}{3,14 \cdot 100} = 1520,7 \text{ об/хв}$$

Узгодити n_p з паспортними характеристиками верстату 6Н81Г і приймаємо $n_b=1500$ об/хв.

Тоді дійсна швидкість обертання:

$$V_d = \frac{\pi D_{\phi} n_b}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 1500}{1000} = 471 \text{ м/хв}$$

Визначаємо хвилинну подачу:

$$S_{xb} = S_z \cdot n_b \cdot Z$$
$$S_{xb} = 0,1 \cdot 1500 \cdot 20 = 3000 \text{ мм/хв.}$$

Приймаємо $S_{xb}=1020$ мм/хв

Розрахункова довжина обробки :

$$L_p = L_d + L_1 + L_2;$$
$$L_p = 10 + 3 + 33 = 46 \text{ мм}$$

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

$L_2 = 33$ – врізання і перебіг залежить від типу фрези

Основний час на перехід 40.1

$$T_o = L_p / S_{xв}$$
$$T_o = \frac{46}{1020} = 0,045 \text{ хв}$$

Допоміжний час:

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

$t_{y1} = 0,17$ хв (табл..37) час на установлення деталі.

$t_{y2} = 0,10$ хв (табл.. 37) час на очищення місця установки деталі від стружки

$$t_y = 0,17 + 0,1 = 0,27 \text{ хв.}$$

Перехід 40.2 Фрезерувати пов.1 витримавши розмір 10 мм

Глибина – $t = 10$ мм, ширина $B = 6$ мм.

Визначити геометричні дані інструменту (довідник):

Набір дискових фрез: $D_\phi = 100$ мм, число зубців $Z = 20$ шт.

Приймаємо $S_z = 0,1$ мм/зуб.

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

$$V_p = \frac{757 \cdot D_\phi^{0,2}}{T^{0,35} \cdot t^{0,3} \cdot S_z^{0,4} \cdot B^{0,1}} = \frac{757 \cdot 100^{0,2}}{60^{0,35} \cdot 10^{0,3} \cdot 0,1^{0,4} \cdot 6^{0,1}} = 477,5 \text{ м/хв}$$

де $T = 30$ хв. – стійкість фрези (табл.. 35);

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 V_p}{\pi D_\phi} = \frac{1000 \cdot 477,5}{3,14 \cdot 100} = 1520,7 \text{ об/хв}$$

Узгодити n_p з паспортними характеристиками верстату 6Н81Г і приймаємо

$$n_B = 1500 \text{ об/хв.}$$

Тоді дійсна швидкість обертання:

$$V_d = \frac{\pi D_\phi n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 1500}{1000} = 471 \text{ м/хв}$$

Визначаємо хвилинну подачу:

$$S_{xв} = S_z \cdot n_B \cdot Z$$

$$S_{\text{XB}} = 0,1 \cdot 1500 \cdot 20 = 3000 \text{ мм/хв.}$$

Приймаємо $S_{\text{XB}} = 1020 \text{ мм/хв}$

Розрахункова довжина обробки :

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

$$L_p = 10 + 3 + 33 = 46 \text{ мм}$$

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

$L_2 = 33$ – врізання і перебіг залежить від типу фрези

Основний час на перехід 40.2

$$T_o = L_p / S_{\text{XB}}$$

$$T_o = \frac{46}{1020} = 0,045 \text{ хв}$$

Допоміжний час:

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

$t_{y1} = 0,17 \text{ хв}$ (табл..37) час на установлення деталі.

$t_{y2} = 0,10 \text{ хв}$ (табл.. 37) час на очищення місця установки деталі від стружки

$$t_y = 0,17 + 0,1 = 0,27 \text{ хв.}$$

Основний час на перехід

$$T_o = \sum_1^i t_{oi} = t_{o1} + t_{o2} = 0,045 + 0,045 = 0,09 \text{ хв.}$$

Допоміжний час

$$T_d = t_y + \sum_1^i t_{\Delta i} = 0,43 + 0,27 + 0,27 = 0,97$$

Допоміжний час, пов'язаний з переходом, для верстатів з довжиною стола 1800 мм, автоматичним переміщенням, установленою на розмір, $t_d = 0,43 \text{ хв}$ (табл..38).

Оперативний час:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_d$$

$$T_{\text{оп}} = 0,09 + 0,97 = 1,06 \text{ хв}$$

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

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

$$T_{шт} = 1,06 + 0,045 \cdot 1,06 + 0,06 \cdot 1,06 = 1,2 \text{ хв}$$

Калькуляційний час:

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{пз.}}{n}$$

$T_{пз}$ – підготовчо-завершувальний час, що згідно з табл.36 визначається як сума часу налагодження верстата (при кріпленні в лещатах з двома болтами кріплення – 14,7хв) та на одержання наряду, інструментів, пристроїв - 7хв

$$T_{пз} = 14,7 + 7 = 21,7 \text{ хв}$$

Тоді

$$T_k = 1,2 + 21,7/100 = 1,21 \text{ хв}$$

Норма виробітку (кількість деталей за год.):

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

За формулою визначаємо

$$N = 60/1,21 = 49 \text{ деталей}$$

8. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці - це система законодавчих актів, соці-ально-економічних, організаційно-технічних, гігієнічних і лікувально профілактичних заходів та засобів, що забезпе-чують безпеку, збереження здоров'я і працездатність лю-дини в процесі праці.

Завдання охорони праці: звести до мінімуму вірогід-ність захворювання або поразки працюючого з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці. Реальні виробничі умови характеризуються наявніс-тю шкідливих і небезпечних виробничих факторів.

Для того, щоб забезпечити охорону праці на підприєм-стві з кількістю працюючих понад 50 осіб створюється служба охорони праці. Вона призначається роботодавцем для організації виконання правових, організаційно-техніч-них, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і ліку-вально-профілактичних заходів, спрямованих на запобіган-ня нещасним випадкам, професійним захворюванням і аварі-ям у процесі праці.

Роботодавець з урахуванням специфіки виробництва, видів діяльності, чисельності працівників, умов праці тощо розробляє та затверджує положення про службу охорони праці відповідного підприємства, визначає структуру служби охорони праці, її чисельність, основні завдання, функції та права її працівників відповідно до законо-давства.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа	Назва, додаткова назва ОХОРОНА ПРАЦІ					
	Документ затверджено						Інд. змін.

Основні завдання служби охорони праці:

Згідно з типовим положенням на службу охорони праці підприємства покладаються такі завдання:

- відпрацювання ефективної системи управління охорони праці на підприємстві та сприяння вдосконаленню діяльності в цьому напрямку кожного структурного підрозділу і кожного працівника;
- забезпечення професійної підтримки рішень роботодавця щодо цих питань;
- організація проведення профілактичних заходів, спрямованих на усунення шкідливих і небезпечних виробничих факторів, запобігання нещасним випадкам на виробництві, професійним захворюванням та іншим випадкам загрози життю або здоров'ю працівників;
- вивчення та сприяння впровадженню у виробництво досягнень науки і техніки, прогресивних і безпечних техно-логій, сучасних засобів колективного та індивідуального захисту працівників;
- контроль за дотриманням працівниками вимог законів та інших нормативно-правових актів з охорони праці, положень (за наявності) галузевої угоди, розділу «Охорона праці» колективного договору та актів з охорони праці, що діють у межах підприємства.

