

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ**

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри
_____ Олександр ЛУГОВСЬКИЙ

“ ____ ” _____ 2021 р.

**Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Автоматизовані та роботизовані
механічні системи»
спеціальності 131 Прикладна механіка**

на тему: Модернізація гідравлічної схеми установки для зміни піддонів
«PAL-TRANSFER»

Виконав (-ла): студент (-ка) 4 курсу, групи МА-72

_____ Харченко Ілля Артемович _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник _____ Левченко Олег Васильович _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант з охорони праці _____ ст.викладач Ковтун А.І. _____
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультант з технології машинобудування к.т.н., доц. Кореньков В.М. _____
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному
проєкті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2021 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Механіко-машинобудівний інститут
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 131 Прикладна механіка

Освітньо-професійна програма «Автоматизовані та роботизовані механічні системи»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

(підпис) Олександр ЛУГОВСЬКИЙ

“ ____ ” _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студенту

Харченко Іллі Артемовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту Модернізація гідравлічної схеми установки для зміни піддонів «PAL-TRANSFER»

Керівник проєкту Левченко Олег Васильович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від “ ____ ” _____ 2021 року № ____

2. Термін подання студентом проєкту 04 червня 2021 року

3. Вихідні дані до проєкту: номінальний тиск робочої рідини (основний контур: 180 бар, додатковий контур: 80 бар), $P_1=4$ кН, $P_2=4$ кН, $p=8.0$ МПа, робоча рідина масло Mobil Nuto H46, густина робочої рідини при 20°C 0.876 г/см³, кінематична в'язкість робочої рідини при 40°C 46 мм²/с, нормативно-

правові джерела щодо охорони праці на виробництві

4. Зміст пояснювальної записки: Вступ. Розділ 1. Аналіз різних типів обладнання для заміни піддонів. Обладнання для заміни піддонів «PAL-TRANSFER». Розділ 2. Опис проблеми та її рішення. Гідравлічний розрахунок. Розділ 3. Технологія машинобудування. Розділ 4. Охорона праці. Загальні висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів, презентацій тощо): загальний вигляд обладнання для заміни піддонів «PAL-TRANSFER», основна принципова гідравлічна схема, модернізована принципова гідравлічна схема, складальне креслення гідроциліндра, деталювання деталей, габаритні розміри обладнання, презентація.

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Охорона праці	ст.викл. Ковтун А.І.		
2. Технологія машинобудування	доц. Кореньков В.М.		

7. Дата видачі завдання 17.02.2021

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Аналіз різних типів обладнання для заміни піддонів	04.03.2021	
2	Принцип роботи обладнання для заміни піддонів «PAL-TRANSFER»	20.04.2021	
3	Опис проблеми роботи обладнання для заміни піддонів «PAL-TRANSFER» та її рішення	27.04.2021	
4	Розробка принципової гідравлічної схеми фіксатора для піддонів	01.05.2021	
5	Проведення перевіреного гідравлічного	13.05.2021	

	розрахунку		
6	Охорона праці	27.05.2021	
7	Технологія машинобудування	03.06.2021	

Студент

(підпис)

(Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту

(підпис)

(Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

**Пояснювальна записка
до дипломного проєкту**

на тему: Модернізація гідравлічної схеми установки для зміни піддонів
«PAL-TRANSFER»

Київ – 2021 року

АНОТАЦІЯ

У даному дипломному проєкті розглядалося обладнання для зміни піддонів, яка використовується на київському фармацевтичному заводі «Артеріум». Після проведення аналізу роботи установки, була виявлена некоректна робота гідравлічних циліндрів затискання піддонів, що призводило до періодичного випадання піддонів і, як наслідок, пошкодження готової продукції та збільшення тривалості заміни піддонів. Додатково було встановлено, що подібна проблема виникає також і на інших установках для зміни піддонів цієї серії даного виробника установки. В результаті було прийняте рішення щодо проведення модернізації установки для зміни піддонів шляхом внесення змін у гідравлічну схему з відповідним обґрунтуванням та проведенням необхідних розрахунків.

В процесі виконання бакалаврської роботи було досліджено конструкції та принципи дії різних установок для зміни піддонів із визначенням переваг та недоліків існуючих конструкцій. На основі технічної документації на установку для зміни піддонів «PAL-TRANSFER» було визначено особливості роботи гідравлічної системи та можливі причини незадовільної роботи гідравлічних циліндрів затискання піддонів. На базі існуючої гідравлічної схеми були запропоновані зміни в гідравлічній частині керування гідроциліндрами затискання піддонів, що дозволило не тільки надійно фіксувати піддони, а й позиціонування їх в одній й тій самій точці, незалежно від початкової установки піддонів оператором. Для підбору необхідного гідравлічного обладнання при проведенні модернізації було виконано гідравлічний розрахунок гідросистеми на основі вихідних даних з технічної документації.

Додатково в роботі було виконано розробку технологічного процесу виготовлення поршня гідравлічного циліндру затискання піддонів, а також доповнено розділом з охорони праці, в якому були запропоновані правила безпечної експлуатації установки для зміни піддонів.

ABSTRACT

In this diploma project the installation for change of pallets which is used at the Kiev pharmaceutical plant "Arterium" is considered. After the analysis of the operation of the units, the incorrect operation of the hydraulic cylinders of the pallet clamping was revealed, which led to the periodic publication of the pallets and as a consequence of harmful preparation of finished products and increased duration of pallet replacement. Additionally, it was found that connected to the problem, as well as other institutions to change the pallets of this series of this manufacturer of installations. As a result, it was decided to modernize the facilities for changing pallets by making changes to the hydraulic scheme with the appropriate justification and the necessary calculations.

In the process of performing the bachelor's thesis, the structures and principles of operation of various institutions for changing pallets were investigated to determine the advantages and disadvantages of existing structures. Based on the technical documentation of the PAL-TRANSFER pallet changer, the specifics of the hydraulic system operation and the possible reasons for the independent operation of the hydraulic pallet clamping cylinders were determined. Based on the existing hydraulic scheme, it was proposed to change the clamping of the pallets in the hydraulic part of the hydraulic cylinder control, which allowed not only to securely fix the pallets, but also to position them for the same purpose, regardless of the initial installation of the operator's pallets. To select the necessary hydraulic equipment during the modernization, the hydraulic calculation of hydraulic systems was performed on the basis of the initial data from the technical documentation.

Additionally, the developer of the technological process of manufacturing the piston of the hydraulic cylinder for clamping pallets, as well as supplemented the section on labor protection, which offers rules for safe operation of institutions for changing pallets.

Зміст

Вступ.....	10
Розділ 1. Аналіз різних типів обладнання для заміни піддонів	12
1.1. Напівавтоматичні обладнання для заміни піддонів.	12
1.2. Автоматичні пристрої заміни піддонів.	18
1.3. Обладнання для заміни піддонів «PAL-TRANSFER»	21
1.4. Принцип роботи обладнання для заміни піддонів «PAL-TRANSFER».	22
1.5. Функції позиціонування.	23
1.6. Стан поставки.	25
1.7. Варіанти позиціонування.....	26
1.8. Базова точка.....	27
1.9. Можливості позиціонування.	28
1.10. Технічні характеристики.	29
1.11. Мета та задача дипломного проекту.	30
Розділ 2. Модернізація установки для зміни піддонів	31
2.1. Опис проблеми.	31
2.2. Рішення проблеми.	31
2.3. Перевірочний гідравлічний розрахунок	38
2.3.1. Визначення розмірів гідроциліндрів	38
2.3.2. Визначення витрат і тисків в гідроциліндрах	43
2.3.3. Гідравлічний розрахунок	46
2.3.4. Розрахунок втрат на місцевих опорах	49
2.3.5. Розрахунок втрат в гідроапаратах	50
2.3.6. Визначення сумарних втрат тиску	51
2.4. Підбір обладнання.	51
Розділ 3. Технологія машинобудування.	56
3.1. Технологічний контроль якості кресленика.....	56
3.2. Технологічні операції.	58
Висновок:.....	66
Розділ 4. Охорона праці.	69
4.1. Механічна небезпека	70

4.2. Хімічна небезпека	70
4.3. Засоби індивідуального захисту	72
4.4. Пожежна безпека.....	75
Висновок:.....	76
Висновки.....	77
Список використаних джерел.....	78

Вступ

Класичний піддон для перевезення вантажів є міцним, економічним та зручним для транспортування. Але навіть при таких своїх перевагах, він не завжди підходить для використання у виробничих приміщеннях певних підприємств (наприклад, у фармацевтичній або харчовій компанії), бо може легко переносити на собі бруд та бактерії. Також потрібно враховувати те, що склади для зберігання та використання піддонів мають притримуватися усіх стандартів якості і на це зазвичай витрачається певна частина бюджету компанії. Більшість підприємств користуються одними і тими піддонами для перевезення своєї продукції, що несе за собою матеріальні й економічні втрати через велику вартість транспортування.

Зазвичай, піддони перевозять за допомогою вантажної техніки з вилковими захопленнями, але невміле користування нею руйнує структуру піддонів або навіть сам вантаж, який перевозять. У разі пошкодження піддону чи вантажу, його треба переміщати вручну на новий піддон, а це займає багато часу і потребує фізичного навантаження персоналу.

Для уникнення таких ситуацій використовують обладнання для заміни піддонів (pallet changer або pallet inverter). За рахунок автоматизації (або часткової автоматизації), це обладнання більш надійно переміщує продукцію виробництва, вирішуючи проблему руйнування піддонів або пошкодження товару, а також виконуючи роботу набагато швидше, ніж якби це робив співробітник компанії.

У даному дипломному проєкті розглядається обладнання для зміни піддонів «PAL-TRANSFER», яке використовується на київському фармацевтичному заводі «Артеріум». Після проведення аналізу роботи установки, виявлена некоректна робота гідравлічних циліндрів затискання саме пластикових піддонів, які і використовуються на даному виробництві із урахуванням того, що це фармацевтична компанія, яка має притримуватися усіх правил асептики та антисептики. Така некоректна робота машини

					МА 7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

призводить до періодичного випадання піддонів і, як наслідок, пошкодження готової продукції та збільшення тривалості заміни піддонів. Додатково встановлено, що подібна проблема виникає також і на інших установках для зміни піддонів цієї серії даного виробника установки. У результаті прийняте рішення щодо проведення модернізації установки для зміни піддонів.

Для модернізації планується проведення аналізу типових машин для заміни піддонів, а саме проведення порівняння їх переваг та недоліків для виробництва та процесу заміни піддонів. Має також детально розглянутися конструкція обладнання для заміни піддонів «PAL-TRANSFER», його особливості, переваги, недоліки та поетапність роботи під час експлуатації. Модернізація буде проводитися шляхом внесення змін у принципову гідравлічну схему фіксатора для піддонів з відповідним обґрунтуванням та проведенням необхідних розрахунків.

Додатково в роботі планується провести розробку технологічного процесу виготовлення поршня гідравлічного циліндру затискання піддонів, а також доповнити розділом з охорони праці, в якому будуть запропоновані правила безпечної експлуатації установки для зміни піддонів.

					МА 7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

Розділ 1. Аналіз різних типів обладнання для заміни піддонів

Обладнання для заміни піддонів застосовуються не тільки для заміни дерев'яних піддонів, але і для заміни дерев'яного піддону на пластиковий, який є більш практичним для підприємств, де є суворі гігієнічні норми роботи.

Пристрої заміни піддонів вирізняються певними параметрами:

- розмірами верхньої та нижньої фіксувальних платформ захоплюючого механізму;
- мінімальним опущенням та максимальним підняттям піддону із вантажем на ній;
- вантажопідйомністю;
- кутом нахилу піддону;
- способом управління [1].

За способом управління виділяють напівавтоматичні та автоматичні обладнання для заміни піддонів.

1.1. Напівавтоматичні обладнання для заміни піддонів.

Головною особливістю напівавтоматичного обладнання для заміни піддонів є те, що ним керує працівник складу – оператор. Піддон розміщують на нього за допомогою навантажувача чи ручного візка.

Різновиди напівавтоматичних приладів для заміни піддонів:

1.1.1. Пристрій заміни піддонів TPQ20D D-series (рис.1.1.) [2].



Рисунок. 1.1. Пристрій заміни піддонів TPQ20D D-series.

Оператор встановлює вантаж із піддоном в обладнання. Нижня фіксувальна платформа (1), яка має фіксатори піддону (2), затискає піддон із вантажем. У той час верхня фіксувальна платформа (3) притискає вантаж до піддону, таким чином фіксуючи їх у пристрої. Потім обладнання перевертає піддон із вантажем на 180°. Після закінчення оберту верхня фіксувальна платформа опускається вниз разом із вантажем, який оператор знімає і вивозить із обладнання.

Висновок:

До переваг даної машини я б відніс простоту конструкції, здатність роботи із великими масами вантажу, точність роботи.

Недоліками даної машини, на мою думку, є її габарити, так як машина займає багато місця, недешева в обслуговуванні, процес перевертання вантажу достатньо повільний.

1.1.2. Гідравлічний пристрій заміни піддонів
 Toppy Pharma Advance (рис. 1.2.) [3].



Рисунок. 1.2. Гідравлічний пристрій заміни піддонів Toppy Pharma Advance.

Оператор встановлює вантаж із піддоном в обладнання. Подвійні вилки (1) вгорі та внизу затискають піддон із вантажем. Гідравлічний циліндр (2) піднімає піддон на 90° із вертикального положення у горизонтальне. Оператор самостійно обертає платформу (3), на якій стоїть вантаж із піддоном, на 180° . Після цього обладнання плавно повертає перевернутий вантаж із вертикального положення у горизонтальне (тобто у початкове положення).

Висновок:

Перевагами даної машини є те, що у процесі перевороту вантажу не виникає додаткового навантаження на нього. Також машина має гладку поверхню та скошену форму, що забезпечує гарний рівень гігієни та чистоту,

					МА 7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

що в свою чергу дозволяє обладнання встановлювати на харчовому та фармацевтичному виробництві. Також перевагою є мобільність системи, тому процес по зміні піддонів можна проводити в будь-якому місці підприємства.

До недоліків можна віднести невелику вантажопідйомність, меншу стійкість конструкції у порівнянні зі стаціонарними машинами, обслуговування є достатньо дорогим.

1.1.3. Обладнання заміни піддонів Torpy Easy Changer (рис. 1.3) [4].



Рисунок. 1.3. Обладнання заміни піддонів Torpy Easy Changer.

Оператор встановлює вантаж із піддоном в обладнання. Гідроциліндр (1) затискає вантаж з обох боків, фіксуючи його. Оператор бере новий піддон, яким висуває старий із-під вантажу, замінюючи його. Старий піддон висувається за обладнанням в окрему камеру зберігання (2). Коли старий піддон потрапляє у цю камеру, оператор підіймає його за допомогою

піддоноукладача (3), таким чином звільняючи місце для наступного піддону. У той же час на місце під вантажем стає новий піддон. Вантаж опускається на цей піддон і оператор вивозить його з обладнання.

Висновок:

На мою думку, до переваг даної машини можна віднести простоту конструкції, компактність. Процес заміни піддонів проходить достатньо швидко та економічно.

До недоліків машини можна віднести те, що вона працює лише із невеликою кількістю та малими масами вантажу.

1.1.4. Гідравлічне обладнання заміни піддонів Fhope Pallet Exchanger (рис. 1.4) [5].



Рисунок. 1.4. Гідравлічне обладнання заміни піддонів Fhope Pallet Exchanger.

Оператор встановлює вантаж із піддоном в обладнання. Верхня фіксувальна платформа (1) притискає вантаж, таким чином фіксуючи його разом із піддоном у пристрої. Гідроциліндр (2) перевертає піддон із вантажем на 90°, після чого оператор витягує старий піддон і встановлює на його місце новий. Потім обладнання повертається у початкове положення.

Висновок:

На мою думку, перевагами цього обладнання є його простота конструкції та робота з великими масами та габаритами вантажу.

До недоліків я б відніс габарити машини (обладнання займає достатньо багато місця), а також швидкість процесу перевороту вантажу та заміни піддонів (процес займає багато часу).

1.1.5. Пристрій заміни піддонів Torpy Side Mover (рис. 1.5) [6].



Рисунок. 1.5. Пристрій заміни піддонів Torpy Side Mover.

Оператор встановлює вантаж із піддоном в область роботи обладнання (1). Дві пластини з паралоном (2) закріплюють вантаж та піднімають його над старим піддоном. За допомогою лінійного приводу (3), вантаж боковим переміщенням опиняється на рівні з новим піддоном та опускається на неї.

Висновок:

Основною перевагою цього пристрою є принцип роботи, а саме бокове переміщення, завдяки чому можна уникнути надмірного навантаження на

					МА 7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

вантаж, яке може виникати при перевертанні чи нахилі. Також до переваг можна віднести точність, простоту конструкції, швидкість процесу.

До недоліків даного пристрою я б відніс роботу з невеликою кількістю і масою вантажу, габарити машини, коштовне обслуговування.

1.2. Автоматичні пристрої заміни піддонів.

Головною особливістю автоматичних пристроїв заміни піддонів є те, що вони вбудовуються безпосередньо у конвеєр на виробництві і не потребують додаткового обслуговування оператора.

