

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

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри
Олександр ЛУГОВСЬКИЙ

“ ___ ” _____ 2023 р.

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

на тему: **Гідравлічний навантажувач маніпулятор**

Виконав: студент (-ка) 4 курсу, групи МА-91

Гуртовий Віталій Ігорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник: к.т.н., ст.викладач Костюк Дмитро Вікторович

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Консультант з охорони праці

(назва розділу)

ст.викл., к.т.н. Ковтун А.І.

(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 – 2023 рік

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Навчально-науковий 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

Олександр ЛУГОВСЬКИЙ _____
(підпис)

“ _____ ” _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Гуртовому Віталію Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Гідравлічний навантажувач маніпулятор

керівник проєкту: к.т.н., ст.викладач Костюк Дмитро Вікторович,

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

затверджена наказом по університету від “ 25 ” травня 2023 року № 1951-с

2. Термін подання студентом проєкту _____

3. Вихідні дані до проєкту: конструктивний тип реалізації проєкту, робочий тиск 30 МПа, швидкість руху циліндрів до 0,25м/с, робочий хід телескопічного циліндру 2 м, робочий хід циліндрів підйому 0,8 м.

4. Зміст пояснювальної записки : Розділ 1. Огляд існуючих маніпуляторів - навантажувачів. Розділ 2. Складання гідравлічної схеми. Розділ 3. Гідравлічний розрахунок. Розділ 4. Технологічний розділ. Розділ 5. Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів, презентацій тощо): пояснювальна записка, загальний вигляд системи, гідравлічна схема, розташування гідравлічних компонентів, складальне креслення телескопічного гідроциліндру, специфікація, креслення деталей «фланець», «гільза», «поршень», «шток».

6. Консультанти розділів проекту

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: 06.02.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Отримання завдання	06.02.2023 – 10.02.2023	виконав
2	Аналіз існуючих технічних рішень	13.02.23 – 25.02.2023	виконав
3	Складання принципової гідравлічної схеми	6.03.2023 – 24.03.2023	виконав
4	Проведення гідравлічних розрахунків	3.04.2023 – 21.04.2023	виконав
5	Виконання технологічного розділу	1.05.2023 – 19.05.2023	виконав
6	Виконання розділу охорони праці	29.04.2023 – 03.05.2023	виконав

Студент

_____ (підпис)

Керівник проекту

_____ (підпис)

Віталій ГУРТОВИЙ
(Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Дмитро КОСТЮК
(Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Анотація

Даний дипломний проєкт присвячений розробці гідравлічного маніпулятора навантажувача. Насамперед проведено глибокий аналіз конструкцій маніпуляторів, які використовуються в різних сферах та визначено їхні типи і особливості. Як результат проведеного аналізу, було запропоновано власне технічне рішення та визначено тип проектованої системи. Для визначення геометричних параметрів побудовано розрахункову схему маніпулятора – навантажувача. Після цього проведено гідравлічні розрахунки основних гідроциліндрів. Також для проектування було вибрано телескопічний гідроциліндр висування стріли. Наступним етапом розроблено технологію виготовлення поршня гідроциліндра, що проектується. В кінці розглянуто питання охорони праці, що передумовлені особливостями умов роботи з такою установкою.

Ключові слова: маніпулятор, навантажувач, гідравлічна система, телескопічний гідроциліндр.

Annotation

This diploma project is dedicated to the development of a hydraulic loader manipulator. First of all, a deep analysis of the designs of manipulators used in various fields is carried out and their types and features are determined. As a result of the analysis, the own technical solution was proposed and the type of the designed system was determined. To determine the geometric parameters, a design scheme of the manipulator - loader was created. After that hydraulic calculations of main hydraulic cylinders were performed. A telescopic extension hydraulic cylinder was also chosen for design. The next step is to develop the technology of manufacturing the piston of the hydraulic cylinder being designed. In the end, the issues of labor protection are considered, which are predetermined by the peculiarities of the working conditions with such system.