Функції служби охорони праці

Для виконання передбачених законодавством завдань органи охорони праці на підприємстві:

- розробляють спільно з іншими підрозділами комплексні заходи, програми з поліпшення умов праці, запобігання виробничому травматизму і професійних захворювань;
- готують проекти наказів з питань охорони праці і по-дають їх на розгляд роботодавцю;
- проводять перевірки дотримання працівниками норма-тивно-правових актів з охорони праці;
- складають звітність з охорони праці;
- проводять з працівниками інструктажі з охорони праці;
- ведуть облік та аналізують причини виробничого трав-матизму;
- складають за участю керівників підрозділів підприємства переліки професій, посад і видів робіт, щодо яких повинні бути розроблені інструкції з охорони (безпеки) праці, на-дають допомогу під час їх розроблення;
- інформують працівників про основні вимоги законів, інші нормативно-правових акти та акти з охорони праці, що діють у межах підприємства.
- ведуть облік та аналізують причини виробничого трав-матизму;

Служба охорони праці на підприємстві повинна забезпе-чити підрозділи нормативно-правовими актами з охорони праці, що діють у межах підприємства, посібниками, нав-чальними матеріалами з цих питань; організувати роботу кабінету з охорони праці, наради, семінари та інші заходи з цих питань.

Виробниче устаткування, транспортні засоби, техноло-гічні процеси повинні відповідати санітарним нормам, що забезпечують нешкідливі та безпечні умови праці.

	Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 62
--	------------	--------------	------------	-------------

Перелік шкідливих та небезпечних виробничих чинників на потоковій лінії виробництва пива наведено в таблиці

Таблиця 8.1

Джерела виникнення шкідливих та небезпечних виробничих чинників	Шкідливі та небезпечні виробничі чинники
Деполітайзер (1 шт.)	Обертаючі частини механізмів, електричний струм, вібрація, шум.

Інструкція з охорони праці при обслуговуванні апарата

1. Загальні положення

1.1 Працівник зобов'язаний:

знати і виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці;

особисто вживати посильних заходів щодо усунення небезпечної виробничої ситуації;

виконувати вимоги інструкції підприємства.

Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я, або для людей, які його оточують, і навколишнього середовища.

1.2 До обслуговування деполітайзерів допускаються особи, що пройшли медичний огляд, навчання з обслуговування політайзерів (деполітайзерів), вступний та первинний на робочому місці інструктажі з охорони праці.

1.3 У робочій зоні можливий вплив таких шкідливих та небезпечних виробничих факторів:

транспортних засобів, машин та механізмів, що рухаються;

незахищених рухомих частин політійзерів (деполітайеріз);

електричного струму;

підвищеної рухомості повітря (протягу).

1.4 Працівник повинен дотримуватись вимог правил внутрішнього трудового розпорядку:

дотримуватись технологічної дисципліни;

дбайливо ставитись до устаткування, інструменту, пристроїв, індивідуального захисту (ЗІЗ), передбачених для цієї спеціальності, зберігати їх у спеціально відведених місцях;

утримувати в чистоті робоче місце та територію підприємства.

1.5 На робочому місці не дозволяється палити, вживати спиртні напої та інші речовини, що справляють наркотичну дію на організм людини. Палити дозволяється тільки в спеціально відведених та обладнаних місцях.

1.6 Щоб запобігти травмуванню та виникненню травмонебезпечних ситуацій, дотримуйтесь таких вимог:

не залишайте працююче устаткування без нагляду та не допускайте до роботи на ньому осіб, які не пройшли навчання.

працуйте на справному устаткуванні, справними пристроями та інструментами;

при виявленні несправностей повідомте безпосереднього керівника або ліквідуйте їх власними силами, якщо це входить у ваші обов'язки. Не дозволяється працювати на устаткуванні зі знятими захисними засобами травмонебезпечних зон;

не наступайте на переносні електричні провoda, що лежать на підлозі, не доторкайтесь до неізольованих або пошкоджених проводів, не відчиняйте

двері електрошаф та не ремонтуйте електроустаткування, яке вийшло з ладу;

Проходьте через конвеєри по перехідних містках, не підлазьте під них;

будьте уважними до сигналів внутрішньо-цехового транспорту;

не виконуйте роботи, які не входять у ваші обов'язки.

1.7 На території підприємства пересувайтесь по пішохідних доріжках, проїзну частину дороги переходьте в установлених місцях.

1.8 При виконанні роботи використовуйте такі засоби індивідуального захисту:

костюм бавовняний;

ковпак бавовняний;

рукавички трикотажні.

1.9 Умійте надавати першу (долікарську) допомогу при кровотечах, переломах, ураженні електричним струмом та раптовому захворюванні.

Отримавши травму, повідомте про це безпосереднього керівника самі або через товариша.

1.10 Додержуйте вимог особистої гігієни:

верхній одяг, головний убір, вуличне взуття, особисті речі залишайте в гардеробній;

роботу виконуйте в чистому спецодязі;

приймайте їжу в кімнаті для приймання їжі.

1.11 Вивчіть правила користування первинними засобами пожежогасіння, протипожежним інвентарем; знайте місця їх розташування.

1.12 За порушення вимог інструкції підприємства працівник притягається до дисциплінарної, адміністра- тивної, матеріальної, кримінальної відповідальності згідно законодавством України.

2 Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1 Надягніть спецодяг, застібніть його на всі гудзики, сховайте волосся під головний убір.

2.2 Ознайомтесь із зауваженнями та пропозиціями по- передньої зміни щодо технічного стану устаткування.

2.3 Перевірте наявність і справність: звукової і світлової сигналізації, зв'язок з суміжними дільницями;

захисних засобів дільниць підвищеної небезпеки;

видної частини заземлення;

сигнальних ламп на пультах управління політайзером (деполітайзером), блокувальних фотоелементів.

2.4 Перевірте роботу автомата на холостому ходу.

2.5 Повідомте безпосереднього керівника про всі

помічені несправності і без його дозволу до роботи не ставайте

3 Вимоги безпеки під час роботи

3.1 Подайте встановлений сигнал про ввімкнення політайзера (деполітайзера) і тільки після одержання відповідного сигналу ввімкніть його.

3.2 Стежте за справністю блокувальних фотоелементів на лінії політайзера (деполітайзера).

3.3 Не допускайте до пульту управління автоматами сторонніх осіб, у разі їх появи небезпечних зонах лінії негайно вимкніть політайчер (деполітайзер).

3.4 Для усунення неполадок, що виникли на лінії вимкніть політайзер (деполітайзер).

3.5 Стежте, щоб на лінії не з'являлись сторонні предмети, у разі їх появи вимкніть лінію та приберіть.