Різновиди автоматичних приладів для заміни піддонів:

1.2.1. Пристрій заміни піддонів PW (рис. 1.6) [7].



Рисунок. 1.6. Пристрій заміни піддонів PW.

Вантаж разом із піддоном просуваються по виробничій стрічці (1) та потрапляють у зону роботи (2) обладнання заміни піддонів. Пневматичний депалетизатор (3) на конвеєрі підіймає піддон разом із вантажем та переміщає їх у підйомний стіл (4), де вантаж фіксується притисними платформами (5). Підйомний стіл перевертає піддон із вантажем із вертикального положення у горизонтальне, після чого забирає старий фіксований піддон та повертає його назад на виробничу стрічку. Вантаж тим часом залишається фіксованим у притисних платформах в горизонтальному

					МА 7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		18

положенні. Старий піддон їде далі по конвеєру, на його місце стає новий піддон, потрапляючи у зону роботи пристрою. Підйомний стіл фіксує новий піддон та підіймає його до вантажу, потім разом із ним повертає піддон на виробничу стрічку і вантаж просувається далі по конвеєру.

Висновок:

До переваг даного пристрою я б відніс точність роботи, достатньо велику продуктивність, безпечну заміну піддонів без можливих ушкоджень товару. Також систему легко інтегрувати на виробничу стрічку.

До недоліків я би відніс достатньо коштовне обслуговування, пристрій не може працювати із нестандартними розмірами та формами піддонів (для стабільної роботи системи розміри піддонів та вантажу не повинні змінюватися).

1.2.2. Нерухомий пристрій заміни піддонів Fhore (рис. 1.7) [9].

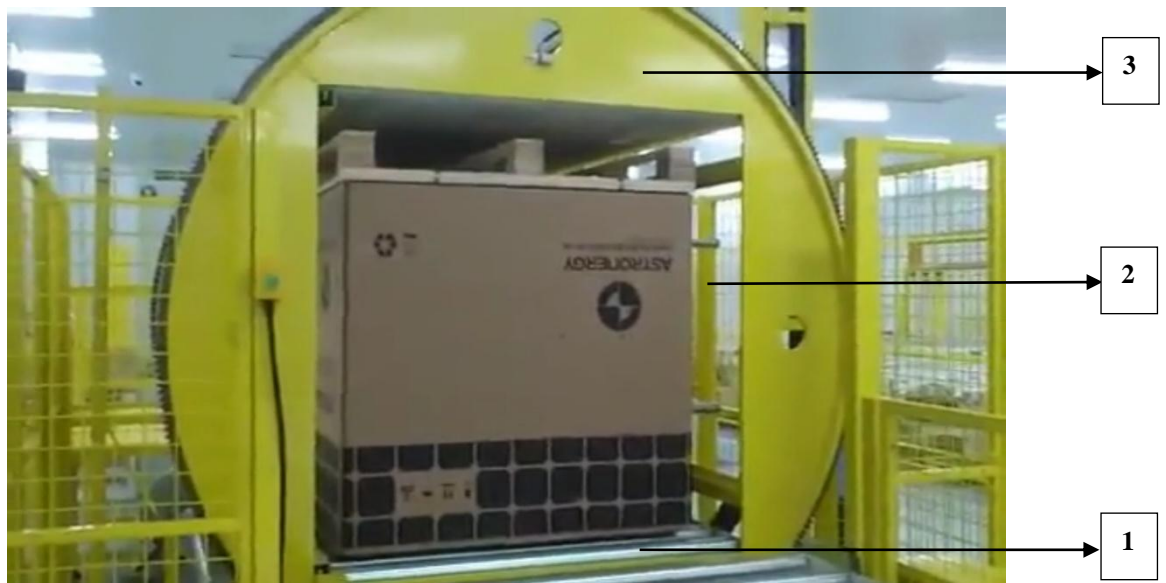


Рисунок. 1.7. Нерухомий пристрій заміни піддонів Fhore.

Вантаж разом із піддоном, який знаходиться згори на самому вантажі, просуваються по виробничій стрічці (1) та потрапляють у зону роботи обладнання (2). Поворотний механізм (3) починає обертатися, переміщуючи вантаж із піддоном (а також виробничою стрічкою) на 180°. Після того

піддон опиняється під вантажем. Пристрій зупиняється і піддон просувається далі по конвеєру.

Висновок:

Перевагою цього обладнання є те, що воно забезпечує ефективну (без додаткових поштовхів, здавлювання тощо) передачу вантажу на пластикові піддони або навпаки, не спричиняючи ушкоджень товару або самих піддонів. Також до переваг можна віднести вантажопідйомність (обладнання може обертати вантаж масою до двох тонн).

До недоліків даного обладнання можна віднести його габарити, так як пристрій займає багато місця на виробництві, а також коштовність його обслуговування.

1.2.3. Пристрій заміни піддонів Premier Pallet Systems (рис. 1.8) [1].

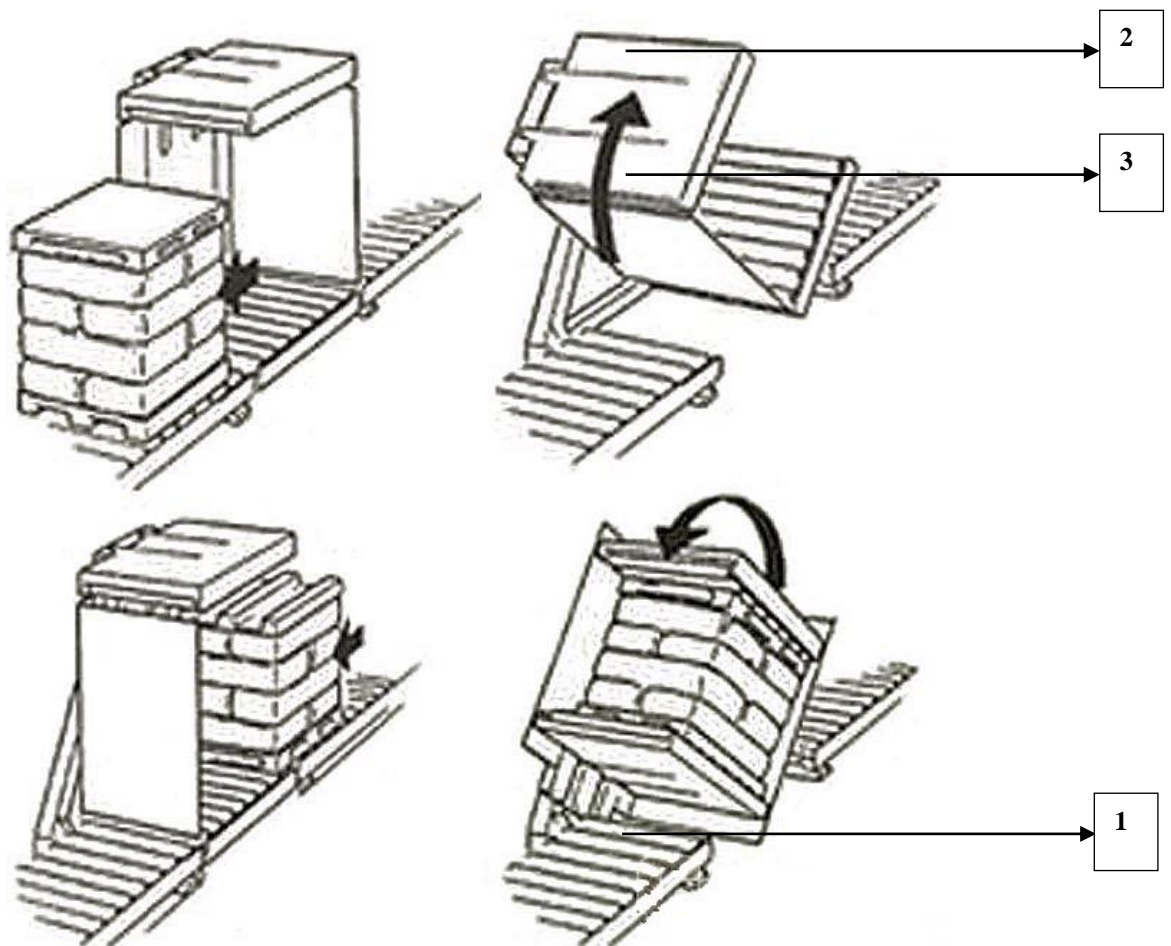


Рисунок. 1.8. Пристрій заміни піддонів Premier Pallet Systems.

Новий піддон просувається по виробничій стрічці (1), потрапляє на нижню фіксуючу платформу, де знаходиться механізм захвату (2). Перекидальний пристрій (3) заміни піддонів перевертає його на 180° і він опиняється у верхньому положенні. Потім у пристрій по конвеєру надходить піддон із вантажем, верхня платформа притискає вантаж разом із новим піддоном, які потім перевертаються на 180°. Старий піддон залишається на верхній фіксувальній платформі механізму захвату, а новий піддон з перевернутим вантажем рухається далі по виробничій стрічці.

Висновок:

Перевагами даної системи є її точність роботи, безпечна заміна піддонів без пошкоджень вантажу, велика вантажопідйомність, достатня велика продуктивність.

До недоліків я б відніс дороге обслуговування, неможливість легкого інтегрування у виробничу стрічку, спроможність працювати тільки із стандартними видами та розмірами піддонів.

1.3. Обладнання для заміни піддонів «PAL-TRANSFER»

Пристрій для заміни піддонів «PAL-TRANSFER» (рис. 1.9) є напіваавтоматичним, тобто потрібна присутність оператора, який буде встановлювати у нього вантаж разом із піддоном та контролювати автоматичний процес заміни піддону за допомогою пульта управління [9].

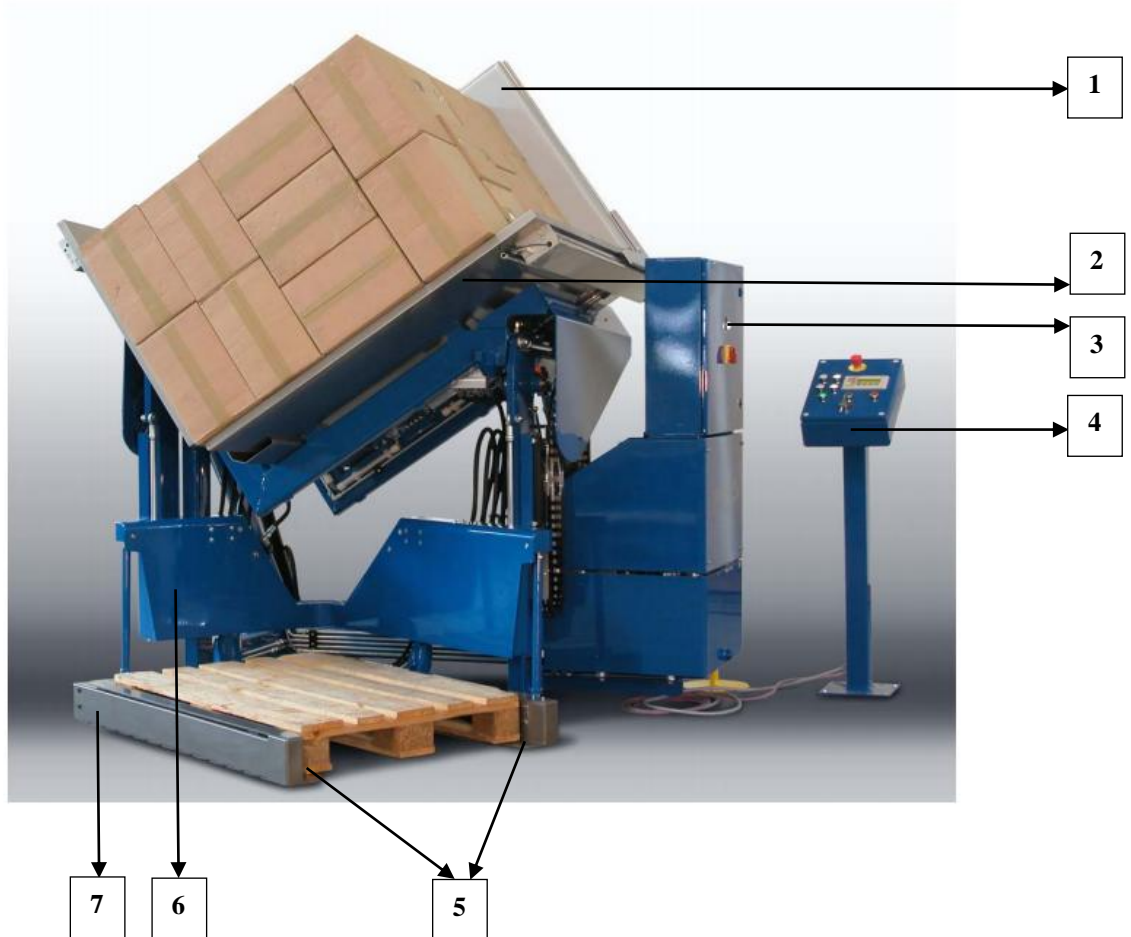


Рисунок. 1.9. Обладнання для заміни піддонів «PAL-TRANSFER» (1 – верхня фіксувальна платформа, 2 – перекидальний пристрій, 3 – розподільна коробка, 4 – пульт управління (із кнопкою аварійного вимкнення), 5 – фіксатори для піддону, 6 – обертальна рама, 7 – П-подібна підйомна платформа).

1.4. Принцип роботи обладнання для заміни піддонів «PAL-TRANSFER»

Початкове положення:

Для початку заміни піддону обладнання має знаходитися у початковому положенні, а саме: перевертальний пристрій знаходиться у вертикальному положенні, підйомна платформа знаходиться у нижньому положенні, фіксатори піддону відкриті.

Процес заміни піддону:

Коли оператор натискає кнопку початку роботи, то запускається процес автоматичної заміни піддонів за таким алгоритмом:

1. Фіксатори затискають піддон, після чого підйомна платформа підіймає вантаж із піддону на той рівень, на якому знаходяться плити перекидального пристрою.

2. Починається процес перекидання, внаслідок якого підйомна платформа із піддоном і перекидальним пристроєм (на якому знаходиться вантаж) перевертається на 120°C. При досягненні цього градусу кута нахилу підйомна платформа із піддоном відділяється горизонтально від вантажу і опускається вниз.

3. Фіксатори піддону звільнюють піддон, на місце якої ставлять новий піддон.

4. Піддон фіксується за допомогою фіксаторів, підйомна платформа піднімається, перекидається та рухається горизонтально до вантажу на перекидальному пристрої. Піддон притискається до вантажу із певним тиском та автоматично зупиняється.

5. Перевертальний пристрій повертається у початкове положення.

6. Підйомна платформа опускається вниз із вантажем на новому піддоні [9].

1.5. Функції позиціонування.

Обладнання для заміни піддонів «PAL-TRANSFER» здатне не тільки переміщати вантаж на інший піддон, а також правильно його позиціонує (табл. 1.1) [9].

					МА 7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

Визначення функції позиціонування обладнання для заміни піддонів
«PAL-TRANSFER».

Передпозиція	Розміщення вантажу до робочого циклу на піддоні	
Позиціонування	Розміщення вантажу після робочого циклу на піддоні	
Базова точка	Точка на піддоні, від якої проводять виміри для виступів	
Розміщення	+	зміна розташування від базової точки у напрямку виступу вантажу (зміщення назовні)
	-	зміна розташування від базової точки у напрямку виступу піддону (зміщення досередини)
Зміщення	<ul style="list-style-type: none"> обладнання опускає вантаж рівно на край піддону; відстань між піддоном та вантажом дорівнює 0. 	
Центрування	Обладнання опускає вантаж на середину піддону	

1.6. Стан поставки.

При поставці вантаж може займати різноманітні положення на піддоні (рис. 1.10-1.11) [9]:

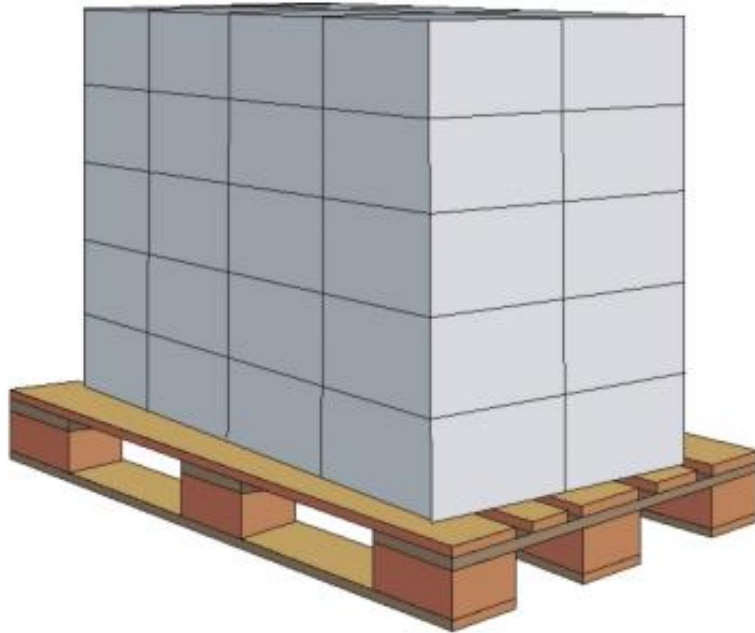


Рисунок. 1.10. Вантаж розміщується на піддоні у невизначеному стані та не відцентровано.