Key words: loader – manipulator, hydraulic system, telescopic cylinder.

**Пояснювальна записка
до дипломного проєкту**

на тему: Гідравлічний навантажувач-маніпулятор _____

Київ – 2023 рік

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ МАНІПУЛЯТОРІВ-НАВАНТАЖУВАЧІВ ...	11
1.1 Конструкції маніпуляторів-навантажувачів	11
1.2 Механічні маніпулятори.....	14
1.3 Електричні.....	15
1.3 Гідравлічні	17
1.3.1. Навісний навантажувач (тракторний гідравлічний маніпулятор) серії ГСТ -1000	17
1.3.2. Крани маніпулятори Z і L подібні.....	19
1.4 Вибір конструкції навантажувача маніпулятора	31
1.4.1 Принцип роботи гідравлічного навантажувача – маніпулятора.....	31
1.4.2 Конструкція базового крана-маніпулятора	32
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1	34
РОЗДІЛ 2. СКЛАДАННЯ ГІДРАВЛІЧНОЇ СХЕМИ	35
2.1 Огляд існуючих гідросхем підйомників	35
2.1.1 Гідросхема з установкою гідрозамка	35
2.1.2 Гідравлічна система синхронного ходу кількох гідроциліндрів за допомогою так званого "гідравлічного боуденівського троса»	36
2.1.3 Гідросистема з паралельним включенням розподільників	37
2.1.4 Гідравлічна система з диференціальним включенням циліндра	39
2.1.5 Гідросистема з використанням клапанів тиску для послідовного включення	40
2.1.6 Гідропривід з використанням подвійного гідрозамку	42
2.2 Складання гідравлічної схеми крана-маніпулятора	44
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2	45
РОЗДІЛ 3. ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК	46
3.1 Вибір робочої рідини	46
3.2 Вихідні дані для розрахунку	49

					<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб</i>		<i>Гуртовий В.І.</i>			<i>Гідравлічний навантажувач-маніпулятор</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Костяк Д.В.</i>					7	84
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

3.3	Визначення основних параметрів гідроциліндрів	50
3.3.1	Визначення розмірів основного гідроциліндру	50
3.3.2	Визначення розмірів допоміжного циліндра.....	52
3.3.3	Визначення тисків та витрат на гідродвигунах	53
3.4	Підбір гідроапаратів	56
3.5	Гідравлічний розрахунок трубопроводу	59
3.5.1	Визначення розмірів трубопроводів	59
3.5.2	Визначення втрат тиску на гідравлічне тертя	60
3.5.3	Визначення втрат тиску в місцевих опорах	62
3.5.4	Визначення втрат у гідроапаратах	63
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3		64
РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....		65
4.1.	Завдання на розробку.....	65
4.2.	Вибір матеріалу	66
4.3.	Вибір заготовки і її техніко-економічне обґрунтування.....	66
4.4.	Вибір типового технологічного процесу та типових схем обробки поверхонь	67
4.5.	Розробка маршрутного технологічного процесу.....	69
4.6.	Визначення режимів різання, норм часу, призначення ріжучого та мірального інструментів, пристосувань.	73
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4		74
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ		75
5.1	Правила техніки безпеки при роботі крана-маніпулятора	75
5.2	Правила пожежної безпеки	76
5.3.	Небезпека механічного пошкодження.....	78
5.4.	Небезпека підвищених шумів та вібрації	79
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 6		80
ВИСНОВКИ ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ.....		81
ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА		82