3.6 При вимкненні політайзера внаслідок спрацювання блокувального пристрою вживіть заходів щодо усунення причини, яка викликала зупинку, потім поверніть у вихідне положення блокувальний пристрій і знову ввімкніть автомат. При повторному ввімкненні в роботу політайзера (деполітайзера_ подайте попереджувальний сигнал.

4. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

4.1 Негайно зупиніть усі лінії політайзера (деполітай- зера):

якщо подальша їх робота загрожує безпеці працюючих;

при відчутті дії електричного струму при дотику до металевих частин пускової апаратури;

при іскроутворенні в електродвигуні або пусковій апаратурі;

при найменших ознаках загорання, появи диму, запаху гару.

Сповістіть безпосереднього керівника про те, що ста- лося.

4.2 При виникненні пожежівимкніть устаткування, транспортні засоби, приплив- ну витяжну вентиляцію;

сповістіть пожежну охорону (ДПД) та адміністрацію;

розпочніть гасіння.

4.3 При загорянні електропроводів вимкніть рубильник Електропровода, які знаходяться під напругою, гасіть вуглекислотним вогнегасником або піском.

Не можна гасити їх водою або піском.

4.4 При нещасних випадках з травмуванням людини повідомте безпосередньо керівника, або "Швидку допомогу".

4.5 Надайте першу (долікарську) допомогу потерпілому при аварії згідно з інструкцією з надання першої допомоги.

5 Вимоги безпеки по закінченню роботи

5.1 Зафіксуйте клавішу "Стоп" на пульті управління політайзером (деполітайзером).

5.2 Приберіть робоче місце від піддонів, сміття.

5.3 Повідомте наступну зміну, керівника про технічний стан устаткування та несправності, що мали місце під час роботи.

5.4 Зніміть спецодяг і засоби індивідуального захисту, прийміть душ.

Розрахунок інтегральної оцінки важкості праці в цеху розливу. Згідно «Карти умов праці» на налагоджувальника устаткування - оператора лінії у виробництві харчової продукції на робочому місці діють наступні чинники

1. Шум:

Нормативне значення - 80 дБА;

Фактичне значення - 87 дБА, що перевищує норму на 7

дБА, згідно "Критеріїв оцінки елементів умов праці", цей

	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш
			UA	68

фактор має 4 бали. Тривалість дії 100% робочого часу.

2. Мікроклімат:

Відносна вологість повітря

Нормативне значення - 55-75%;

Фактичне значення - 50-84%, що перевищує норму на 9%, згідно "Критеріїв оцінки елементів умов праці", цей фактор має 2 бали.

Тривалість дії 94% робочого часу.

Температура

Нормативне значення - 17-19 °С;

Фактичне значення - 20-28,8 °С, що перевищує норму на 10 °С, згідно "Критеріїв оцінки елементів умов праці", цей фактор має 3 бали. Тривалість дії 94% робочого часу.

Визначаються фактичні бальні оцінки важкості праці налагоджувальника устаткування у виробництві харчової продукції - оператора у лінії у виробництві харчової продукції, з урахуванням тривалості дії робочого часу.

$$X_1 = 4 \cdot 1 = 4 \text{ бали};$$

$$X_2 = 2 \cdot 0,94 = 1,88 \text{ бали};$$

$$X_3 = 3 \cdot 0,94 = 2,82 \text{ бали.}$$

Визначається інтегральна бальна оцінка

$$I_{\text{пр}} = \left[X_{\text{виз}} + \sum X_i \cdot \frac{6 - X_{\text{виз}}}{(n-1) \cdot 6} \right] \cdot 10 \quad (7.1)$$

де $X_{\text{виз}}$ - визначений елемент, який отримав найбільше балів;

ΣX_i - середня арифметична сума біологічно значних елементів без врахування $X_{\text{виз}}$;

Π - загальна кількість діючих факторів.

На основі отриманих даних розраховується інтеграль-на оцінка за наступною формулою:

$$I_{\text{пр}} = \left[4 + 2,35 \cdot \frac{6-4}{(3-1) \cdot 6} \right] \cdot 10 = 44 \text{ бали}$$

Виходячи з інтегральної оцінки визначаємо категорію важкості праці: 44 бали відповідають III категорії важкості праці.

Отже, оцінка умов праці: III категорія важкості праці дає працівникові право на пільги і компенсації, а саме - це доплати за умови праці - 4%.

Рекомендації по покращенню умов праці:

- для зменшення рівня шуму рекомендується робітникам застосовувати засоби індивідуального захисту від шуму (беруші, навушники);
- з метою врегулювання параметрів мікроклімату слід забезпечити ефективну роботу аспіраційних і вентиляційних систем на підприємстві.

ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота ефективно обґрунтовує необхідність розробки робота-маніпулятора для розкладання склотари з продуктивністю 24000 пляшок на годину, що є ключовим для автоматизації та зниження ручної праці на виробництві. Проект включає ретельний аналіз аналогів, детальне конструювання чотириланкового механізму з урахуванням специфіки роботи зі склом, а також інженерні розрахунки, які підтверджують надійність системи.

Особлива увага приділена ефективності захоплюючого пристрою, а також питанням безпеки та охорони праці, що включає оцінку несприятливих умов праці для оператора (інтегральна оцінка 44 бали), додатково підкреслюючи цінність автоматизації. Впровадження такого робота не лише підвищить продуктивність, а й забезпечить економічну вигоду за рахунок зменшення браку та оптимізації витрат. Загалом, робота має високу практичну цінність, демонструючи глибокі знання інженерних принципів і готовність до реалізації подібних рішень у промисловості.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа	Назва, додаткова назва ВИСНОВКИ				
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 71

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Попов В.І. Робототехнічні системи : підруч. / В.І. Попов. – Київ : Вища школа, 2017. – 368 с.
2. Зайцев І.П., Чорний О.В. Автоматизація виробничих процесів : навч. посіб. / І.П. Зайцев, О.В. Чорний. – Харків : НТУ "ХП", 2020. – 312 с.
3. Назаренко В.П. Мехатроніка та робототехніка : підруч. / В.П. Назаренко. – Київ : Ліра-К, 2018. – 264 с.
4. Мисик А.М., Василенко В.Ю. Пакувальні машини і обладнання : навч. посіб. / А.М. Мисик, В.Ю. Василенко. – Київ : КНУТД, 2021. – 280 с.
5. ДСТУ ISO 8373:2019. Роботи та роботизовані пристрої. Терміни та визначення понять. – [Чинний від 2020-01-01]. – К. : ДП "УкрНДНЦ", 2019. – 26 с.
6. ISO 9787:2013. Robots and robotic devices – Coordinate systems and motion nomenclatures. – Geneva : ISO, 2013. – 17 p.
7. Крот О.О., Сидоренко А.В. Проектування мехатронних систем : навч. посіб. / О.О. Крот, А.В. Сидоренко. – Дніпро : НМетАУ, 2020. – 218 с.
8. Колчинський Р.І. Гідро- та пневмоприводи автоматизованих систем : навч. посіб. / Р.І. Колчинський. – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2019. – 224 с.
9. Кузьменко С.В., Дьяків О.В. Основи робототехніки : навч. посіб. / С.В. Кузьменко, О.В. Дьяків. – Вінниця : ВНТУ, 2022. – 197 с.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа	Назва, додаткова назва СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ				
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 72