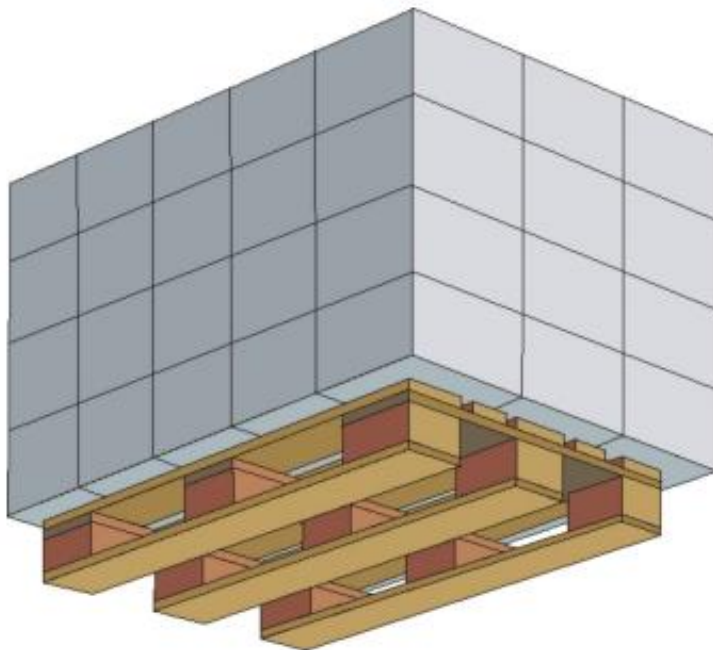


Рисунок. 1.11. Вантаж виступає за край піддону.

1.7. Варіанти позиціонування.

У процесі переміщення вантажу на інший піддон, за допомогою функції «Позиціонування» вантаж можна розмістити у такі положення [9]:

А) коли вантаж знаходиться на краю піддону («заподлицо») (рис. 1.12):

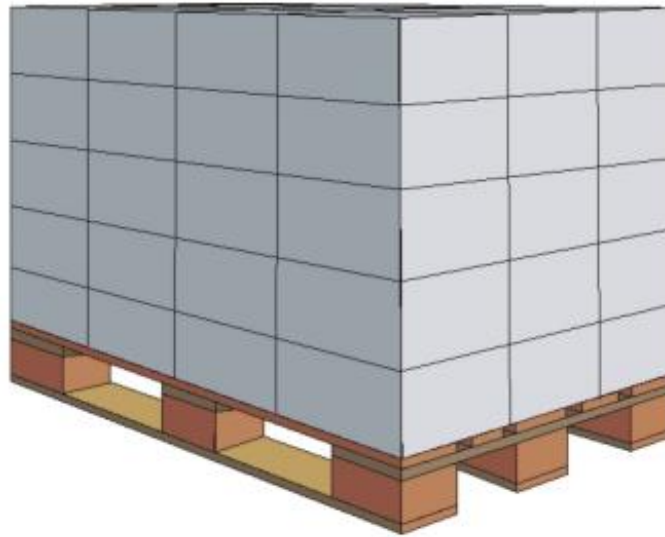


Рисунок. 1.12. Вантаж знаходиться на краю піддону («заподлицо»).

Б) коли вантаж виступає за край піддону (рис. 1.13):

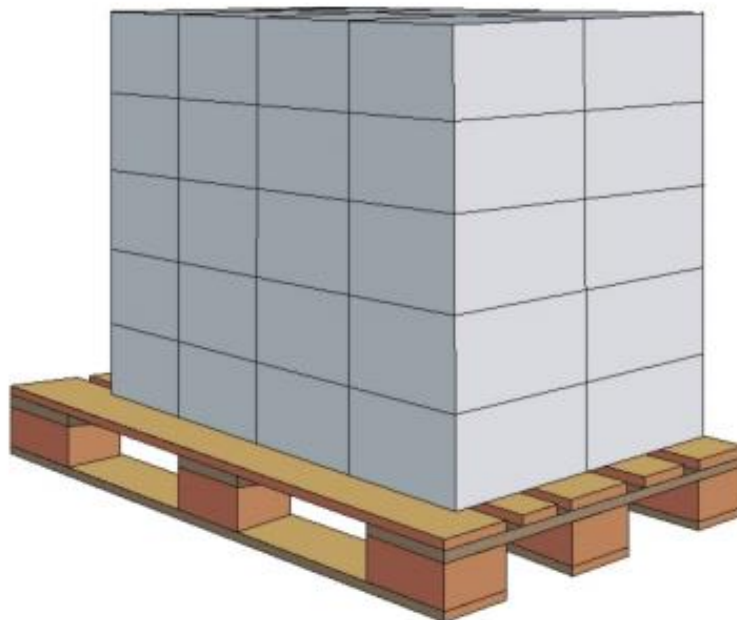


Рисунок. 1.13. Вантаж виступає за край піддону.

В) коли вантаж знаходиться у центрі піддону (рис. 1.14):

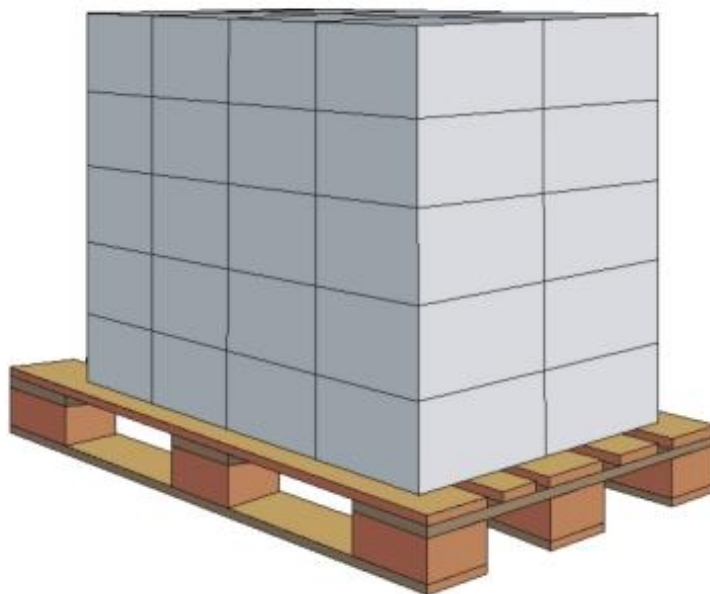


Рисунок. 1.14. Вантаж знаходиться у центрі піддону.

1.8. Базова точка.

Для того, щоб розмістити вантаж у потрібному положенні, потрібно знайти «базову точку», від якої будуть іти дані про положення.

Тому необхідно обрати:

- зовнішній край піддону «А» АБО
- зовнішній край вантажу при поставці «Б» (рис. 1.15).

Пункти А і Б можна відхиляти від базової точки у діапазоні від -60 мм (виступ піддону) до +60 мм (виступ вантажу) [9].

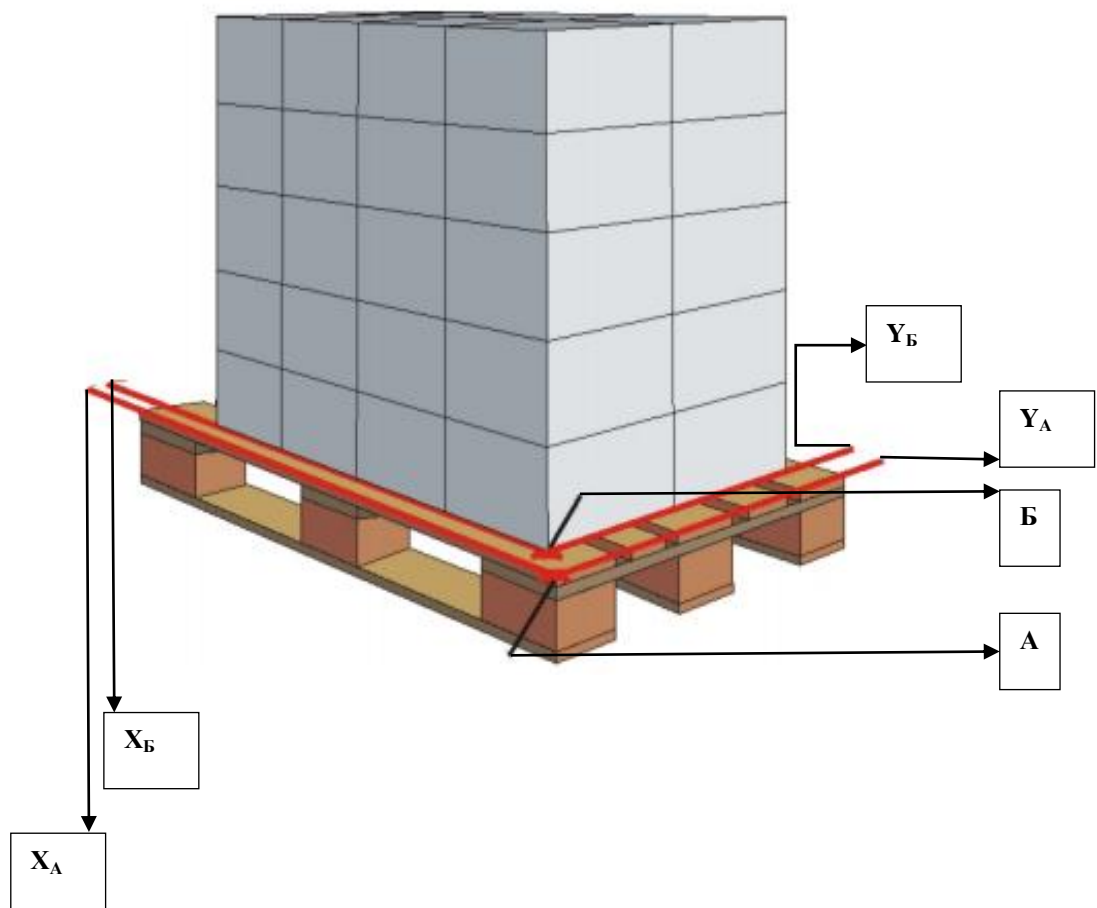


Рисунок. 1.15. Визначення «базової точки» обладнання для заміни піддонів «PAL-TRANSFER».

1.9. Можливості позиціонування.

Можливості позиціонування обладнання для заміни піддонів «PAL-TRANSFER» викладені у табл. 1.2 [9].

Таблиця 1.2

Визначення можливості позиціонування обладнання для заміни піддонів «PAL-TRANSFER».

Без	Вантаж розміщується на піддоні без позиціонування
Зміщення відносно попередньої позиції	Зміна розташування вантажу на піддоні може бути задано для наступних операцій перевантаження зі зміщенням

Зміщення із положення «заподлицо» 1	Зміна розташування вантажу, при якому положення «заподлицо» можна визначити як вихідну точку (значення можна налаштовувати)
Зміщення із положення «заподлицо» 2	Зміна розташування вантажу, при якому положення «заподлицо» можна визначити як вихідну точку (значення можна налаштовувати)
Зміщення від центру (опція)	Відповідно до центру піддону, змінюється розташування вантажу (значення можна налаштовувати)
Перехід із європіддонів на виробничі піддони (опція)	Початкове встановлення зміщення по довгій стороні піддону відповідає 100 мм для вихідної позиції (можлива установка значення від 0 до 100 мм)

1.10. Технічні характеристики.

Технічні характеристики обладнання для заміни піддонів «PAL-TRANSFER» викладені у табл. 1.3 [9].

Таблиця 1.3

Технічні характеристики обладнання для заміни піддонів «PAL-TRANSFER»

Вантажопідйомність	1200 кг
Розмір піддону	800 мм x 1200 мм
Енергоспоживання	400 В, 3 фази + N (нейтральний дріт) + PE (заземлення)
Споживана потужність	4,5 кВт

					МА 7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

Рівень гідравлічного тиску	Головні контури: 180 бар Зовнішні контури: 80 бар
Потрібний час для перенесення вантажу	60 секунд
Рівень шуму	Менше 72 дБ
Загальна вага (із урахуванням транспортувального піддону)	2100 кг

1.11. Мета та задача дипломного проєкту.

До основної мети проєкту відноситься виявлення проблеми у обладнанні для заміни піддонів «PAL-TRANSFER» і наступна розробка із модернізації даної машини, яка буде полягати у вдосконаленні гідравлічної схеми фіксатора для піддонів.

До задач дипломного проєкту буде відноситися наступне:

1. Модернізація принципової гідравлічної схеми фіксатора для піддонів із використанням редукційного клапана на напірній лінії гідроциліндра.
2. Проведення відповідних перевірочних гідравлічних розрахунків.
3. Підбір обладнання для нової принципової гідравлічної схеми фіксатора для піддонів.

Розділ 2. Модернізація установки для зміни піддонів

2.1. Опис проблеми.

Під час експлуатації розглядаємої машини у данному дипломному проєкті, а саме обладнання для заміни піддонів «PAL-TRANSFER», був виявлений недолік роботи фіксатора для піддонів. Суть проблеми полягає у тому, що фіксатор затискає стабільно та надійно тільки дерев'яні піддони, а пластикові випадають під час роботи обладнання. Це пов'язано із тим, що в основі дерев'яних піддонів є дерево, яке, по-перше, має іншу структуру свого матеріалу, ніж пластик, по-друге, вони проходять спеціальну обробку, що робить дерев'яні піддони простими у захопленні та фіксації внаслідок шорсткості дерева. У свою чергу, пластикові піддони, які зазвичай виготовляють із полікарбонатів або поліетиленів, мають гладку поверхність, внаслідок чого вони є менш зручними для захоплення та утримання фіксатором для піддонів в обладнанні. Це є ненадійним та навіть небезпечним для роботи на виробництві, адже якщо машина не буде утримувати піддон, під час випадіння може пошкодитися не тільки товар, який виробляється на підприємстві, а також сам піддон або обладнання. До того ж це робить обладнання небезпечним під час експлуатації, адже це може призвести до травмування працюючого персоналу.

2.2. Рішення проблеми.

У зв'язку із виявленою проблемою, було прийнято рішення внести зміни у гідравлічну схему фіксатора для піддонів. Для цього спочатку треба розглянути принципову гідравлічну схему обладнання для зміни піддонів «PAL-TRANSFER» (рис. 2.1).

					МА 7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

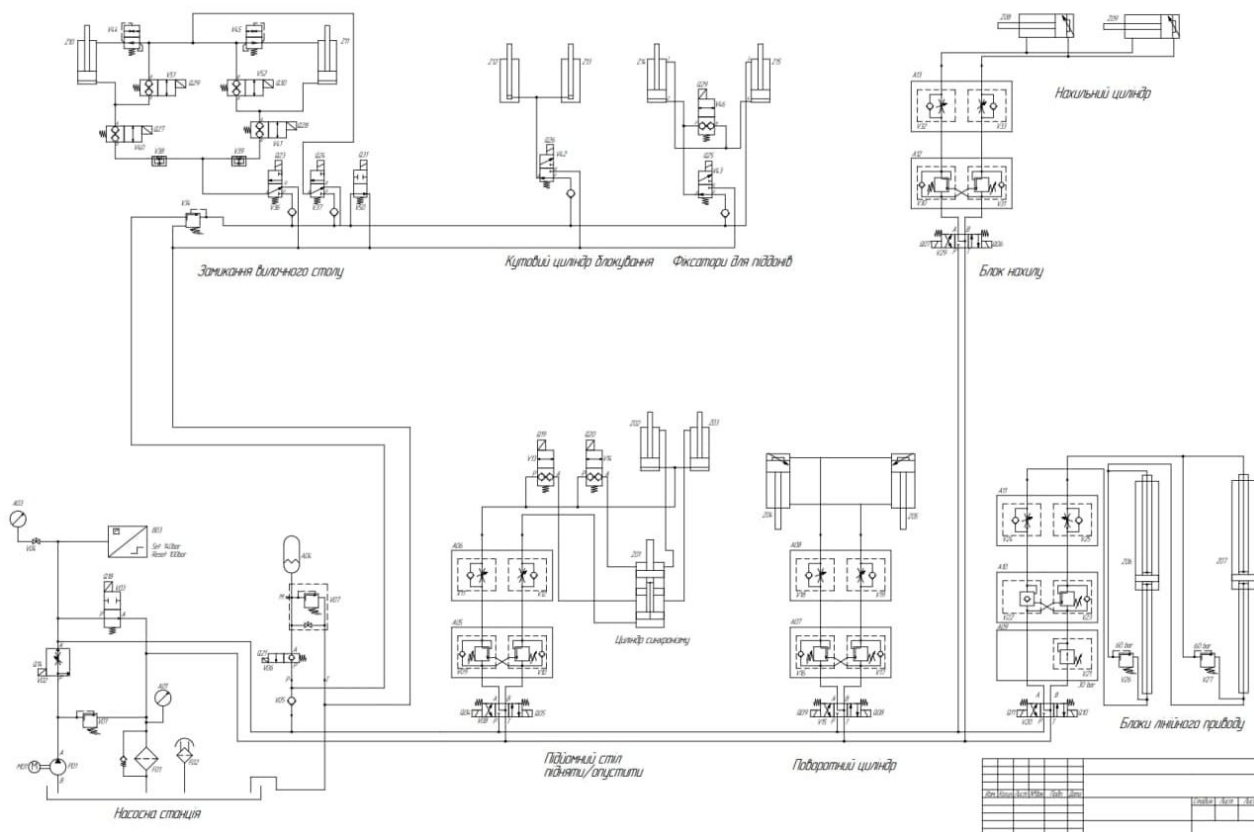


Рисунок 2.1. Принципова гідравлічна схема.