ВСТУП

Кран маніпулятор (скор. КМУ - крано-маніпуляторна установка) — один з різновидів пристроїв для підйому вантажів, кран вільного базування. Основними призначеннями є розвантажувальні та навантажувальні роботи, демонтажні та монтажні роботи на нульових і мінусових позначках. Функціонування крана-маніпулятора можливо тільки в складі з транспортної базою. Кран маніпулятор монтується на гусеничні або колісні транспортні засоби (базове шасі) і застосовується при виконанні технологічних і робочих операцій з різними вантажами. Вантажний транспортний засіб, оснащений краном маніпулятором, здатний виконувати 2 завдання: перевозити різні вантажі і виконувати роботу крана. КМУ має гідравлічний привід і телескопічну стрілу. При транспортуванні стріла компактно складена. [1]

Кран маніпулятор здатний перемістити вантаж в певне місце і в строго орієнтоване положення. Установка може розташовуватися як в передній частині за кабіною вантажівки, так і в задній частині кузова. Кузов вантажівки застосовується для транспортування вантажів. Один із напрямів підвищення ефективності використання кранів-маніпуляторів – одночасне переміщення кількох елементів стріли. Завдяки цьому на 40...50% зменшується час циклу роботи вантажопідйомної машини, зростає її продуктивність. Тому потрібна розробка математичних моделей сумісного руху ланок кранів-маніпуляторів.

Як правило, для стрілових кранів не передбачено їх переміщення з вантажем, розташованим на гаковій підвісці. Стосовно автомобільних кранів категорична заборона руху з вантажем обумовлена високою ймовірністю їх перекидання. Всі маніпуляції з вантажем здійснюються за рахунок повороту основи крана, зміни вильоту стріли та кута її нахилу (зміни кута схилу вантажного каната). Крани-маніпулятори, встановлені на автомобілях та лісовозах, також працюють тільки на додаткових опорах-аутригерах і не переміщуються разом із вантажем. У той же час є ряд транспортно-технологічних машин різного призначення, оснащених кранами-маніпуляторами, які пересуваються з підвішеним на гаку вантажем внаслідок

					<i>ДПО1.МА 9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

особливостей виконуваних ними технологічних операцій при виробництві робіт. Для них потрібна розробка спеціальних математичних моделей, що дозволяють провести аналіз динаміки таких кранів під час пересування з вантажем по стохастично нерівній поверхні.

Крани-маніпулятори в силу своєї конструкції мають складну кінематику та динаміку. У процесі роботи конфігурація стріли змінюється у межах. На відміну від кранів мостового типу, неможливо визначити найбільш небезпечне становище стріли, при якому в окремих елементах конструкції виникнуть граничні напруження або деформації. Тому для виявлення найгіршого варіанта конфігурації краново-маніпуляційної установки слід проводити серію розрахунків. Цей процес доцільно поєднати з пошуком оптимальної конструкції крана.

					<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ МАНІПУЛЯТОРІВ-НАВАНТАЖУВАЧІВ

1.1 Конструкції маніпуляторів-навантажувачів

Існує 4 типи джерел живлення для промислових маніпуляторів-навантажувачів:

- Пневматичні маніпулятори:

Пневматичні маніпулятори використовуються для великих навантажень.

Пневматичні маніпулятори часто використовуються в зонах АТЕХ, тому що вони мало схильні до ризику вибуху або пожежі.

- Гідравлічні маніпулятори:

Гідравлічні маніпулятори можуть витримувати більші навантаження, ніж інші маніпулятори, однак вони повільніші і менш точні.

- Електричні маніпулятори:

Електричні маніпулятори забезпечують кращу ергономіку та підвищену точність переміщення порівняно з іншими типами маніпуляторів.

Маніпулятори з електронним керуванням більш швидкі та точніші. Вони підходять для складних і повторюваних операцій.

Вони заборонені у зонах АТЕХ (Зони АТЕХ класифікуються відповідно до двох параметрів. Перший – це тип горючої речовини, яка може бути присутньою, пил або газ. Другий - період часу на рік, протягом якого в цій зоні може утворитися вибухонебезпечна атмосфера).