- 10.Рибачук О.В. Машины для пакування і фасування харчових продуктів : навч. посіб. / О.В. Рибачук. – Одеса : ОНАХТ, 2018. – 245 с.
11. Андрієнко В.О., Романов С.А. Проектування та моделювання робототехнічних систем у SolidWorks : навч. посіб. / В.О. Андрієнко, С.А. Романов. – Київ : Наукова думка, 2021. – 208 с.
12. Craig J.J. *Introduction to Robotics: Mechanics and Control*. – 4th ed. – Boston : Pearson, 2017. – 448 p.
13. Siciliano B., Khatib O. *Springer Handbook of Robotics*. – 2nd ed. – Berlin : Springer, 2016. – 2220 p.
14. Spong M.W., Hutchinson S., Vidyasagar M. *Robot Modeling and Control*. – 2nd ed. – Hoboken : Wiley, 2020. – 560 p.
15. Mitchel J. *Industrial Robotics: Programming, Simulation and Applications* [Електронний ресурс]. – InTech, 2021. – 432 p. – Режим доступу: <https://www.intechopen.com/books/industrial-robotics>
16. Groover M.P. *Automation, Production Systems and Computer-Integrated Manufacturing*. – 4th ed. – Boston : Pearson, 2020. – 816 p.
17. Camozzi Pneumatic. *Industrial Automation Components: Product Catalogue* [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу: <https://www.camozzi.com>
18. Yaskawa Motoman. *Robotic Palletizing Systems Manual* [Електронний ресурс]. – 2021. – Режим доступу: <https://www.motoman.com>
19. Siemens AG. *Design of Servo Systems for Robotic Applications*. – Technical Report. – 2020.
20. Djuric A.M., Urbanic R.J. Design and Simulation of Robotic Systems for Material Handling in Packaging Lines // *Journal of Manufacturing*

Systems. – 2020. – Vol. 55. – P. 165–178.

21. Autodesk. *Robot Structural Analysis Professional. User Guide*

[Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу:

<https://www.autodesk.com>

22. В.І. Теличкун, О.М. Гавва, Ю.С. Теличкун, О.О. Губеня, М.Г. Десик,

О.М. Чепелюк. Технологічні комплекси харчових виробництв :

підруч. – Київ, 2017. – 454 с.

23. Технологія виробництва шампанського [Електронний ресурс]. –

Режим доступу:

https://drink.co.ua/news/tehnologija_virobnictva_shampanskogo/2014-1-04-368

ДОДАТКИ

Міністерство освіти і науки України

Національний університет харчових технологій

91-а
Міжнародна наукова
конференція молодих учених,
аспірантів і студентів

"Наукові здобутки молоді –
вирішенню проблем
харчування людства у ХХІ
столітті"

7–11 квітня 2025 р.

Частина 2

Київ НУХТ 2025

Матеріали 91-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", 7–11 квітня 2025 р. – Київ: НУХТ, – Ч.2.

24. Робот-маніпулятор для розкладання склотари із транспортних засобів

Сом Олексій, Грінінг Катерина

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Автоматизація вантажно-розвантажувальних процесів є важливим напрямом розвитку сучасної промисловості. Використання роботизованих маніпуляторів дозволяє підвищити продуктивність, зменшити ручну працю та знизити ризики пошкодження склотари.

Матеріали і методи. Аналітичні дослідження проведені на основі аналізу сучасних наукових літературних джерел.

Результати. Розглянуто три основні типи механічних структур маніпулятора, які могли б бути використані для даного завдання:

- Головчастий маніпулятор з шарнірно-зчленованими ланками – забезпечує високу мобільність та варіативність траєкторій руху.

- Гармошкоподібний механізм (телескопічний) – має простішу конструкцію, але обмежені можливості у маневреності.

- Картезіанський маніпулятор (портальний тип) – дозволяє виконувати точні рухи у межах фіксованих координат, але потребує значного простору.

Для забезпечення оптимального балансу між гнучкістю роботи та конструктивною простотою обрано шарнірно-зчленований маніпулятор з декартовими ступенями свободи.

На основі проведених розрахунків було встановлено такі оптимальні параметри:

- Довжина ланок: перша – 0,8 м, друга – 0,6 м, що забезпечує необхідний радіус дії.

- Кутові обмеження: обертання основи – 270° , ліктьовий суглоб – 135° , що дозволяє здійснювати широкий діапазон рухів.

- Тип приводу: сервопривідний механізм для забезпечення точного позиціонування.

- Захватний механізм: пневматичні захвати із можливістю адаптації під різні розміри склотари.

Для забезпечення ефективної роботи маніпулятора виконано такі розрахунки:

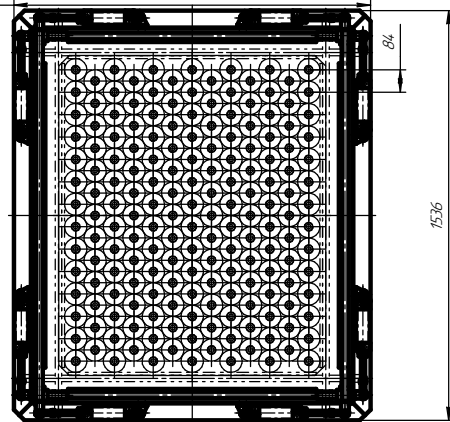
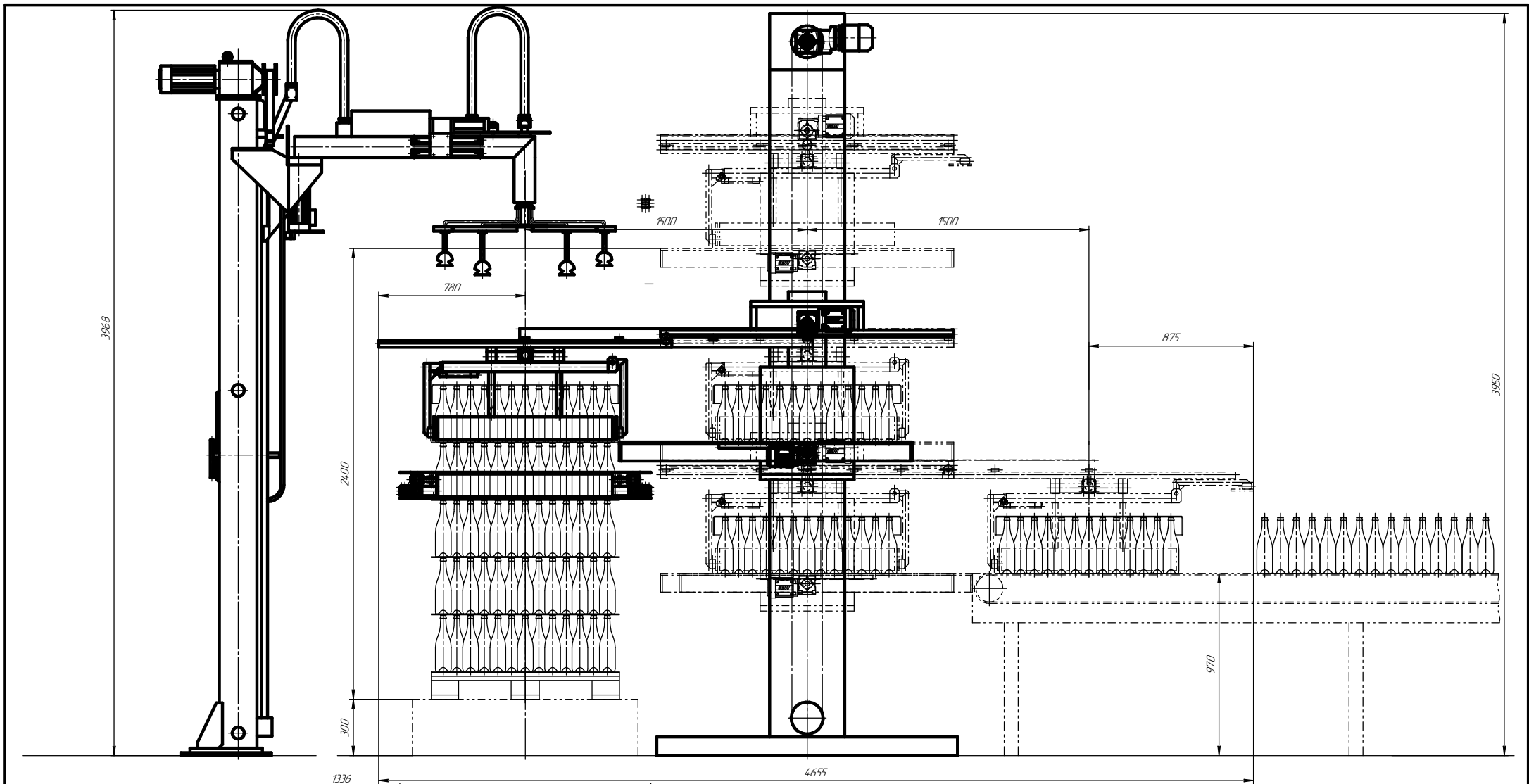
- Кінематичний аналіз: визначено оптимальні траєкторії руху маніпулятора для мінімізації часу виконання операції.

- Динамічний аналіз навантажень: враховано вплив ваги склотари (від 0,5 до 2,0 кг), маси конструктивних елементів та сил інерції при русі.

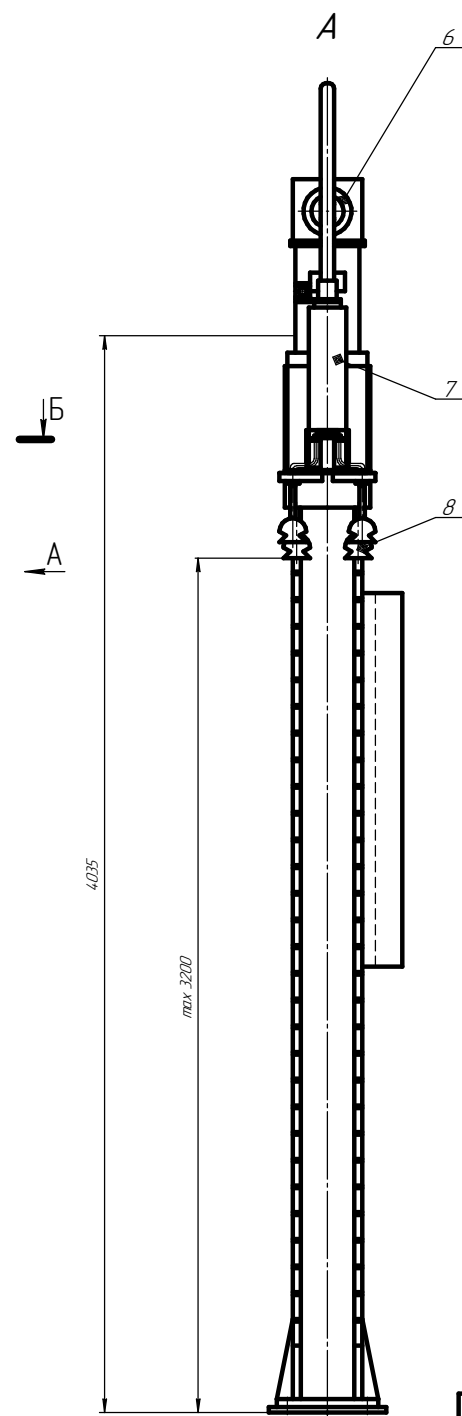
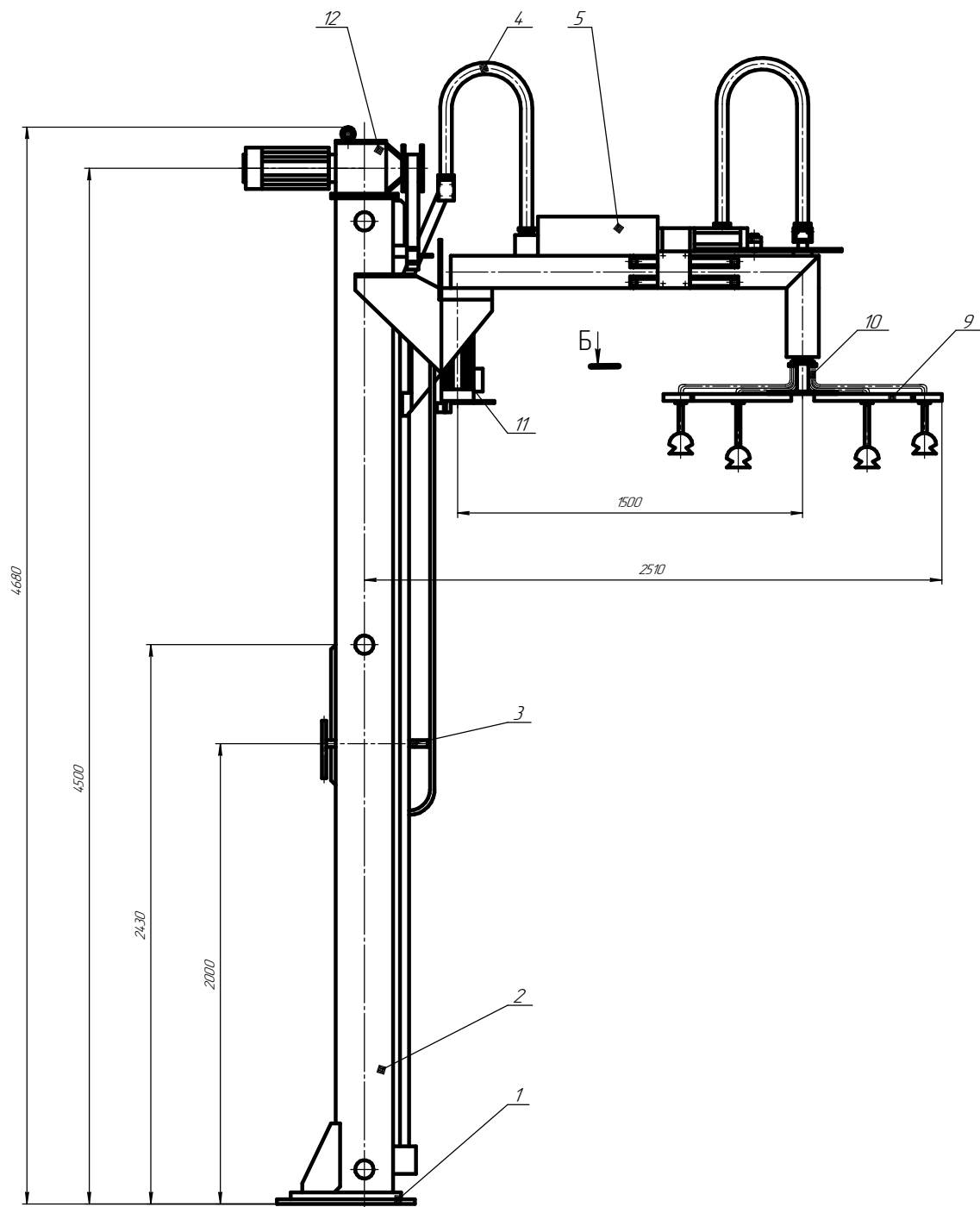
- Міцнісні розрахунки: оцінено напруження у ключових вузлах конструкції для запобігання деформаціям та передчасному зношуванню.