На принциповій гідравлічній схемі представлено насосну станцію, у якій використовується шестирінчатий насос P01 робочим тиском 180 бар, а також номінальною витратою, яка регулюється завдяки пропорційному регуляторові витрати V02. Також насосна станція оснащена гідроакумулятором A04, завдяки якому після накопичення рідини через зворотній клапан V05, віддає її у систему під певним тиском у разі необхідності при переключенні клапана V06. Також до лінії зливу з гідроакумулятора A04 підключений запобіжний клапан V07, у випадках, коли у системі може виникнути великий тиск.

Уся система ділиться на два контури, а саме: контур із великим тиском, який працює при тиску 180 бар і контур із низьким тиском, який працює при тиску 80 бар.

До контура із великим тиском підключений підйомний стіл, який активується при включенні електромагніту та перемиканні

					МА 7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		32

гідророзподільника V08 рідина потрапляє у блок A05, у якому знаходяться урівноважувальні клапани V09 та V10, які необхідні для управління рухом рідини, використовуючи постійну подачу надлишкового тиску. Далі рідина потрапляє у блок A06, у якому знаходяться дроселі V11 та V12, які мають зворотні клапани для регулювання витрати робочої рідини. Після активації електромагнітів та перемиканні клапанів V13 та V14, рідина потрапляє у дільник потоку Z01, завдяки якому циліндри Z02 і Z03 працюють одночасно незалежно від величини навантаження на кожному з них.

Ще однією схемою контура із великим тиском є схема поворотних циліндрів. Дана схема працює за наступним принципом: після увімкнення електромагніту на гідророзподільнику V15, рідина потрапляє у блок A07, у якому знаходяться урівноважувальні клапани V16 та V17, а також у блок A08, у якому знаходяться дроселі V18 і V19, які мають зворотні клапани для непропускання робочої рідини в зворотному напрямку. Після цього процесу рідина потрапляє у гідроциліндри Z04 та Z05, які відповідають за поворот обладнання для заміни піддонів.

Ще однією схемою контура із великим тиском є схема нахилу вантажу, яка працює при увімкненні магніту на розподільнику V29, проходженні рідини через блок A12, у якому знаходяться урівноважувальні клапани V30 та V31. Потім рідина потрапляє у блок A13, у якому знаходяться дроселі V32 і V33, які мають зворотні клапани для контролю витрати. Після цього, робоча рідина потрапляє у гідроциліндри Z08 та Z09, які відповідають за нахил вантажу на обладнанні для заміни піддонів.

Ще однією схемою контура із великим тиском є схема лінійного приводу, яка відповідає за притиснення та фіксацію вантажу на момент його перевертання. Працює дана схема за наступним принципом: при увімкненні магніту та перемиканні гідророзподільника V20, рідина потрапляє у блок A09, у якому знаходиться редукційний клапан картриджного типу V21 для пониження тиску на 30 бар. Після цього, робоча рідина потрапляє у блок A10, у якому знаходиться редукційні клапани картриджного типу V22 і V23

					МА 7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

для пониження тиску. Далі знаходиться блок A11, у якому стоять дроселі V24 та V25 зі зворотніми клапанами для регулювання витрат. Далі рідина проходить через редукційні клапани V26 і V27, які налаштовані на 60 бар і потрапляють у гідроциліндри Z06 та Z07. Дана система орієнтовна на те, щоб при перевертанні вантажу не відбувалося його пошкодження.

Розглянемо другий контур машини, а саме контур із меншим тиском у 80 бар, які отримано з основного гідравлічного контуру шляхом встановлення редукційного клапану V34 на напірній лінії.

Ще однією схемою контура із меншим тиском є схема кутового циліндра блокування, який при увімкненні магніту та перемикає клапану V42 рідина потрапляє у циліндри Z12 та Z13, що призводить до блокування підйомного столу.

На принциповій гідравлічній схемі більш детально розглянемо частину, яка конкретно відповідає за роботу фіксатора для піддонів (рис. 2.2).

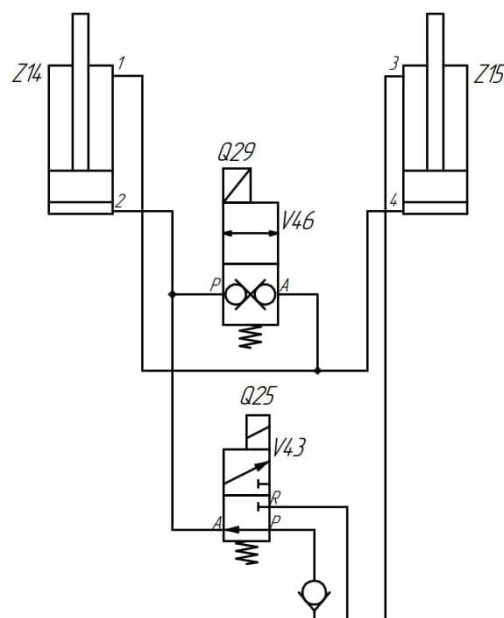


Рисунок 2.2. Принципова гідравлічна схема фіксатора для піддонів.

Дана частина обладнання працює при тиску 80 бар. При вмиканні електромагніта Q25 на гідроклапані V43, рідина через зворотній клапан

потрапляє у поршньову порожнину циліндра Z14. Із штокової порожнини гідроциліндра Z1 рідина потрапляє у поршньову порожнину циліндра Z15. За рахунок такого послідовного підключення реалізується послідовна робота гідроциліндрів. Водночас, за рахунок різниці ефективних площ поршньової та штокової камери та різного розміру гідроциліндрів, виникає ситуація, коли гідроциліндр правого зажиму створює менше зусилля, ніж гідроциліндр лівого зажиму, внаслідок чого відбувається періодичне випадання піддонів із зажимів. Дана проблема може привести до неправильного позиціонування піддона, внаслідок чого пластикові піддони можуть випадати.

На основі проаналізованої роботи обладнання для заміни піддонів «PAL-TRANSFER» та виявлених недоліках у роботі при заміні пластикових піддонів, було знайдено два шляхи для вирішення даної проблеми: розробка нової принципової схеми при послідовній роботі гідроциліндрів або розробка нової принципової схеми при одночасній роботі гідроциліндрів.

Для початку розглянемо варіант із розробкою нової принципової схеми при послідовній роботі гідроциліндрів (рис. 2.3) [10].

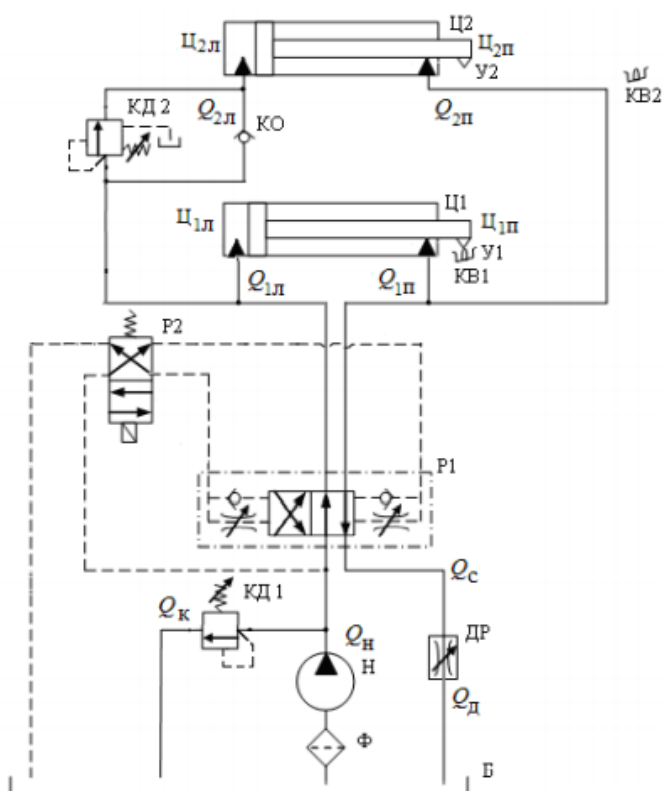


Рисунок 2.3. Принципова схема при послідовній роботі гідроциліндрів.

Як вже було сказано вище, дана схема забезпечує послідовну роботу гідроциліндрів. Принцип роботи полягає у тому, що на лінії всмоктування насоса Н, рідина проходить через фільтр Ф, також до лінії нагнітання підключений перелевний клапан КД1. Даний клапан використовується для того, щоб у системі підтримувати тиск за рахунок постійного відводу рідини до баку. Після насосу рідина потрапляє до розподільника Р1, який має гідравлічний тип керування, та розподільник Р2 із електромагнітним типом керування. Тобто, рідина надходить до розподільника Р2, вмикається електромагніт, розподільник Р2 переміщується в інше положення. Рідина через дросель на вході до розподільника Р1 переміщує його. Після розподільника Р1 рідина потрапляє до поршньової порожнини гідроциліндра Ц1, внаслідок чого циліндр починає рухатися. Тільки після того, як поршень гідроциліндра Ц1 переміститься у крайнє положення і сигнал на кінцевикі КВ1 зникне, гідроциліндр Ц2 почне рухатися. Тобто, через трійник рідина потрапляє до редукційного клапану КД2, який відкривається при певному значенні тиску і використовується в даній схемі для забезпечення певного зусилля від циліндра Ц2, через який надходить рідина до поршньової порожнини. Це буде забезпечувати хід циліндра. Після закінчення ходу обох циліндрів рідина через розподільники Р1 та Р2 потрапляє в бак. Також на зливній лінії системи, після розподільника Р1, стоїть дросель ДР для регулювання витрати на виході. Зворотній хід циліндрів відбувається, коли активується кінцевик КВ2, внаслідок чого вимикається електромагніт на розподільнику Р2 і змінюється положення розподільника Р1. Також паралельно до редукційного клапану КД2 підключений зворотній клапан для забезпечення зливу рідини при зворотньому ході циліндра [10].

Другим варіантом вирішення проблеми обладнання для заміни піддонів «PAL-TRANSFER» є розробка нової принципової схеми при одночасній роботі гідроциліндрів (рис. 2.4).

					МА 7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

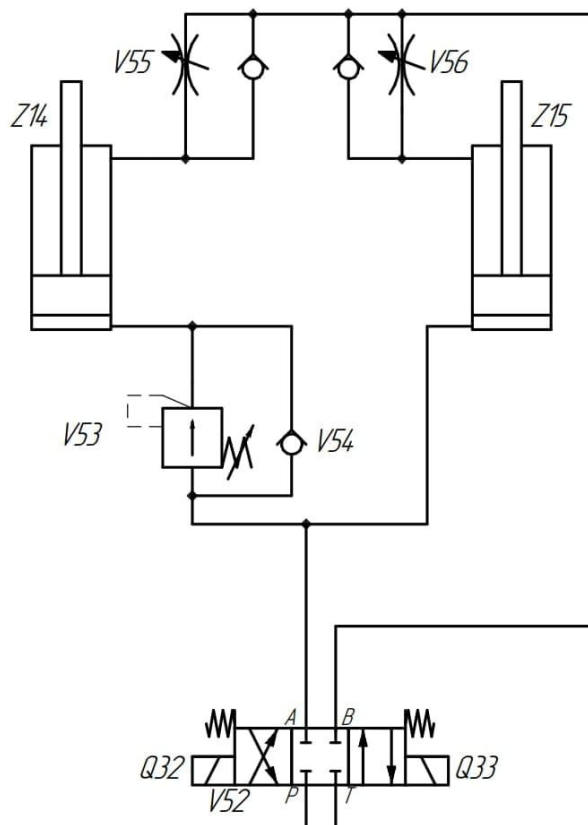


Рисунок 2.4. Нова принципова гідравлічна схема фіксатора для піддонів.

Дана схема працює за таким принципом: рідина з насосної станції проходить через редукційний клапан V34, внаслідок чого отримується тиск у даному контурі у 80 бар. Далі рідина потрапляє до розподільника V52 і після подачі сигналу на електромагніт Q33 положення розподільника V52 у праве положення. Далі речовина прямує по напірній лінії через трійник до поршньових порожнин циліндрів Z14 та Z15. На напірній лінії гідроциліндра Z14 також знаходиться редукційний клапан V53 для пониження тиску, завдяки якому даний циліндр буде створювати зусилля, щоб притискати піддон і правильного його позиціонувати у той самий час, коли інший циліндр буде працювати при зусиллі, щоб виставляти піддон у положення для позиціонування. На зливних лініях гідроциліндрів Z14 та Z15

знаходяться дроселі V55 та V56 зі зворотніми клапанами. Завдяки даним дроселям контролюється швидкість поршня кожного із циліндрів. а зворотні клапани необхідні для забезпечення зворотнього ходу гідроциліндрів Z14 та Z15 у разі подачі сигналу на електромагніт Q32, внаслідок чого зміниться положення розподільника V52 [10].

Після проведення аналізу робіт даних принципових гідравлічних схем для усунення проблеми у фіксаторі для підонів обладнання для заміни піддонів «PAL-TRANSFER», постала необхідність вибору однієї із них для подальшої модернізації машини. Для здійснення вибору був додатково проведений аналіз із переваг та неділок даних схем. Беручи до уваги те, що принципова схема при послідовній роботі гідроциліндрів має достатньо складну конструкцію, є більш важкою в експлуатації та економічно постає не вигідною. Тому оптимальним варіантом вибору буде нова принципова схема при одночасній роботі гідроциліндрів, оскільки вона є більш простою, легкою в експлуатації, набагато економічно вигіднішою, а, найголовніше, легше інтегрується в саме обладнання.

Для підтвердження того, що обрана нова гідравлічна схема фіксатора для піддонів при одночасній роботі гідроциліндрів (рис. 2.4) буде забезпечувати вирішення даної проблеми, необхідно провести перевірочний гідравлічний розрахунок.

2.3. Перевірочний гідравлічний розрахунок

2.3.1. Визначення розмірів гідроциліндрів [11].

А: Визначення розмірів першого гідроциліндра [11]:

Необхідні значення:

Корисне зусилля:

$$P = 4 \text{ кН} = 4 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

Робочий тиск циліндра:

$$p = 8.0 \text{ МПа} = 8 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

					МА 7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

Довжина ходу циліндра:

$$l = 25 \text{ мм}$$

Для циліндра з однобічним штоком, що працює на стиск при виштовхуванні поршня, внутрішній діаметр:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi(p/\psi)\eta_M}}$$

де: P – задане робоче зусилля, Н; p – тиск відповідно в напірній і зливальній порожнинах гідроциліндра, Па; ψ – відношення площ поршня з боку відповідно поршневої і штокової порожнин, η_M – механічний ККД гідроциліндра.

Приймаємо:

$$p = 8.0 \text{ МПа} = 8 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Коефіцієнт відношення площ у залежності від виконання циліндра може приймати різні значення. Приймаємо коефіцієнт для нормального діаметру штока:

$$\psi = 1.33$$

Механічний ККД гідроциліндра залежить від виду застосовуваних ущільнень. Вибираємо значення для манжетних ущільнень:

$$\eta_M = 0.95$$

Отже, внутрішній діаметр першого гідроциліндра:

$$D_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi(p/\psi)\eta_M}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4000}{3.14(8000000/1.33)0.95}} = 0.029 \text{ м}$$

Округляємо до найближчого стандартного значення [11]:

$$D_1 = 0.029 \text{ м} = 32 \text{ мм}$$

Діаметр штока визначаємо із співвідношення:

$$d_1 = D \sqrt{1 - \frac{1}{\psi}} = 0.032 \sqrt{1 - \frac{1}{1.33}} = 0.0169 \text{ м}$$

Округляємо до найближчого стандартного значення [11]:

$$d_1 = 0.020 \text{ м} = 20 \text{ мм}$$

					МА 7114. ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

					МА 7114.ДП14.00.00.ПЗ		Арк.
							40
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата			

Б: Визначення розмірів другого гідроциліндра [11]:

Необхідні значення:

Корисне зусилля:

$$P = 6 \text{ кН} = 6 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

Робочий тиск циліндра:

$$p = 8.0 \text{ МПа} = 8 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Довжина ходу циліндра:

$$l = 25 \text{ мм}$$

Для циліндра з однобічним штоком, що працює на стиск при виштовхуванні поршня, внутрішній діаметр:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi(p/\psi)\eta_M}}$$

де: P – задане робоче зусилля, Н; p – тиск відповідно в напірній і зливальній порожнинах гідроциліндра, Па; ψ – відношення площ поршня з боку відповідно поршневої і штокової порожнин, η_M – механічний ККД гідроциліндра.