- Ручні маніпулятори:

Ручні маніпулятори забезпечують плавність рухів та високу точність позиціонування, однак їх швидкість обмежена, а вантажопідйомність нижча, ніж у гідравлічних маніпуляторів.

Різновиди маніпуляторів по конструкції:

- Ліктьовий (L - подібний) (рис.1.1)

					<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11



Рис. 1.1 – Конструкція ліктьового маніпулятора.

Ліктьові маніпулятори працюють швидше, але менш точно. Це потрібно враховувати під час роботи з особливо відповідальними вантажами. Але вони обмежені у повороті (радіус роботи навколо машини має обмеження). Тому, замовляючи ліктьовий маніпулятор, є шанс, що установка за кабіною вам не підходить, а установка ззаду кузова не дасть поміститися вантажу в кузові.

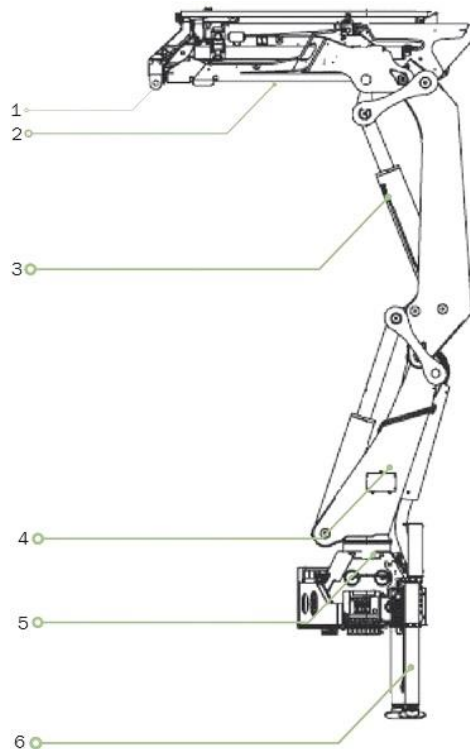


Рис. 1.2 – Схема роботи ліктьового крана-маніпулятора

- Тросовий (Z - подібний)

У тросових маніпуляторів таких недоліків немає. Єдиним недоліком тросового маніпулятора є швидкість. Він трохи поступається ліктьовому у швидкості

					<i>ДП01.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

роботи, але різниця не суттєва. А переваги є: Він може працювати на 360 градусів. Встановлюють тросовий маніпулятор виключно за кабіною, що дозволяє перевозити високі та довгі вантажі, що виступають за борт автомобіля. Тросовий маніпулятор працює набагато чіткіше, м'якше та точніше. Може опускати вантажі чітко по вертикалі на глибину.



Рис. 1.3 - Конструкція тросового маніпулятора.

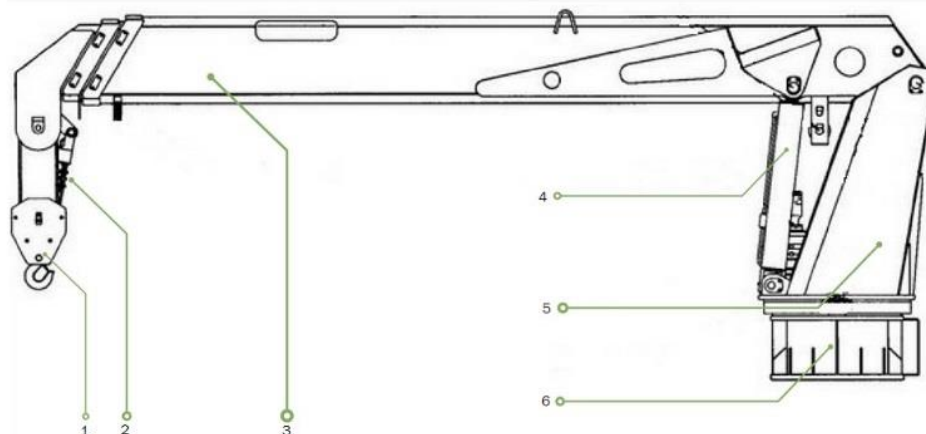


Рис. 1.4 - Схема роботи тросового крана-маніпулятора

За кількістю ланок крани-маніпуляторі розподіляються на дво- та триланкові [2]:

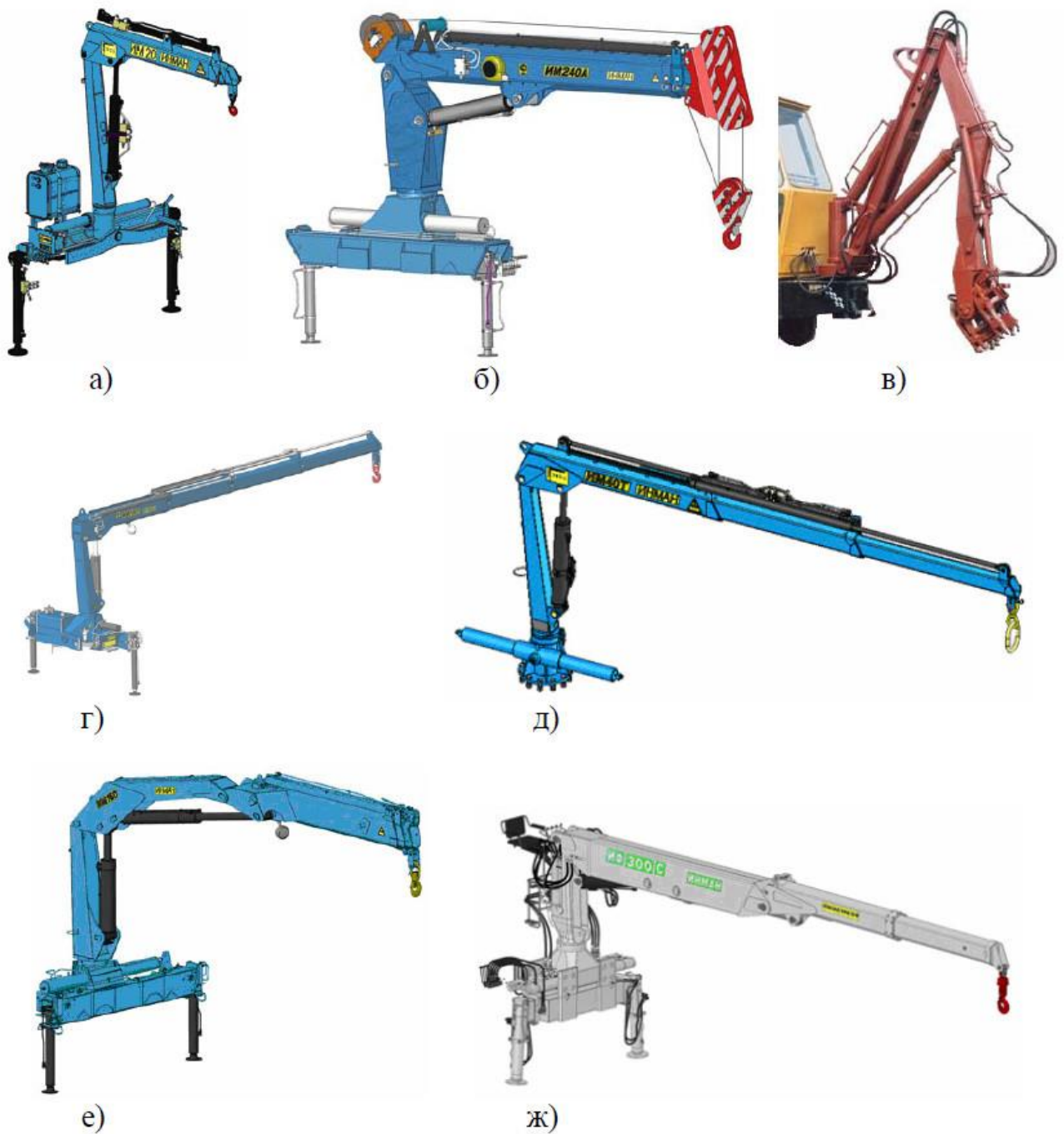


Рис. 1.5 - Конструкції кранів-маніпуляторів: а-д – дволанкові; е-ж – триланкові

1.2 Механічні маніпулятори

Залежно від виду систем керування розрізняють маніпулятори з ручним і автоматичним керування.

У маніпуляторах з ручним керуванням оператор, діючи на ланки механізму керування, приводить у рух ланки виконавчого механізму. У найпростіших випадках передавання руху здійснюється за посередництвом механічних ланок: зубчастих коліс, тросів, важелів тощо. У

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ

Арк.

14

цьому випадку граничні сили та переміщення виконавчого органу обмежені можливостями оператора. У разі потреби більшої потужності окремі ланки виконавчого механізму приводяться у рух приводами за сигналами, що виробляються оператором через пристрій керування.

1.3 Електричні