Висновки. Розроблений маніпулятор з шарнірно-зчленованою механічною структурою та пневматичним хватним механізмом забезпечує ефективне розкладання склотари із транспортних засобів. Оптимізація кінематики та розрахунок навантажень дозволяють зменшити енергоспоживання та покращити точність роботи. Використання системи автоматизованого управління сприяє інтеграції маніпулятора у виробничі процеси, що підвищує продуктивність підприємства та мінімізує ризики пошкодження продукції.

Література. Volodin, S., Gavva, O., Hnativ, T., Kryvoplyas-Volodina, L. (2018). Dynamics of mechatronic function modules drives of flow technological lines in food production. *Ukrainian Journal of Food Science*, 7(4), 55–67. Kyiv: Ukrainian Food Journal. Retrieved from <https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/29689> (Web of Science).

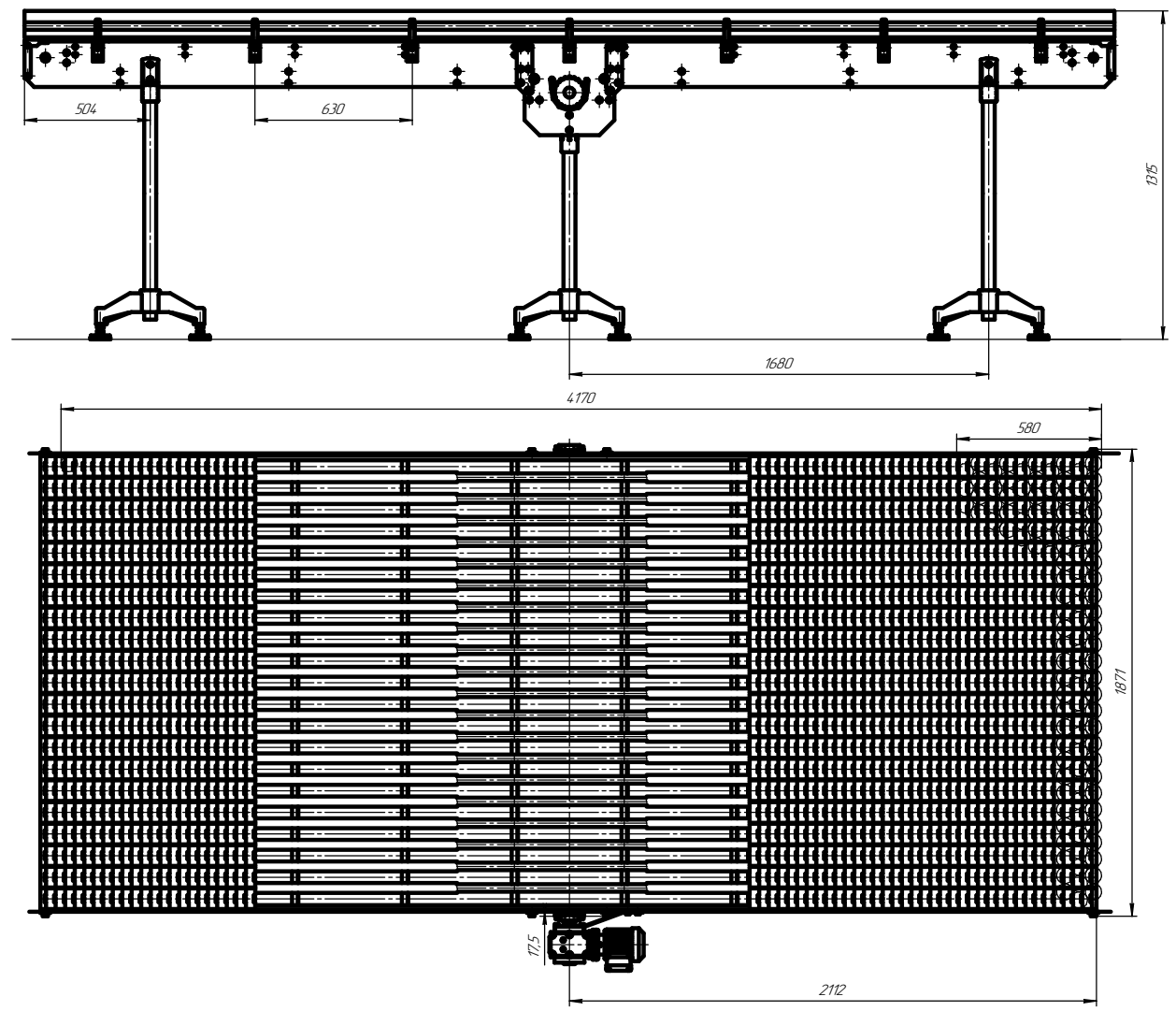


Відповідає за організацію	Технічне узгодження	Розробка документа	Документ затверджено	Масштаб
НУХТ	Гриніч К.Р.	Сам О.М.	Криштопа-Володина Л.О.	1:10
Власник документа	Вид документа	Статус документа		
Кафедра МПТ ПМ-4-1	Загальний вигляд			
Назва, об'єктна назва		744 КР.0101.0000 СК		
Комп'ютерна креслення		№ змін	Дата виходу	Лист
		UA	1	1