Приймаємо:

$$p = 8.0 \text{ МПа} = 8 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Коефіцієнт відношення площ у залежності від виконання циліндра може приймати різні значення. Приймаємо коефіцієнт для нормального діаметру штока:

$$\psi = 1.33$$

Механічний ККД гідроциліндра залежить від виду застосовуваних ущільнень. Вибираємо значення для манжетних ущільнень:

$$\eta_M = 0.95$$

Отже, внутрішній діаметр другого гідроциліндра:

$$D_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi(p/\psi)\eta_M}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6000}{3.14(8000000/1,33)0.95}} = 0.036 \text{ м}$$

					МА7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

Округляємо до найближчого стандартного значення [11]:

$$D_2 = 0.036 \text{ м} = 40 \text{ мм}$$

Діаметр штока визначаємо із співвідношення:

$$d_2 = D_2 \sqrt{1 - \frac{1}{\psi}} = 0.040 \sqrt{1 - \frac{1}{1.33}} = 0.0199 \text{ м}$$

Округляємо до найближчого стандартного значення [11]:

$$d_2 = 0.020 \text{ м} = 20 \text{ мм}$$

В: Визначення розмірів отворів, що підводять рідину:

$$d_{\pi} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v_p}}$$

де: Q – витрата рідини через прохідний отвір, $\text{м}^3 / \text{с}$; v_p – середня швидкість руху рідини, $\text{м} / \text{с}$. Середню швидкість прямикування рідини приймаємо рівною

$$v_p = 5 \text{ м/с.}$$

Для першого циліндра:

$$d_{\pi} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v_p}} = \sqrt{\frac{4\pi D^2 v_{\text{шп}}}{4\pi v_p}} = \sqrt{\frac{0.032^2 \cdot 5}{5 \cdot 60}} = 0.004 \text{ м}$$

Округляємо до найближчого стандартного значення [11]

$$d_{\pi} = 0.006 \text{ м} = 6 \text{ мм}$$

Для другого циліндра:

$$d_{\pi} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v_p}} = \sqrt{\frac{4\pi D^2 v_{\text{шп}}}{4\pi v_p}} = \sqrt{\frac{0.040^2 \cdot 5}{5 \cdot 60}} = 0.005 \text{ м}$$

Округляємо до найближчого стандартного значення [11]

$$d_{\pi_d} = 0.006 \text{ мм} = 6 \text{ мм}$$

Г: Вибір робочої рідини:

Масло Mobil Nuto H46 призначене для індустріальної та автомобільної техніки. Воно представляє собою гідравлічну рідину, яка має високі протизносні властивості. Створене на основі високоякісних масел і спеціально підібраних систем присадок, внаслідок чого має багато необхідних особливостей, які покращують експлуатаційні характеристики обладнання і збільшують термін його служби. Також дане масло має велику стійкість до окислення та хімічно стійке. Більше даних про масло Mobil Nuto H46 розглянуто у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Характеристики масла Mobil Nuto H46

Типові характеристики	Величина
Температура спалаху	226°C
Температура застигання	-24°C
Кінематична в'язкість при 100°C	6.7 мм ² /с
Кінематична в'язкість при 40°C	46 мм ² /с
Стабільність після окислення протягом 100 годин	0.6 мг КОН на 1 г рідини
Клас в'язкості ISO	46
Густина при 20°C	0.876 г/см ³
Індекс в'язкості	104

2.3.2. Визначення витрат і тисків в гідроциліндрах [11].

А: Визначення витрат [11]:

Витрати розраховують після визначення конструктивних розмірів гідродвигунів на підставі заданих швидкостей руху.

Для гідроциліндра споживана витрата при роботі штока на виштовхування:

$$Q_{pi} = F_{1i} v_{1i}$$

при роботі штока на втягування:[11]

$$Q_{\text{шi}} = F_{2i} v_{2i}$$

де: F_{1i} і F_{2i} - площі поршня відповідно з боку поршневої і штокової порожнини основного або допоміжного гідроциліндра; v_{1i} і v_{2i} - відповідні швидкості руху поршня.

Площі поршня і штока визначають по округленим до стандартних значенням діаметрів[11]

$$F_{1i} = \frac{\pi D_i^2}{4}; \quad F_{2i} = \frac{\pi(D_i^2 - d_i^2)}{4}$$

Площа поршневої порожнини першого циліндра [11]:

$$F_1 = \frac{\pi D_1^2}{4} = \frac{\pi \cdot 32^2}{4} = 803,8 \text{ мм}^2 = 0.00080 \text{ м}^2$$

Площа штокової порожнини першого циліндра [11]:

$$f_1 = \frac{\pi(D_1^2 - d_1^2)}{4} = \frac{\pi(32^2 - 20^2)}{4} = 489,8 \text{ мм}^2 = 0.00048 \text{ м}^2$$

Площа поршневої порожнини другого циліндра [11]:

$$F_2 = \frac{\pi D_1^2}{4} = \frac{\pi \cdot 40^2}{4} = 1256 \text{ мм}^2 = 0.00125 \text{ м}^2$$

Площа штокової порожнини другого циліндра [11]:

$$f_2 = \frac{\pi(D_1^2 - d_1^2)}{4} = \frac{\pi(40^2 - 20^2)}{4} = 942 \text{ мм}^2 = 0.00094 \text{ м}^2$$

Визначаємо витрату при роботі штока першого циліндра на виштовхування [11]:

$$v_1 = 30 \text{ м/хв}$$

$$Q_1 = F_1 v_1 = 30 \cdot 0.00080 \text{ м}^2 \cdot 1000 = 24 \frac{\text{л}}{\text{хв}}$$

Визначаємо витрату при роботі штока першого циліндра на втягування [11]:

$$Q_1 = F_1 v_1 = 30 \cdot 0.00048 \text{ м}^2 \cdot 1000 = 14,4 \frac{\text{л}}{\text{хв}}$$

Визначаємо витрату при роботі штока другого циліндра на виштовхування [11]:

					МА 7114. ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

$$v_2 = 30 \text{ м/хв}$$

$$Q_2 = F_2 v_2 = 30 \cdot 0.00125 \text{ м}^2 \cdot 1000 = 37,5 \frac{\text{л}}{\text{хв}}$$

Визначаємо витрату при роботі штока другого циліндра на втягування [11]:

$$Q_2 = F_2 v_2 = 30 \cdot 0.0094 \text{ м}^2 \cdot 1000 = 28,2 \frac{\text{л}}{\text{хв}}$$

Б: Визначення тисків [11]:

Перепад тисків в порожнинах гідроциліндрів $\Delta p_{\text{ц}}$ визначається навантаженням на шток і механічними втратами:

Тиск в робочій порожнині при виштовхуванні штока першого циліндра:

$$p_{1\text{вш}} = \frac{P_1}{F_{1\text{д}} \cdot \eta_M} + \frac{p_{\text{зл}}}{\psi} = \frac{4000}{0.00080 \cdot 0.95} + \frac{8000000}{1,03} = 13 \text{ МПа}$$

Тиск в робочій порожнині при втягуванні штока першого циліндра:

$$p_{1\text{вт}} = \left(\frac{P_1}{f_1 \cdot \eta_M} + p_{\text{зл}} \right) \psi = \left(\frac{4000}{0.00048 \cdot 0.95} + 8000000 \right) \cdot 1,03 = 17,2 \text{ МПа}$$

Тиск в робочій порожнині при виштовхуванні штока другого циліндра:

$$p_{2\text{вш}} = \frac{P_1}{F_{1\text{д}} \cdot \eta_M} + \frac{p_{\text{зл}}}{\psi} = \frac{6000}{0.00125 \cdot 0.95} + \frac{8000000}{1} = 13 \text{ МПа}$$

Тиск в робочій порожнині при втягуванні штока першого циліндра:

$$p_{2\text{вт}} = \left(\frac{P_1}{f_1 \cdot \eta_M} + p_{\text{зл}} \right) \psi = \left(\frac{6000}{0.00094 \cdot 0.95} + 8000000 \right) \cdot 1 = 14,9 \text{ МПа}$$

В: Вибір насоса [11]:

Відповідно до даних, які були виведені та розраховані вище, обираємо насос компанії Rexroth PGF2-2X/011RE01VE4 (рис. 2.5) [12].



Рисунок 2.5. Насос компанії Rexroth PGF2-2X/011RE01VE4.

Характеристика насосу:

тиск номінальний $P=250$ бар;

витрата $31,9$ л/хв;

об'єм робочої камери $q=22$ см³.

2.3.3. Гідравлічний розрахунок [11].

А: Визначення втрат на гідравлічне тертя [11]:

Внутрішній діаметр труб напірних і зливної лінії [11]

$$d_T = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_T}{\pi \cdot v_{cp}}}$$

де: Q_T – витрата рідини на ділянці, що розраховується, м³/с; v_{cp} – середня швидкість рідини, м/с

За прийнятим діаметром визначається дійсна швидкість рідини, м/с [11]:

$$v = \frac{4 \cdot Q_T}{\pi \cdot d_T^2}$$

Розрахунок діаметрів і швидкостей для трубопроводу, що відноситься до першого гідроциліндра [11]:

Беремо найбільшу витрату

$$Q_T = 61.5 \frac{\text{л}}{\text{хв}} = 0,001025 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Напірна лінія:

Середню швидкість рідини приймаємо:

					МА 7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

$$v = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Розраховуємо напірну лінію:

$$d_T = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_T}{\pi \cdot v_{cp}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,001025}{\pi \cdot 4}} = 0.01806 \text{ м}$$

Приводимо до стандартного значення [11]:

$$d_T = 20 \text{ мм} = 0.020 \text{ м}$$

Визначаємо дійсну швидкість рідини:

$$v_p = \frac{4 \cdot Q_T}{\pi \cdot d_T^2} = \frac{4 \cdot 0,001025}{\pi \cdot 0.020^2} = 3.264 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Визначаємо втрати на гідравлічне тертя:

$$\Delta p_T = \frac{0.5 \cdot \lambda \cdot l \cdot \rho \cdot v_p^2}{d_T}$$

де: λ – коефіцієнт тертя, l – довжина ходу основного циліндра, ρ – густина робочої рідини, d_T – внутрішній діаметр трубопроводу.

Розраховуємо втрати на гідравлічне тертя напірної лінії, що веде до першого гідроциліндра [11]:

Початкові дані:

Довжина трубопроводу нагнітальної лінії:

$$l_1 = 3.5 \text{ м}$$

Кінематична в'язкість робочої рідини:

$$\nu = 46 \frac{\text{мм}^2}{\text{с}} = 0.046 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{с}$$

Густина робочої рідини:

$$\rho = 876 \text{ кг/м}^3$$

Розраховуємо число Рейнольдса:

$$Re = \frac{v_p \cdot d_T}{\nu} = \frac{3.264 \cdot 0.020}{0.046 \cdot 10^{-3}} = 1419,1$$

Отже, при ламінарній течії рідини ($Re < 2300$), розраховуємо коефіцієнт тертя λ наступним чином:

					МА7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

$$\lambda = \frac{75}{Re} = \frac{75}{1419,1} = 0.0528$$

Втрати на гідравлічне тертя

$$\Delta p_T = \frac{0.5 \cdot 0.0528 \cdot 2.5 \cdot 876 \cdot 3.264^2}{0.020} = 0.030 \text{ МПа}$$

Зливна лінія:

Внутрішній діаметр труб напірних і зливної ліній [11]:

$$d_T = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_T}{\pi \cdot v_{cp}}}$$

де: Q_T – витрата рідини на ділянці, що розраховується, $\text{м}^3/\text{с}$; v_{cp} – середня швидкість рідини, $\text{м}/\text{с}$

За прийнятим діаметром визначається дійна швидкість рідини, $\text{м}/\text{с}$:

$$v = \frac{4 \cdot Q_T}{\pi \cdot d_T^2}$$

Розрахунок діаметрів і швидкостей для трубопроводу, що відноситься до першого гідроциліндра [11]:

Беремо найбільшу витрату

$$Q_T = 42,6 \frac{\text{л}}{\text{хв}} = 0,00071 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Середню швидкість рідини приймаємо:

$$v = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Розраховуємо зливну лінію:

$$d_T = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_T}{\pi \cdot v_{cp}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00071}{\pi \cdot 2}} = 0.02126 \text{ м}$$

Приводимо до стандартного значення [11]:

$$d_T = 25 \text{ мм} = 0.025 \text{ м}$$

Визначаємо дійсну швидкість рідини:

$$v_p = \frac{4 \cdot Q_T}{\pi \cdot d_T^2} = \frac{4 \cdot 0,00071}{\pi \cdot 0.025^2} = 1.447 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

					МА7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

Визначаємо втрати на гідравлічне тертя:

$$\Delta p_T = \frac{0.5 \cdot \lambda \cdot l \cdot \rho \cdot v_p^2}{d_T}$$

де λ – коефіцієнт тертя, l – довжина ходу основного циліндра, ρ – густина робочої рідини, d_T – внутрішній діаметр трубопроводу.

Розраховуємо втрати на гідравлічне тертя зливної лінії, що веде до основного гідроциліндра [11]:

Початкові дані:

Довжина трубопроводу нагнітальної лінії

$$l_1 = 2.5 \text{ м}$$

Кінематична в'язкість робочої рідини

$$\nu = 46 \frac{\text{мм}^2}{\text{с}} = 0.046 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{с}$$

Густина робочої рідини

$$\rho = 876 \text{ кг/м}^3$$

Розраховуємо число Рейнольдса:

$$Re = \frac{v_p \cdot d_T}{\nu} = \frac{1.447 \cdot 0.025}{0.046 \cdot 10^{-3}} = 786,4$$

Отже, при ламінарній течії рідини ($Re < 2300$) розраховуємо коефіцієнт тертя λ наступним чином:

$$\lambda = \frac{75}{Re} = \frac{75}{786,4} = 0.0953$$

Втрати на гідравлічне тертя:

$$\Delta p_T = \frac{0.5 \cdot 0.0953 \cdot 2.5 \cdot 876 \cdot 1.447^2}{0.025} = 0.008 \text{ МПа}$$

2.3.4. Розрахунок втрат на місцевих опорах [11].

Втрати на місцевих опорах визначаються за формулою [11]:

$$\Delta p_M = 0.5 \rho (\xi_1 + \xi_2 + \dots + \xi_n) v_p^2$$

де: ξ – коефіцієнт місцевого опору.

Розраховуємо втрати в напірній лінії

					МА 7114. ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

Дійсна швидкість рідини:

$$v_p = 3.264 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Враховуючи опір 7 колін ($\xi = 0,13$) та раптового розширення (вхід у гідроциліндр [$\xi = 0.85$])

$$\Delta p_M = (7 \cdot 0,13 + 0.85) \cdot 0.5 \cdot \rho \cdot v_p^2 = 1.76 \cdot 0.5 \cdot 876 \cdot 3.264^2 = 0.0082 \text{ МПа}$$

Розраховуємо втрати в зливній лінії [11]:

Дійсна швидкість рідини:

$$v_p = 1.447 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Враховуючи опір 7 колін ($\xi = 0.13$) та опір від раптового звуження (вихід з гідроциліндра [$\xi = 0.6$]) та опір трійника ($\xi = 2$)

$$\Delta p_M = (5 \cdot 2 + 2 + 0.6) \cdot 0.5 \cdot \rho \cdot v_p^2 = 12.6 \cdot 0.5 \cdot 876 \cdot 1.447^2 = 0.0115 \text{ МПа}$$

2.3.5. Розрахунок втрат в гідроапаратах [11].

Втрати на гідроапаратах визначаються за допомогою графіків, які приведені в документації обладнання.

Розрахуємо втрати на напірній лінії першого циліндра. На лінії знаходяться гідроапарати V02, V05, V34, гідророзподільник, редукційний клапан. При витраті 24 л/хв

$$\Delta p_T = 0.18 + 2 + 0.63 + 0.3 + 0.63 = 3.74 \text{ МПа}$$

Рохрахуємо втрати на зливній лінії першого циліндра. На лінії знаходяться гідроапарати дросель, гідророзподільник, зворотній клапан

$$\Delta p_T = 0.2 + 0.3 + 2 = 2,5 \text{ МПа}$$

Розрахуємо втрати на напірній лінії другого циліндра. На лінії знаходяться гідроапарати V02, V05, V34,. При витраті 37.5 л/хв

$$\Delta p_T = 0.18 + 2 + 0.3 = 2.48 \text{ МПа}$$

Рохрахуємо втрати на зливній лінії другого циліндра. На лінії знаходяться гідроапарати дросель, гідророзподільник, зворотній клапан

$$\Delta p_T = 0.2 + 0.3 + 2 = 2,5 \text{ МПа}$$

					МА7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

2.3.6. Визначення сумарних втрат тиску [11].