Кран поворотний з електроприводом, гаковою підвіскою та телескопічною стрілою, вантажопідйомністю до 2 тс з можливістю встановлення на борту автомобілю фірми Shandong Jndo Hoisting Equipmen «Піонер».[3]

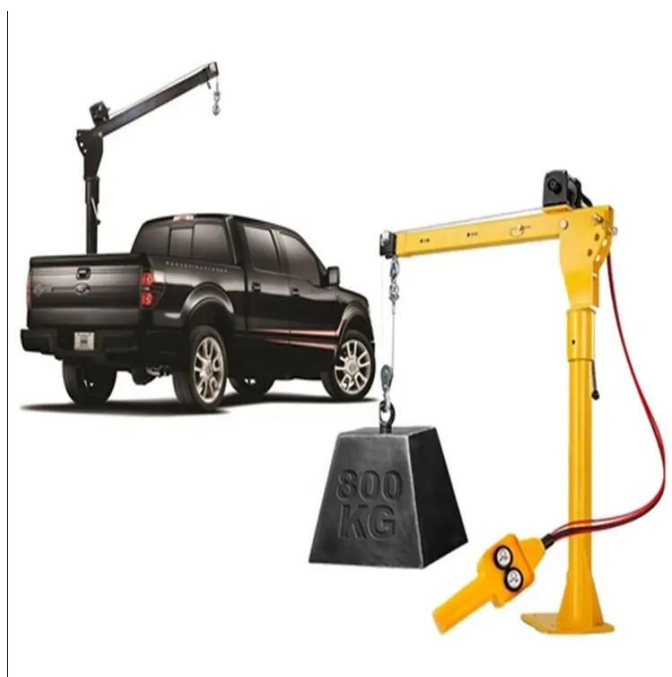


Рис. 1.6 - Кран рухомий стріловий «Піонер»

Основними функціями крана «Піонер» є підйом і переміщення різних за формою, габаритами та масою вантажів. Монтуватися такий кран може безпосередньо на землі, так і на платформах. Одна з основних переваг кранів цього типу - це можливість швидкого розбирання та переміщення

Основні складові конструкції такі: рама із міцного металу на колісному русі ,поворотна платформа, електричний привід, підйомна стріла з постійним вильотом стріли з додатковими механізмами, лебідка та автоматика.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПО1.МА 9103.00.00.00 ПЗ

Арк.