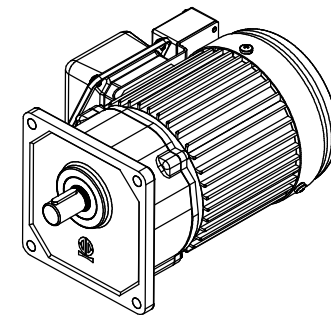
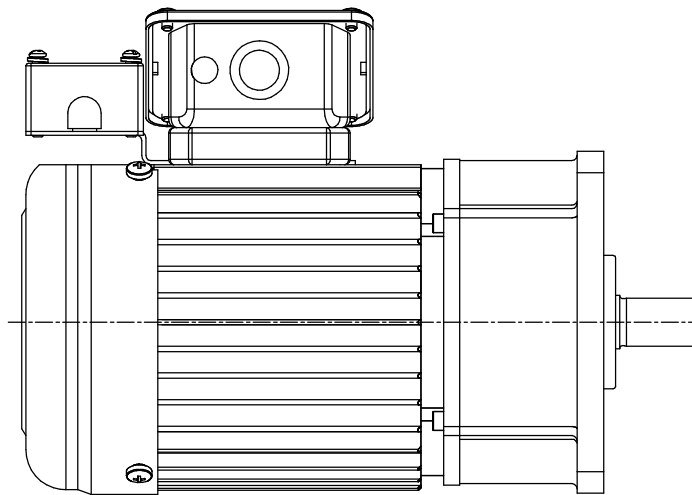
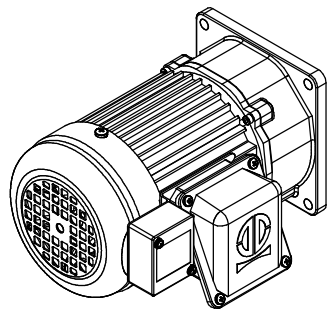
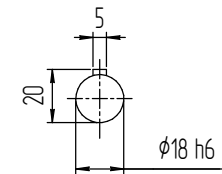
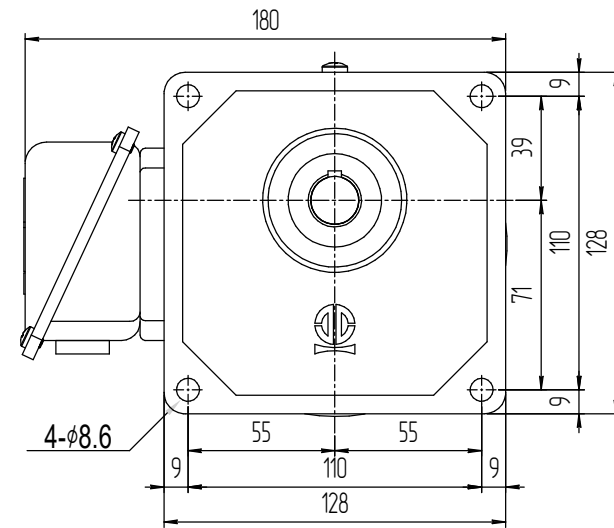
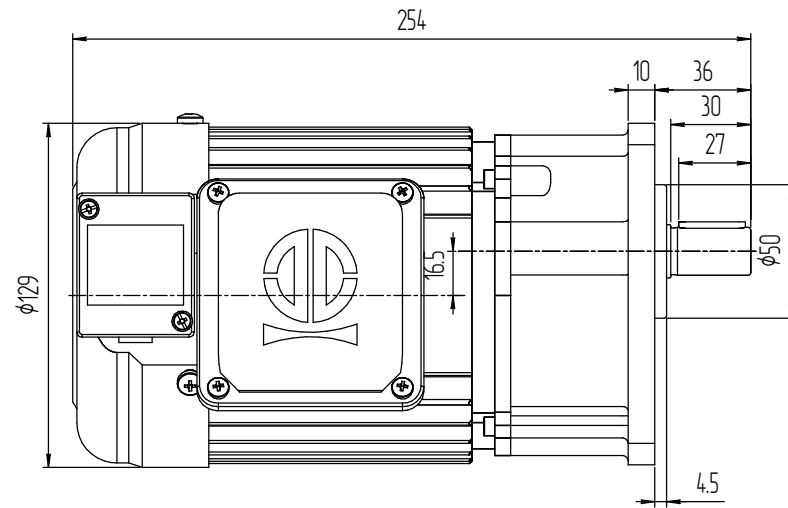
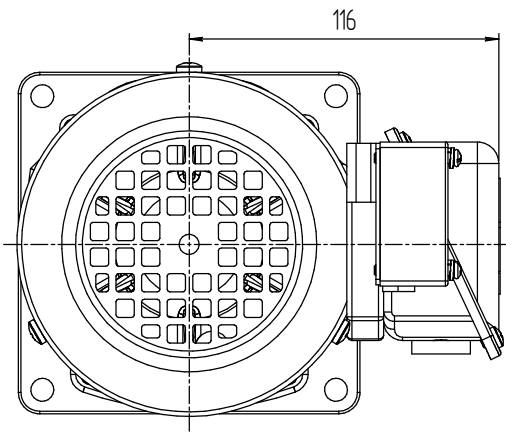


Видеоопытная организация <i>НУХТ</i>	Техническое задание <i>Грининг КР</i>	Разработчик документа <i>Сам ОМ</i>	Документ утвержден <i>Кридатт-Володина ЛО</i>	Масштаб <i>1:10</i>
Владелец документа <i>Кафедра МПТ ПМ-4-1</i>		Вид документа <i>Загальний вигляд</i>		Статус документа
Наименование изделия <i>Робот-маніпулятор</i>		Номер документа <i>744 КР.02.01.000 СК</i>		Лист <i>1</i>
Исполнитель <i>UA</i>		Дата введения	Место	Архив

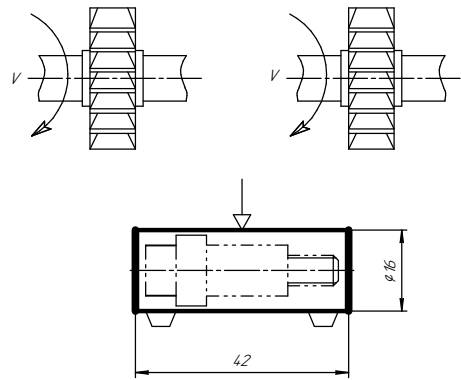
Формат	Зона	Лист	Позначення	Найменування	К-ть	Прим.		
				<u>Документація</u>				
A1				<i>Складальний кресленик</i>	1			
				<u>Складальні одиниці</u>				
		1	744 КР.02.01.000 СК	Платформа	1			
		2	744 КР.02.01.000 СК	Колона	1			
		3	744 КР.02.01.000 СК	Труба розпірна	1			
		4	744 КР.02.01.000 СК	Фільтр повітряний	2			
		5	744 КР.02.01.000 СК	Вакуумний насос	1			
		6	744 КР.02.01.000 СК	Шків	1			
		7	744 КР.02.01.000 СК	Консоль поворотна	1			
		8	744 КР.02.01.000 СК	Присоска вакуумна	8			
		9	744 КР.02.01.000 СК	Кронштейн	4			
		10	744 КР.02.01.000 СК	Трубка вакуумна	8			
		11	744 КР.02.01.000 СК	Двигун	2			
		12	744 КР.02.01.000 СК	Редуктор	2			
Відповідальна організація			Технічне узгодження	Розробник документа	Документ затверджено		Масштаб	
НУХТ			Грінінг К.Р.	Сом О.М.	Кривопляс-Володіна ЛО.			
Власник документа				Вид документа	Статус документа			
Кафедра МПТ ПМ-4-1				Назва, додаткова назва	744 КР.01.01.000 СК			
				Робот-маніпулятор	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш
							UA	1