Визначаємо сумарні втрати тиску в напірній лінії основного циліндра:

$$\Delta p = \Delta p_T + \Delta p_M + \Delta p_\Gamma = 0.030 + 0.0082 + 3.74 = 3.77 \text{ МПа}$$

Визначаємо сумарні втрати тиску в зливній лінії основного циліндра:

$$\Delta p = \Delta p_T + \Delta p_M + \Delta p_\Gamma = 0.008 + 0.0115 + 2,5 = 2.51 \text{ МПа}$$

Визначаємо сумарні втрати тиску в напірній лінії допоміжного циліндра:

$$\Delta p = \Delta p_T + \Delta p_M + \Delta p_\Gamma = 0.030 + 0.0082 + 2.48 = 2.518 \text{ МПа}$$

Визначаємо сумарні втрати тиску в зливній лінії допоміжного циліндра:

$$\Delta p = \Delta p_T + \Delta p_M + \Delta p_\Gamma = 0.008 + 0.0115 + 2.5 = 2.519 \text{ МПа}$$

2.4. Підбір обладнання.

Циліндр гідравлічний HBZ500-25/20/25 BG1+2.003 (рис. 2.6):

максимальний робочий тиск: 500 бар;

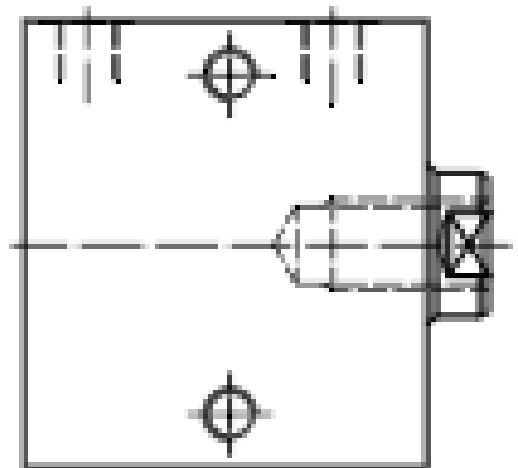
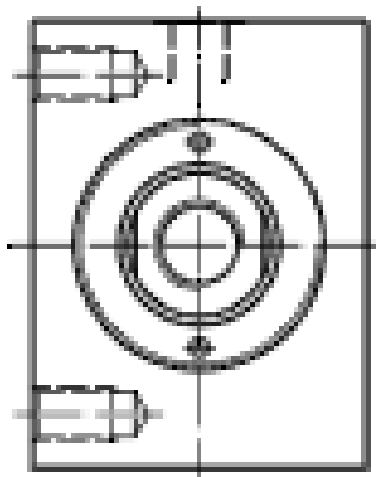
робочий тиск: 80 бар;

діаметр поршня: 25 мм;

діаметр штока: 20 мм;

хід циліндра: 25 мм;

швидкість руху поршня: 0.5 м/с.



Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата

МА7114.ДП14.00.00.ПЗ

Арк.

51

Рисунок 2.6. Циліндр гідравлічний HBZ500-25/20/25 BG1+2.003 [13].

Циліндр гідравлічний HBZ500-32/20/25 BG1+2.003 (рис. 2.7):

максимальний робочий тиск: 500 бар;

робочий тиск: 80 бар;

діаметр поршня: 32 мм;

діаметр штока: 20 мм;

хід циліндра: 25 мм;

швидкість руху поршня: 0.5 м/с;

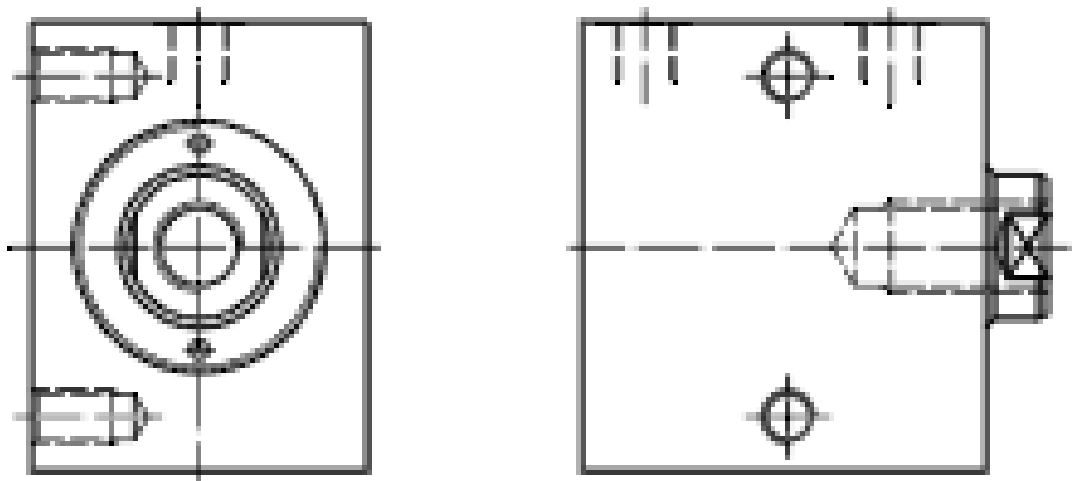


Рисунок 2.7. Циліндр гідравлічний HBZ500-32/20/25 BG1+2.003 [13].

Редукційний клапан тиску MVSPM18-160 (рис. 2.9):

робочий тиск – 400 бар;

номінальний тиск, діапазон – 63, 160, 350 бар (рис. 2.8);

діапазон витрати – 0...25 л/хв;

температурний діапазон – -25°C до +90°C:

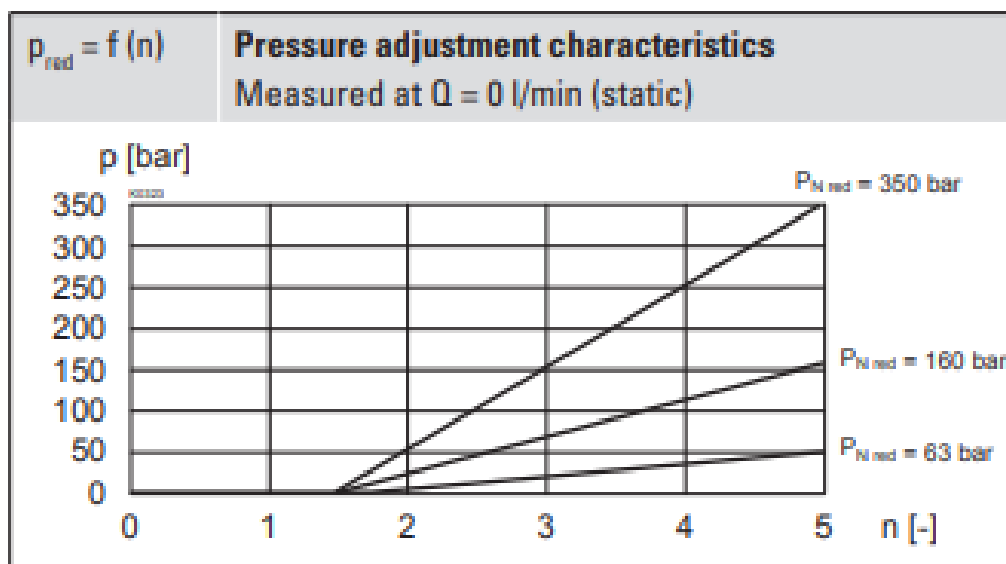


Рисунок 2.8. Номінальний тиск, діапазон редукційного клапану тиску MVSPM18-160.

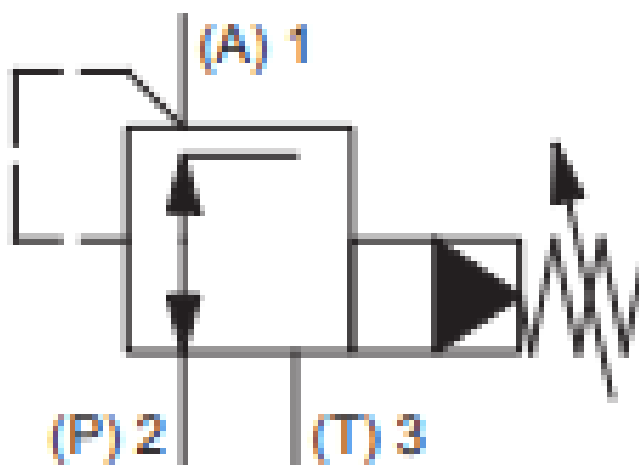


Рисунок 2.9. Редукційний клапан тиску MVSPM18-160 [14].

Розподільник PARKER D1W1CNJWL 24VDC, 8W (рис. 2.11):

максимальний витрата – 45 л/хв;

температура зовнішнього середовища – від -20°C до $+70^{\circ}\text{C}$;

вага – 1.5 кг;

напруга керування – 24 В;

максимальна допустима частота перемикання – 10000 Гц;

характеристика витрати (рис. 2.10):

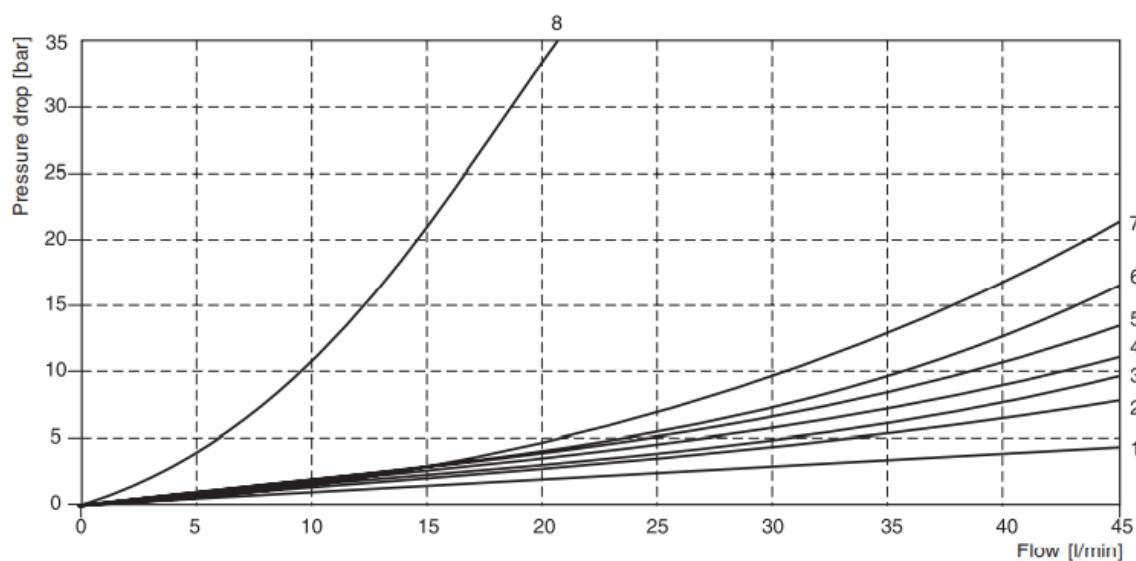


Рисунок 2.10. Характеристика витрати розподільника PARKER
D1W1CNJWL 24VDC, 8W



Рисунок 2.11. Розподільник PARKER D1W1CNJWL 24VDC, 8W [15].

Дросель зі зворотнім клапаном NCCBLCN (рис. 2.13):

максимальна витрата – 60 л/хв;

максимальний тиск – 345 бар (рис. 2.12);

вага – 0.14 кг;

температура навколишнього середовища - від -40 °С до +100 °С;

температура рідини - від -40 °С до +100 °С;

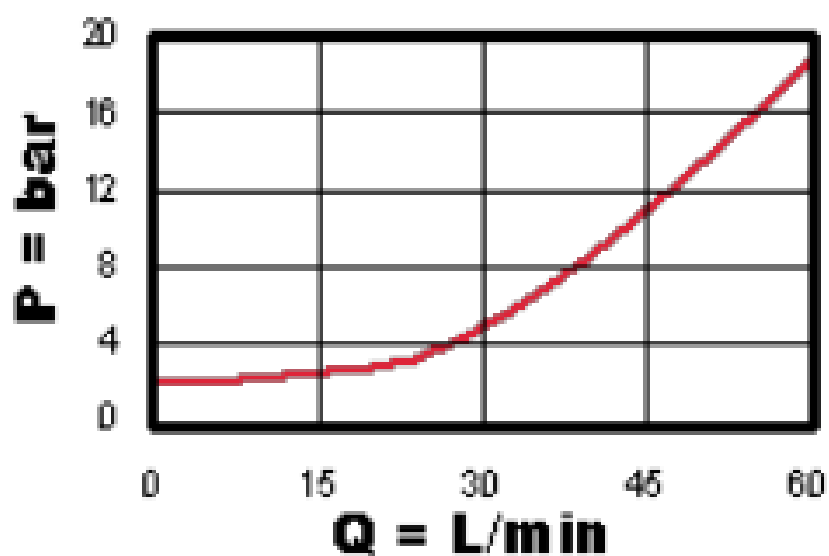


Рисунок 2.12. Максимальна витрата дроселю зі зворотнім клапаном NCCBLCN

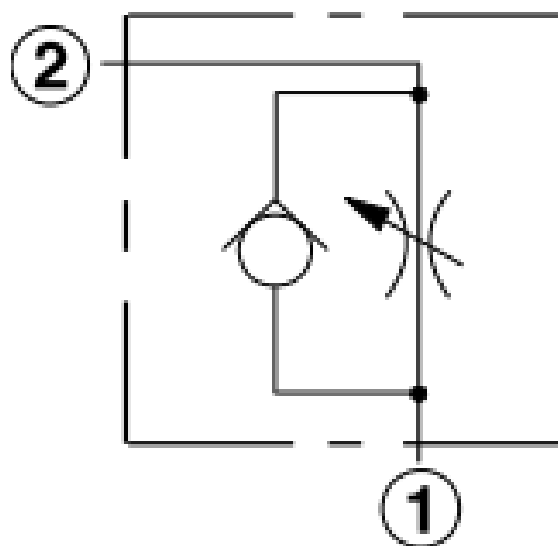


Рисунок 2.13. Дросель зі зворотнім клапаном NCCBLCN [16].

Розділ 3. Технологія машинобудування.

На сьогоднішній день велика увага приділяється інтенсифікації та підвищенню ефективності виробництва на базі упровадження досягнень науково-технічного прогресу. Провідна роль у вирішенні даної проблеми відводиться машинобудуванню. Перед цією галуззю поставлені наступні завдання: підвищення якості продукції та продуктивності праці та зниження питомої металоємкості машин та обладнання.

Саме тому технологічний процес виготовлення деталі має бути таким, щоб із найменшими витратами ресурсів забезпечити встановлений конструктором рівень якості.

У пояснювальній записці описані порядок і всі етапи розробки технологічного процесу виготовлення деталі «Поршень»:

- технологічний контроль якості кресленика;
- аналіз службового призначення деталі та умов її роботи у вузлі;
- вибір способу виготовлення заготовки та його технічне обґрунтування;
- визначення припусків та допусків аналоговим способом;
- призначення послідовності виконання операцій та проектування їх змісту;
- вибір устаткування та інструментів для кожної операції технологічного процесу;
- визначення елементів режимів різання аналоговим способом.

3.1. Технологічний контроль якості кресленика

При проектуванні технологічного процесу виготовлення деталі вихідним документом є її креслення. Технолог повинен проконтролювати робоче креслення деталі у відповідності до ДСТУ 3321:2003. У креслення входять відомості, необхідні для якісного виготовлення деталі, які дають повне уявлення про її конструкцію, а також усі проекції, розрізи, перерізи,

					МА 7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

Проаналізувавши креслення (рис.3.1), можна сказати, що на кресленні вказані всі розміри, необхідні для виготовлення деталі. Невказана шорсткість та шорсткість усіх поверхонь деталі позначена відповідно до ДСТУ ISO 4287:2012. Допуски та відхилення розмірів наведено відповідно до ДСТУ 2500-94.



Дана деталь має циліндричну зовнішню форму. Її можна віднести до класу спеціальних деталей. Деталь має західні фаски, канавки під на зовнішній циліндричній поверхні під манжетні ущільнення і канавку під гумове кільце ДСТУ ГОСТ 18829:2019. Посадочна поверхня Ø35H9 з'єднується зі штоком гідроциліндра

Невказані граничні відхилення виконані за ДСТУ ISO 286-1-2002.
Деталь і її конструктивно-технологічні елементи зображено на рис. 3.2.

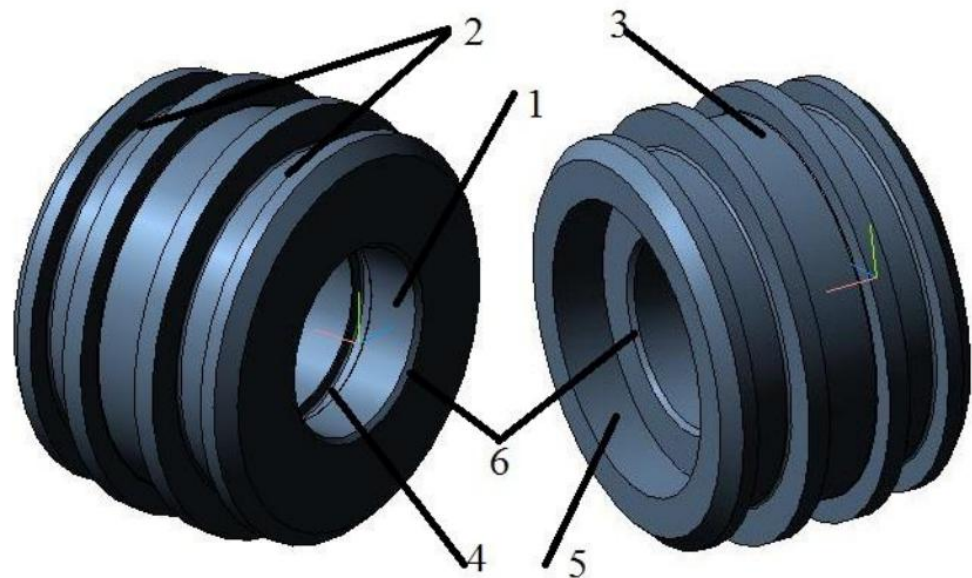


Рис. 3.2. Поршень гідроциліндра. Конструктивно-технологічні елементи: 1 – внутрішня циліндрична поверхня Ø35H9; 2 – канавка під манжетне ущільнення (2 шт.); 3 – канавка під направляючі півкільця; 4 – канавка підгумове кільце; 5 – розточка; 6 – фаски.