15

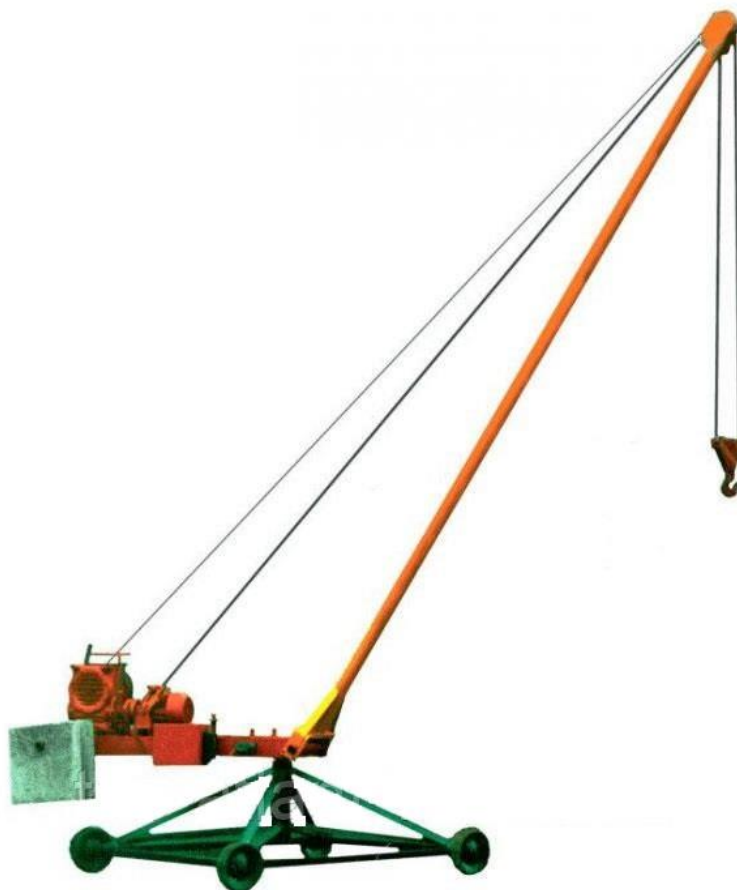


Рис. 1.7 - Кран поворотний з електроталлю фірми Jinteng Housting

Основні складові конструкції такі: рама із міцного металу, поворотна платформа, стріла з постійним вильотом, електричний привід лебідки та автоматика.



Рис.1.8 –Основні вузли крану Jinteng Housting.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ

Арк.

16

1.3 Гідравлічні

1.3.1. Навісний навантажувач (тракторний гідравлічний маніпулятор) серії ГСТ -1000

Навісний навантажувач (тракторний гідравлічний маніпулятор) серії ГСТ -1000 «Діапазон» розроблений і виготовляється для агрегування на трьох крапкову навішення сільськогосподарських тракторів потужністю від 30 кВт (≈ 40 л / с) до 220 кВт (≈ 300 л / с) [4].

Основна область застосування: навантаження-розвантаження добрив в мішках «Біг-Бег» в сільськогосподарському виробництві в польових і складських умовах.

Навантажувач (тракторний гідравлічний маніпулятор) ГСТм -1000 аналогічний базовій модифікації ГСТ-1000, з можливістю розширення функціональних можливостей, за рахунок агрегування спеціального навісного обладнання, що дозволяє використовувати його як екскаватор, грейферний навантажувач, вишку, а так само на операціях навантаження лісу, сіна в рулонах або тюках, силосу, сінажу, гною, мішків типу «Біг-Бег» та інше.

Навантажувач ГСТм -1000 «Діапазон» агрегується з тракторами, оснащеними трьох крапковими навісними пристроями (зчіпками) категорій 2 і 3 відповідно до ISO-730-1: 1994 і ASAE S217.11, а так же категорій 2W / 2 і 3N / 3 згідно ДСТУ ISO -730: 2013, що відповідає машинам з потужністю двигуна від 48 до 185 кВт.

Модернізована версія навантажувача ГСТм -1000 «Діапазон» дозволяє розширити сферу застосування і при використанні додаткових робочих органів використовувати його як:

- Екскаватор;
- Грейферний навантажувач;
- Навантажувач тюків сіна та соломи;
- Навантажувач силосу і гною;
- Лісовий навантажувач;

					<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- Підйомник для монтажних робіт;
- Гідробур.