Відповідає за організацію	Технічне узгодження	Розробка документа	Документ затверджено	Масштаб
НУХТ	Гриняк КР	Сам ОМ	Кришталюк-Володина ЛО	1:10
Власник документа	Вид документа	Стиль документа		
Кафедра МПТ ПМ-4-1	Загальний вигляд			
	Назва, додаткова назва	744 КР.03.01.000 СК		
	Контур	№ змін	Дата введення	Мова
	роздатковий		UA	UA
				Аркуш
				1

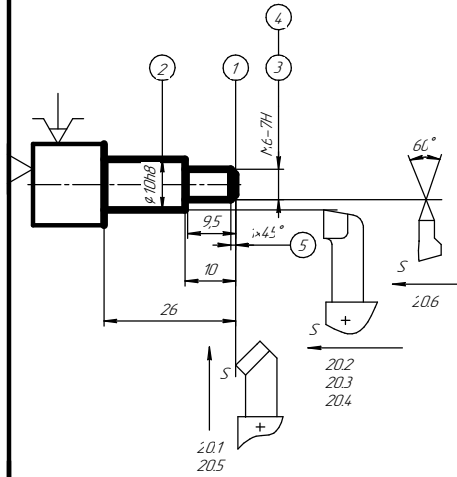


Видоизменена организация <i>НУХТ</i>	Техниче узаконяване <i>Грининг КР</i>	Разработил документ <i>Сам ОМ</i>	Документ одобрено <i>Криштанг-Володина ЛО</i>	Масштаб <i>1:10</i>
Владелец документа		Вид документа		Статус документа
<i>Кафедра МПТ ПМ-4-1</i>		<i>Загальний вигляд</i>		
		Назва, об'єктова назва		
		<i>Двигун</i>		
		74.4 КР04.01000 СК		
		№ змін	Дата видання	Кресло
				<i>UA</i>
				<i>1</i>



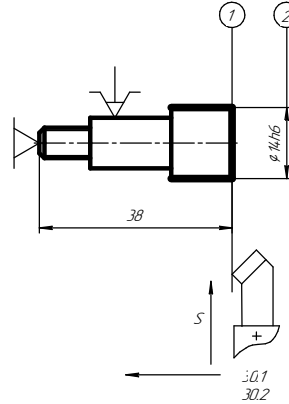
010 Загавтільна

№ змін	Дата введено	ВКС	Архив
		УА	1



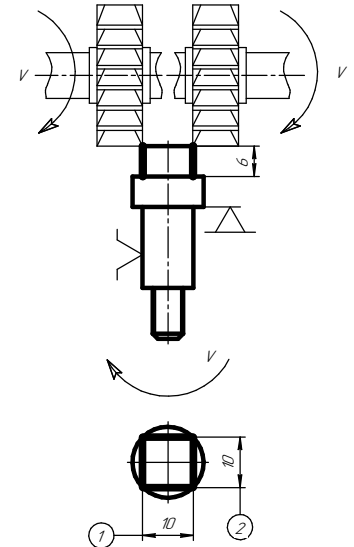
020 Токарна

№ змін	Дата введено	ВКС	Архив
		УА	1



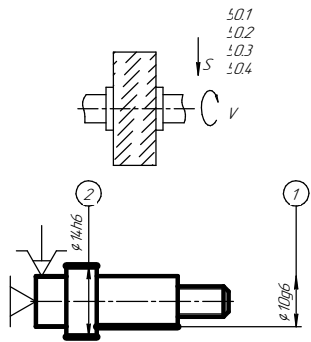
030 Токарна

№ змін	Дата введено	ВКС	Архив
		УА	1



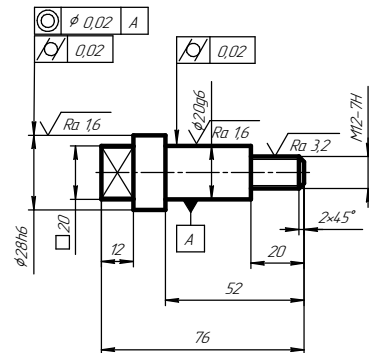
040 Протягувальна

№ змін	Дата введено	ВКС	Архив
		УА	1



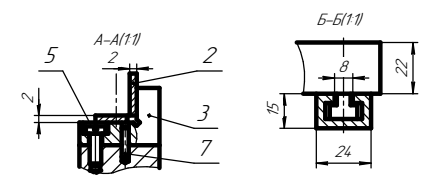
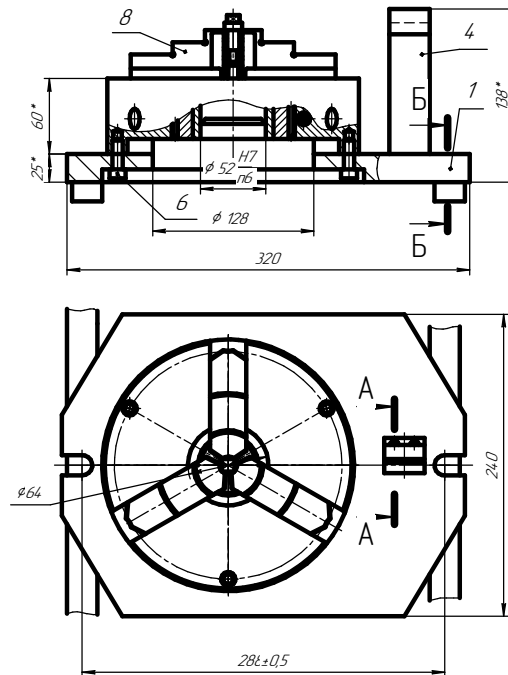
050 Зуборезерна

№ змін	Дата введено	ВКС	Архив
		УА	1



Вісь

№ змін	Дата введено	ВКС	Архив
		УА	1



Відповідає за організацію	Технічне узгодження	Розробник документа	Документ затверджено	Масштаб
НУХТ	Байколю Ю.	Сам С.М.	Кришталюк-Володина Л.О.	1:1
Власник документа		Вид документа		Статус документа
Кафедра МПТ ПМ-4-1		Назва виробничого назва		744 КР.05.01.000 СК
		Технічний розробник		№ змін
		Дата введено		ВКС
				Архив
				1