Поршень виготовляється із матеріалу Сталь 40Х. Сталь 40Х – це конструкційна легована сталь. Призначена для виробництва деталей підвищеної міцності. Продукція зі сталі 40Х виготовляється відповідно до вимог стандарту ДСТУ 7806:2015. Конструкційну леговану сталь марки 40Х використовують при виробництві деталей підвищеної міцності (осі, вали, вал- шестерні, плунжери, штоки, колінчаті і кулачкові вали, кільця, шпинделі, оправлення, рейки, губчаті вінці, болти, півосі, втулки та інші). Також хромисту сталь 40Х застосовують при виготовленні виробів куванням, холодним і гарячим штампуванням, сталевий прокат використовується при виробництві труб, ємностей та іншої продукції [17].

3.2. Технологічні операції.

					МА7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

Розробку технологічного процесу виготовлення деталі починають з вибору заготовки. Вибрати заготовку – означає визначити спосіб її отримання, розрахувати або підібрати за таблицями припуски на механічну обробку.

000. Заготівельна операція.

У якості заготовки обираю пруток Ø85 мм. ДСТУ 3953-2000 (рис. 3.3). спосіб різання приводними ножівками. Яким можна проводити різання круглого і профільного прокату діаметром до 300 мм. Ширина різання 1-3,5 мм., точність різання $\pm 2\text{мм}$ до $\pm 4,5\text{мм}$

Розрахунок припусків на механічну обробку наведено в таблиці 3.1 [19].

Таблиця 3.1.

Припуски на механічну обробку

		Rz, мкм	h, мкм	Δ , мкм	Σ , мкм
Якість поверхні прокату	Звичайна	160	250	250	660
Точність і якість прокату після різання	Різання приводними ножівками	200			200

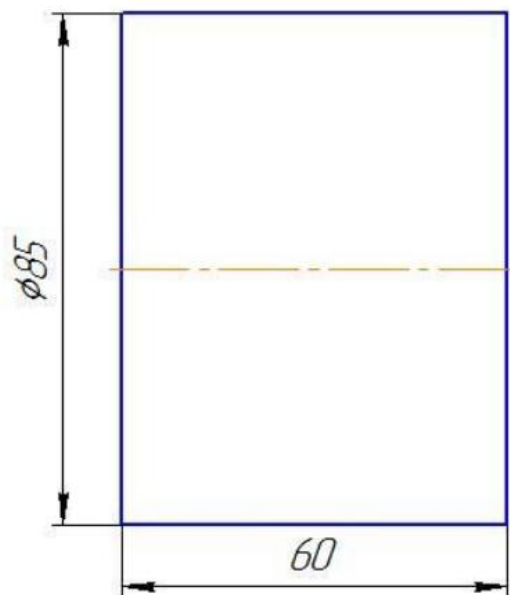


Рисунок 3.3 Розмір заготовки.

005. Сердлильна операція.

Формується внутрішня циліндрична поверхня поршня. Обробка відбувається на токарному верстаті з ЧПУ СМ1761Ф3. Інструмент – свердло Р6М5 d30 мм.

А. Встановити, закріпити, зняти

Просвердлити наскрізний отвір в розмір 1 (рис.3.4).

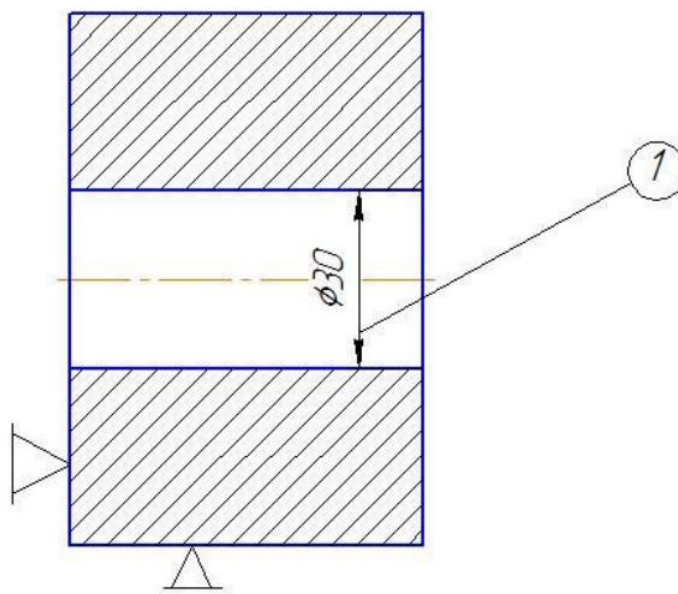


Рисунок 3.4 Операція 005.

					МА7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

Припуски на механічну обробку отворів наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Припуски на механічну обробку отворів

Спосіб обробки	Вид обробки	Квалітет	Rz, мкм	h,мкм	Δ,мкм	Σ , мкм
Свердління	Свердління спіральними свердлами	12	50	70	40	160

010. Токарна операція.

Обробляється внутрішня циліндрична поверхня поршня, яка буде сидати на шток та канавка під ущільнення. Обробка відбувається на токарному верстаті з ЧПУ СМ1761Ф3. Інструмент – різець розточний ВК8, різець підрізний 25х16х140 Т5К10.

А. Встановити, закріпити, зняти

- 10.01. Розточити в розмір 1 (рис. 3.5).
- 10.02. Виконати канавку за розмірами 2,3,4 (рис. 3.5).
- 10.03. Виконати зкруглення R2 та R5 (рис. 3.5).
- 10.04. Підрізати торець в розмір 5 (рис. 3.5).
- 10.05. Зняти фаску за розміром 6 (рис. 3.5).

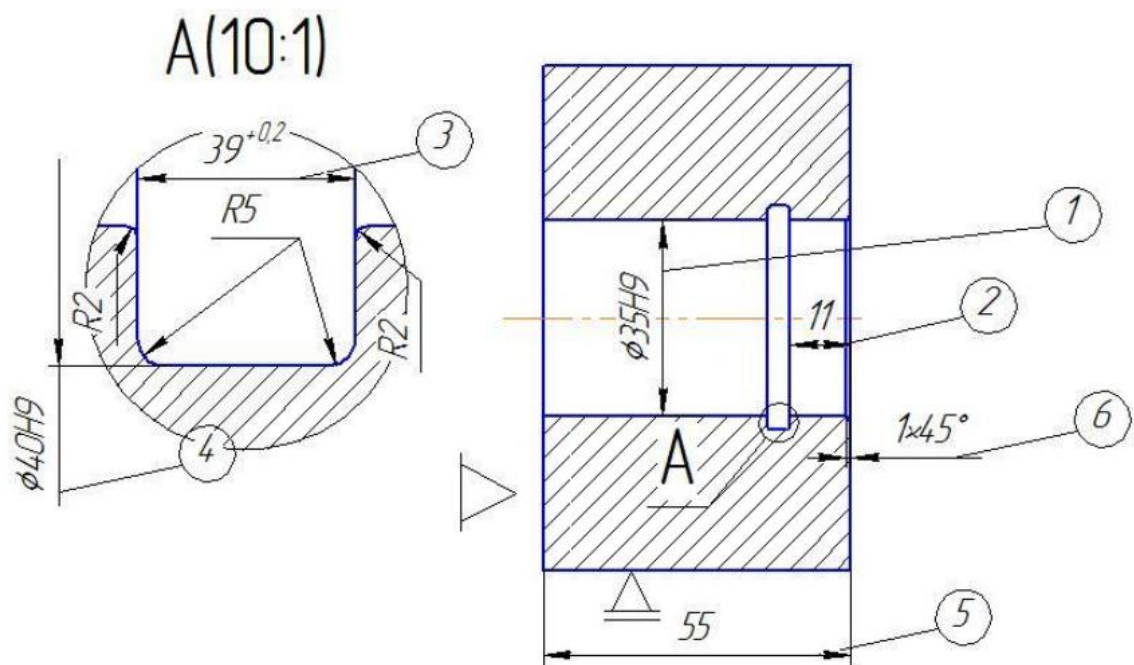


Рисунок 3.5 Операція 010.

Припуски на механічну обробку внутрішньої циліндричної поверхні наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3.

Припуски на механічну обробку внутрішньої циліндричної поверхні

Спосіб обробки	Вид обробки	Квалітет	Rz, мкм	h, мкм	Δ, мкм	Σ, мкм
Розточування різцями	Чорнове	12	40	50	50	140
	Чистове	11	32	30	30	122
	Однократне чистове	9	20	25	25	70
						332

015. Токарна операція.

Обробляється зовнішня циліндрична поверхня поршня та канавки під манжетні ущільнення і направляючі полукільця. Обробка відбувається на

Таблиця 3.4.

Точність і якість після механічної обробки зовнішньої циліндричної
поверхні

Спосіб обробки	Вид обробки	Квалітет	Rz, мкм	h, мкм	Δ , мкм	Σ , мкм
Обточування різцями	Чорнове	12	50	50	50	150
	Чистове	11	32	30	30	122
	Однократне чистове	9	20	20	20	60
						322

020. Токарна операція.

Обробка проводиться на токарному верстаті з ЧПУ СМ1761Ф3.

Інструмент – різець підрізний Т5К10, різець розточний ВК8.

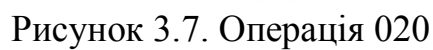
А. Встановити, закріпити, зняти

20.01. Підрізати в розмір 1 (рис. 3.7).

20.02. Проточити в розмір 2 (рис. 3.7).

20.03. Розточити в розміри 3,4 (рис. 3.7).

20.04. Зняти фаски в розміри 5,6 (рис. 3.7).



Таблиця 3.5.

Спосіб обробки	Вид обробки	Квалітет	Rz, мкм	h, мкм	Δ, мкм	Σ, мкм
Підрізання торцевих поверхонь	Чорнове	14	100	100	100	300
	Напівчистове	12	50	50	50	150
						450
Обточування різцями	Чорнове	12	50	50	50	150
	Чистове	11	32	30	30	122
						272

Спосіб обробки	Вид обробки	Квалітет	Rz, мкм	h, мкм	Δ, мкм	Σ, мкм
Розточування різцями	Чорнове	12	40	50	50	140
	Чистове	11	20	20	20	60
						200

025. Контроль.

Під час цієї операції проводиться контроль відповідності виготовленої деталі вимогам, що зазначені на кресленні.

Інструмент:

- штангенциркуль ШЦ-I-300 0,1;
- нутромір НИ-18-50/150-0,01;
- мікрометр УТ-72305;
- індикатор годинникового типу ИЧ-10.

Висновок:

Основною метою даного розділу крім отримання навичок в розробці технологічного процесу деталі, виборі необхідних інструментів, виборі способу отримання деталі є розрахунок вартості інструментів, вартості заготовки а також вартість роботи. Тому підсумуємо все це у таблицях 3.6-3.8:

Таблиця 3.6.

Інструменти для технологічного процесу

Артикул	Назва	Кількість	Розміри (мм)	Ціна
SARA 10265 00003	Крокове свердло	2 шт.	D = 30 мм, L = 100 мм	49.50 · 2 = 99€
ATORN 323001 2025	різець розточний	2 шт.	d = 20 мм, L = 120 мм	230 · 2 = 460 €

					МА 7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						66
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

SARA 125101 0018	різець підрізний	2 шт.	D1 = 25 мм, L = 100 мм,	175 · 2 = 350 €
---------------------	---------------------	-------	----------------------------	--------------------

Таблиця 3.7.

Пристрої для вимірювання

Артикул	Назва	Кількість	Ціна
Mitutoyo 500203 030	Штангенциркуль	1	196 €
МИКРОТЕХ 131050100/2	Нутромір	1	98 €
YATO YT-72305	Мікрометр	1	44.92 €
TOOLSUA UA0010	Індикатор часового типу	1	20.91 €

Таблиця 3.8.

Час обробки деталей

Свердління	20.91 с
Розточуваннярізцями	15.35 с
Обточуваннярізцями	33,21 с
Підрізанняторцевих поверхонь	10.91 с
Обточуваннярізцями	21.35 с
Розточуваннярізцями	15.35 с

Для надійного та швидкого отримання потрібних матеріалів та інструментів, я вважаю, що найкращим вибором для доставки є компанія «Нова пошта». Вартість заготовки та її доставка розраховується на спеціальному калькуляторі, показаному на рис. 3.8:

Расчетная стоимость доставки

Итого: 51.00 ... 101.00грн *

Услуга

Сумма

В том числе НДС

Не теряй время

Стоимость перевозки 51.00 ... 101.00грн

Оформите заявку на вызов курьера

Оформите накладную для передачи отправления

• Адрес-Адрес

101.00 грн

• Адрес-Отделение

76.00 грн

• Отделение-Отделение

51.00 грн

• Отделение-Адрес

76.00 грн

Вызов курьера

Мобильное приложение

ИЛИ

В личном кабинете

Обратите внимание! При создании накладной с отправкой от адреса заявка на вызов курьера создается автоматически

* Окончательная стоимость перевозки может отличаться от рассчитанной

Сроки доставки

✓ Маршрут

Город-отправитель

Киев

Город-получатель

Киев

Вид отправления

Грузы

Места

Количество

Объявленная стоимость

Вес

Длина

Ширина

Высота

1

59.5 грн

2.67 кг

6

8.5

8.5 см

Добавить место

Услуга "Упаковка"

☐

Тарифы упаковок

Услуга "Подъем на этаж"

количество этажей

Лифт

☐

Услуга "Обратная доставка"

☐

Рассчитать стоимость

Очистить

Рисунок 3.8. Вартість заготовки та її доставка.

Розділ 4. Охорона праці.

Вступ

Охорона праці – є системою, що спрямована на збереження життя, здоров'я і працездатності працівників у процесі трудової діяльності, що включає в себе правові, соціально-економічні, організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні, лікувально-профілактичні, реабілітаційні та інші заходи [19].

Організація охорони праці на підприємстві є системою прав, обов'язків та повноважень, які спрямовані для дотримання безпечного рівня виробництва, правил та нормативних вимог, які регулюють питання найманої праці.

Відділ охорони праці відноситься до підрозділів підприємства, які є самостійними і залежать тільки від керівника або головного інженера. Він відповідає за безпечну і здорову роботу на підприємстві, попереджує нещасні випадки і захворювання персоналу. Основними задачами даного підрозділу є забезпечення безпечних та адекватних робочих умов, які будуть попереджати виникнення травм і захворювань на виробництві.

Тема дипломного проекту, за яким буде здійснюватися розділ охорони праці, звучить так: «Модернізація гідравлічної схеми установки для зміни піддонів «PAL-TRANSFER».

Характеристика приміщення, в якому знаходиться дане обладнання:

А. Назва приміщення: виробниче приміщення.

Б. Площа: 44,8 кв метра.

В. Роботи, які проходять в даному приміщенні: переміщення вантажу з дерев'яного піддона на пластиковий піддон.

У даному розділі будуть розглядатися небезпечні фактори та шкідливі чинники, які є або можуть виникнути при роботі з даним типом обладнання. Після проведення аналізу конструкції машини а також її технічних характеристик було виявлено ряд небезпечних факторів, а саме:

- механічна небезпека;

					МА 7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						69
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

- хімічна небезпека;
- пожежна небезпека.

4.1. Механічна небезпека

Механічна небезпека може виникнути внаслідок того, що обладнання має у своїй конструкції рухомі частини, які обертаються.

Заходи, які необхідно проводити, для забезпечення механічної безпеки (згідно з положенням директиви ЕС 2006/42/ЕС по машинному обладнанню для запобігання механічних небезпек):

- небезпечна зона роботи обладнання має бути відокремлена захисною огорожею;
- захисна огорожа має бути у висоту 1800 мм, відстань від підлоги до кромки захисної огорожі має дорівнювати 240 мм, відстань до наступної небезпечної зони має складати 850 мм;
- встановлення запобіжних фотоелектричних реле на підході до робочої зони обладнання для підведення/відведення піддону; при розриві світлового потоку обладнання повинно зупинятися (для запобігання випадкового потрапляння персоналу в робочу зону обладнання);
- світлові промені фотоелектричних реле мають бути розміщені на висоті 400 мм та 900 мм над підлогою;
- пульт управління має бути встановлений таким чином, щоб до кнопок неможливо було дотягнутися із небезпечної зони (відстань має становити мінімум 850 мм);
- оператор, що знаходиться за пультом управління, повинен бачити всю робочу зону машини зі свого робочого місця.

4.2. Хімічна небезпека

Хімічна небезпека може виникнути внаслідок того, що обладнання має у своїй конструкції речовини, які у процесі роботи можуть вилитися при

					МА 7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						70
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

неправильній експлуатації із машини у приміщення та потрапити на персонал.

У даному обладнанні використовується мастило Mobil Nuto H46. У складі цього мастила наявні такі хімічні речовини:

- 2,6-ДИ-ТРЕТ.БУТИЛФЕНОЛ;
- ЦИНК, БИС[О, О- БИС(2-ЭТИЛГЕКСИЛ) ФОСФОРДИТИОАТО-, KS,KS'] –, (Т-4).

2,6-ДИ-ТРЕТ.БУТИЛФЕНОЛ

Згідно з регламентом (ЕС) № 1272/2008 [ЕС-GHS (СТС)/CLP] є наступні типи небезпек та їх категорії:

- подразнення шкіри (Категорія 2);
- гостра (короткострокова) небезпека у водному середовищі (Категорія 1);
- хронічна (довгострокова) небезпека у водному середовищі (Категорія 1).

Гранично допустима концентрація даного елемента становить: 0.1<0.25%.

ЦИНК, БИС[О, О- БИС(2-ЭТИЛГЕКСИЛ) ФОСФОРДИТИОАТО-, KS,KS'] –, (Т-4)

Згідно з регламентом (ЕС) № 1272/2008 [ЕС-GHS (СТС)/CLP] [20] є наступні типи небезпек та їх категорії:

- пошкодження слизової оболонки ока (Категорія 1);
- гостра (короткострокова) небезпека у водному середовищі (Категорія 2);
- хронічна (довгострокова) небезпека у водному середовищі (Категорія 2).

Гранично допустима концентрація даного елемента становить: 0.1<1%.

Відповідно до рівнів небезпек та концентрації даних речовин у складі мастила, було введено такі запобіжні заходи:

					МА 7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						71
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

- при контакті зі шкірою дану ділянку необхідно вимити проточною теплою водою з милом;
- при потраплянні в очі необхідно ретельно промити їх проточною теплою водою протягом 10-15 хвилин (якщо протягом 1,5-2 години виникне роздратування, необхідно терміново звернутися за медичною допомогою);
- при потраплянні масла всередину (при ковтанні його) невідкладна допомога зазвичай не потрібна, потерпілий може випити достатню (1,5-2 л) питної води (у разі нездужання необхідно звернутися за медичною допомогою);
- при вдиханні парів масла необхідно вивести усіх постраждалих із приміщення, де є дія токсину. Особам, які допомагають постраждалим, необхідно уникати вдихання речовини шляхом використання засобів індивідуального захисту верхніх дихальних шляхів. При виникненні подразнення верхніх дихальних шляхів, запаморочення, нудоти або втрати свідомості, необхідно негайно звернутися за медичною допомогою. У разі зупинки дихання необхідно негайно викликати карету «Швидкої допомоги» із реанімаційною бригадою, а до приїзду медичного персоналу проводити реанімаційні заходи (серцево-легеневу реанімацію) шляхом механічної вентиляції легень за технікою штучного дихання «рот у рот» та непрямого масажу серця за допомогою компресії грудної клітини. Для забезпечення більшої ефективності допомоги краще встановити у приміщенні з обладнанням мобільний дефібрилятор;
- у разі виникнення будь-яких скарг, які виникли протягом певного часу після контакту із маслом, необхідно терміново звернутися за медичною допомогою.

4.3. Засоби індивідуального захисту

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) — захисні засоби, які використовуються для захисту тіла або частини тіла працівника під час праці. Виділяють декілька видів ЗІЗ: засоби захисту верхніх дихальних шляхів,

					МА 7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						72
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

засоби захисту рук, обличчя, очей, органів слуху, голови, спецодяг та спецвзуття. Виходячи із специфіки даного обладнання, для захисту персоналу потрібні будуть такі ЗІЗ:

- засоби захисту верхніх дихальних шляхів (респіраторний захист);
- захист очей;
- захист рук;
- захист тіла та шкіри.

Респіраторний захист: якщо у приміщенні технічними засобами не вдається підтримувати концентрацію зважених в повітрі забруднювачів на безпечному рівні, що гарантує достатній захист здоров'я робочих, необхідно використовувати засоби захисту верхніх дихальних шляхів. Для цієї мети може підійти респіратор. Вибір, використання і технічне обслуговування респіратора повинні відповідати нормативним вимогам. Для даного матеріалу слід розглянути використання респіраторів наступних типів:

- при звичайних умовах використання і достатній вентиляції будь-які особливі вимоги відсутні;
- при високій концентрації у повітрі токсичних речовин, я вважаю, що найкращим засобом захисту верхніх дихальних шляхів буде респіратор типу FFP2. Він зроблений із поліпропілену і поліізопрену, також у складі є алюміній і сталь (захищає в умовах роботи токсичного та канцерогенного пилу, наявності аерозолей, масла і води, термін використання – 6-8 годин);
- при недостатньому рівні вмісту кисню, незадовільних засобах оповіщення про зміст газів і парів або перевищенні номінальної пропускної здатності повітроочисного фільтра, необхідно використовувати респіратори із примусовою подачею повітря і балоном для автоматичного дихання. Із усіх видів респіраторів, на мою думку, практичними і безпечними будуть ізолюючі автономні респіратори (із закритим або відкритим контуром).

Захист рук: за нормальних умов використання, захист не потрібен. У випадках, коли можливий контакт шкіри із маслом, необхідно керуватися наступними даними при виборі засобу індивідуального захисту для рук:

					МА 7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						73
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

- матеріал: нитрилова гума;
- мінімальна товщина шару: 0.11 мм;
- час порушення цілісності: 480 хв;
- протестовані матеріали: KCL 741 Dermatril.

Користуючись цими даними, мій вибір засобу індивідуального захисту для рук зупинився на нитрилових рукавичках Medicom. Нитрилові рукавички виготовлені з синтетичного каучуку, який не містить латекс і протеїни. Нитрил стійкий до широкого спектру хімікатів, розчинників, масел і змащувальних речовин. Нитрилові рукавички мають високу міцність на розрив і прокол, є еластичними, що дозволяє рукавичкам щільно прилягати до руки, забезпечуючи зручність, підвищену гнучкість і при цьому свободу рухів. Ергономічні властивості цих рукавичок значно знижують стомлюваність рук [21].

Захист очей: головним пріоритетом є захист очей від потрапляння крапель масла на слизову оболонку ока. Я вважаю, що засобом індивідуального захисту очей підійдуть захисні окуляри Озон, виготовлені із полікарбонату. Вони мають простий дизайн, легкі, що забезпечує комфортне носіння та підійде будь-якій людині. Лінзи прозорі, мають спеціальне покриття проти подряпин, що забезпечує довгу експлуатацію. Конструкція окулярів забезпечує захист очей від потрапляння твердих та рідких частинок за рахунок широких бічних дужок. Через пряму вентиляцію не пітніють лінзи.

Захист шкіри і тіла: при нормальних умовах використання захист шкіри, як правило, не потрібен. У випадках, коли можливий контакт шкіри із маслом, необхідно забезпечити індивідуальний захист тіла працівника. Я вважаю, що для цього підійде будь-який комбінезон, який вкриває все тіло та пошитий із тканини, що не вбирає у себе масло.

					МА 7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						74
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

4.4. Пожежна безпека

У гідравлічній схемі даного обладнання використовується мастило Mobil Nuto H46. Дане мастило є пожежонебезпечною речовиною, яка у разі перегріву деталей, короткого замикання, іскріння в контактах, тривалих перевантажень може загорітися.

Данні по займистості даного мастила:

А. Температура спалаху – $>212^{\circ}\text{C}$ (414°F);

Б. Верхня/нижня межа займистості (наближений об'ємний % в повітрі):

- верхня межа займистості (ВМЗ) – 7 об.%;
- нижня межа займистості (НМЗ) – 0.9 об.%.

На основі цих даних про займистість мастила, а також урахуванням категорії приміщення та будівлі за вибухопожежною та пожежною небезпекою (Категорія Д – нижча), визначеної за Наказом від 15.06.2016 № 158 «Про прийняття національного стандарту ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», де стоїть дане обладнання, були прийняті такі протипожежні заходи:

- засоби для пожежогасіння;
- особливості, що є небезпечними у маслі;
- рекомендації у разі виникнення пожежі у приміщенні, де встановлене дане обладнання.

Беручи до уваги категорію приміщення, де стоїть дане обладнання, мають бути встановлені два вуглекислотних вогнегасники. Я вважаю, що більш оптимальним рішенням засобу для пожежогасіння є встановлення автоматичної системи для розпилення водяного туману. При наявності такої системи можна буде встановити лише один вуглекислотний вогнегасник. Таким чином протипожежна система буде більш досконалою за рахунок автоматизації, а у подальшому – економною, адже потрібно буде обслуговувати у такому разі лише один вогнегасник.

					МА 7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						75
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

Небезпечними продуктами горіння даного масла є альдегіди, продукти неповного згоряння, оксиди вуглецю, дим, пари та окиси сірки.

У разі виникнення пожежі у приміщенні, де встановлене дане обладнання, необхідно дотримуватися інструкції з пожежогасіння: Спершу потрібно провести евакуацію території. При гасінні пожежі водою будуть розведенні забруднюючі речовини, потрапляння яких не можна допускати у водостоки, каналізаційні колектори або джерела питної води. Пожежні повинні використовувати стандартне захисне індивідуальне обладнання, а у закритих приміщеннях – автономний дихальний апарат для захисту верхніх дихальних шляхів. Для гасіння пожежі необхідно використовувати системи для розпилення води з метою охолодження поверхонь, які зазнали впливу вогню.

Висновок:

Для забезпечення адекватної та безпечної роботи у приміщенні на виробництві, де працює обладнання для заміни піддонів «PAL-TRANSFER», необхідно притримуватися цих вище прописаних правил механічної, хімічної та пожежної безпеки, а також забезпечувати персонал на підприємстві засобами індивідуального захисту. Це буде гарантувати продуктивність та безпечність виробництва та запобігатиме виникненню надзвичайних ситуацій та травмуванню людей.

					МА 7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						76
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

Висновки

У даному дипломному проєкті розглядалося обладнання для зміни піддонів «PAL-TRANSFER», яке використовується на київському фармацевтичному заводі «Артеріум». Після проведення аналізу роботи установки, була виявлена некоректна робота гідравлічних циліндрів затискання пластикових піддонів, що призводило до періодичного випадання піддонів і, як наслідок, пошкодження готової продукції та збільшення тривалості заміни піддонів. Додатково було встановлено, що подібна проблема виникає також і на інших установках для зміни піддонів цієї серії даного виробника установки. В результаті було прийняте рішення щодо проведення модернізації установки для зміни піддонів шляхом внесення змін у принципову гідравлічну схему фіксатора для піддонів з відповідним обґрунтуванням та проведенням необхідних розрахунків.

Для модернізації провівся аналіз типових машин для заміни піддонів, а саме порівнялися їх переваги та недоліки для виробництва та процесу заміни піддонів. На основі технічної документації на установку для зміни піддонів «PAL-TRANSFER» було визначено особливості роботи гідравлічної системи та можливі причини незадовільної роботи гідравлічних циліндрів затискання піддонів. На базі існуючої гідравлічної схеми були запропоновані зміни в гідравлічній частині керування гідроциліндрами затискання піддонів, що дозволило не тільки надійно фіксувати піддони, а й позиціонування їх в одній й тій самій точці, незалежно від початкової установки піддонів оператором. Для підбору необхідного гідравлічного обладнання при проведенні модернізації було виконано гідравлічний розрахунок гідросистеми на основі вихідних даних з технічної документації.

Додатково в роботі було виконано розробку технологічного процесу виготовлення поршня гідравлічного циліндру затискання піддонів, а також доповнено розділом з охорони праці, в якому були запропоновані правила безпечної експлуатації установки для зміни піддонів.

					МА 7114.ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						77
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

Список використаних джерел

1. Устройства замены паллет [Электронный ресурс] // ООО «РИА «Р.О.С.С.БИЗНЕС», журнал «Склад и Техника». – 908. – Режим доступа до ресурсу: <https://sitmag.ru/article/10608-ustroystva-zameny-pallet>.
2. Устройство замены паллет TPQ20D D-series [Электронный ресурс] // DirectIndustry By VirtualExpo Group. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.directindustry.com.ru/prod/longhe-intelligent-equipment-manufacturing-co-ltd/product-223441-2302813.html>.
3. Toppy Ph Advance [Электронный ресурс] // INTEGRATOR © 2017-2021. – 2019. – Режим доступа до ресурсу: <https://integrator.kiev.ua/catalog/pallet-changing-machines/mobile-pallet-changers/toppy-ph-advance/>.
4. Toppy Easy Changer [Электронный ресурс] // INTEGRATOR © 2017-2021. – 2019. – Режим доступа до ресурсу: <https://integrator.kiev.ua/catalog/pallet-changing-machines/stationary-pallet-changers/toppy-ph-advance/>.
5. Гидравлическое устройство замены паллет [Электронный ресурс] // DirectIndustry By VirtualExpo Group. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.directindustry.com.ru/prod/shanghai-fhope-machinery-co-ltd/product-234715-2360052.html>.
6. Stationary Toppy Side Mover [Электронный ресурс] // INTEGRATOR © 2017-2021. – 2019. – Режим доступа до ресурсу: <https://integrator.kiev.ua/catalog/pallet-changing-machines/stationary-pallet-changers/stationary-toppy-side-mover/>.
7. Устройство замены паллет PW [Электронный ресурс] // DirectIndustry By VirtualExpo Group. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.directindustry.com.ru/prod/dynalserg-sl/product-200637-2258254.html>.

8. Неподвижное устройство замены паллет [Электронный ресурс] // DirectIndustry By VirtualExpo Group. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.directindustry.com.ru/prod/shanghai-fhope-machinery-co-ltd/product-234715-2359879.html>.

9. Der Umpalettierer PAL-TRANSFER [Электронный ресурс] // © NORTEC Automation GmbH – Режим доступа до ресурсу: <http://www.nortec-kiel.de/>.

10. Типовые схемы гидравлических приводов : учебно-методическое пособие к лабораторным занятиям для студентов технических специальностей высших учебных заведений / В. И. Глубокий, А. М. Якимович, И. В. Макаревич. – Минск : БНТУ, 2015. – 83 с. ISBN 978-985-550-515-1.

11. Буслов В. К. Методичні вказівки до курсового проекту за курсом "Проектування об'ємних гідроприводів" для студентів з фаху "Гідравлічні і пневматичні машини" / В. К. Буслов. – Київ: НТУУ "КПІ", 2008. – 80 с.

12. Internal gear pump [Электронный ресурс] // Bosch Rexroth AGIndustrial Hydraulics – Режим доступа до ресурсу: <https://dokumen.tips/reader/f/internal-gear-pump-type-pgf-fixed-bosch-rexroth-ag-integrated-valve-technology>.

13. Hydraulic Block Cylinder HBZ 500 [Электронный ресурс] // HEISS Hydraulik + Pneumatik GmbH. – 2013. – Режим доступа до ресурсу: https://www.heiss.de/sites/default/files/hbz500_en.pdf.

14. Pressure reducing valve [Электронный ресурс] // Wandfluh Hidraulics + Electronics. – 2018. – Режим доступа до ресурсу: https://www.wandfluh.com/fileadmin/user_upload/Wandfluh/Products/Component s/DataSheets/Englisch/2.2%20Pressure%20reducing%20valves/2_2_510_e.pdf.

15. Directional Control Valve Series D1VW 8 Watt [Электронный ресурс] // Parker Hannifin GmbH & Co. KG. – 2019. – Режим доступа до ресурсу: https://www.parker.com/literature/Literature%20Files/euro_hcd/new_web_page/pdf_2500uk/D1VW-8W.pdf.

					МА 7114. ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						79
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

16. Fully adjustable needle valve with reverse flow check [Електронний ресурс] // Sun Hydraulics LLC. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sunhydraulics.com/model/NCCB>.

17. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 656 с.

18. Харламов Г. А. Припуски на механическую обработку / Г. А. Харламов, А. С. Тарапанов. – Москва: Машиностроение, 2006. – 256 с.

29. Цуцков М.Є. Охорона праці // Велика медична енциклопедія: в 30 т. / Гл. ред. Б.В. Петровський. - 3 вид. - Москва: Радянська енциклопедія, 1982. - Т. 18. Остеопатия - Переломы. - 528 с. - 150 800 прим.

20. ОФИЦИАЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ Европейского Союза. // © ООО "СПЕЦИНТЕРПРОЕКТ". – 16. – С. 28.

21. Перчатки нитриловые Nitrilex basic Mercator Medical. [Електронний ресурс] // Panigarmonika. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://panigarmonika.com.ua/uk/nitrilovi/1005-rukavichki-nitrilovi-nitrilex-basic-mercator-medical-5906615125495.html>.

					МА 7114. ДП14.00.00.ПЗ	Арк.
						80
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		