Керування навантажувачом проводиться трактористом за допомогою гідравлічного розподільника розташованого на стойці з лівого боку маніпулятора. При необхідності його можна переводити в праве положення в залежності від схеми навантаження. Навішування навантажувача (тракторного гідравлічного маніпулятора) на трьох крапкове навішення трактора здійснюється трактористом (оператором) протягом 5-10 хвилин. Живлення гідравлічної системи навантажувача здійснюється від гідросистеми трактора через розривні муфти. При цьому трактор зберігає можливість буксирувати двовісний причіп вантажопідйомністю до 6т.



Рис. 1.9 - Навісний навантажувач (тракторний гідравлічний маніпулятор) серії ГСТ -1000

Табл. 1.1 – Характеристики маніпулятора ГСТ-1000

Характеристика	
Вантажопідйомність на повному вильоті стріли (кг)	1300
Висота (мм)	3.15
Довжина (мм)	1.9

Кут повороту вежі, (грд.)	160
Максимальна висота підйому вантажу (м)	6.5
Максимальний виліт стріли (м)	5.5
Необхідний тиск в гідросистемі трактора (бар)	160–180
Ширина (мм)	1.6
Маса агрегату (кг)	995

1.3.2. Крани маніпулятори Z і L подібні

Історична довідка про конструкції кранів-маніпуляторів

На зорі ери КМУ ідея створення крано-маніпуляторних установок виникла незалежно в країнах Західної Європи та в Японії, причому європейські конструктори спроектували маніпулятори з Z-подібною конструкцією, а L-подібні, що розглядаються нами, з'явилися вперше в Японії, а згодом випуск кранових установок такої конструкції налагодили південнокорейські та китайські виробники вантажопідйомної техніки. І зараз левова частка L-подібних кранів-маніпуляторів виробляється у країнах Азії. Велика частка у світовому виробництві телескопічних КМУ припадає на США, але американські крани-маніпулятори випускаються в основному для внутрішнього ринку і системно не експортуються.[5]

Кран маніпулятор являє собою поєднання транспортної та вантажної техніки, що виконує цілу низку корисних функцій. Переміщуючи вантажі з його допомогою, клієнту не потрібно замовляти кілька одиниць техніки, один маніпулятор впроваджується з навантаженням, перевезенням та вивантаженням об'єкта без залучення додаткової робочої сили. Робота сучасних маніпуляторів

переважно автоматизована і передбачає мінімальний вплив людського чинника на результат.

Тросова L-подібна



Рис. 1.10 - Тросова L-образна КМУ.

Зупинимося докладніше на видах КМУ та їх особливостях. Звичайно, насамперед маніпулятори відрізняються за торговими марками (виробниками) і на сьогоднішній день частка західних постачальників даного обладнання на нашому ринку переважає. Основними лідерами галузі є PALFINGER, PM, HIAB, FASSI, XCMG, EFFER та FERRARI. Техніка перелічених вище постачальників переважно *Z-подібного європейського типу* і більш адаптована до роботи з великими габаритними і негабаритними вантажами. Таку будову КМУ називають *шарнірно-зчленованою*.

Існує ще один вид маніпулятора на кшталт складання - *телескопічний*. Це *L-образні КМУ*, які більшою мірою популярні в Японії, США та Кореї. Вони характеризуються прямою телескопічною стрілою та мають захоплення у вигляді тросового гака. Виробниками таких установок є TADANO, NANSEI, KATO, UNIC, KANGLIM. Кожен із розглянутих видів має свої плюси та мінуси, але при сукупному розгляді гідравлічні шарнірно-зчленовані КМУ більш затребувані на практиці.

					ДПО1.МА 9103.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Гідравлічна Z-подібна КМУ



Рис. 1.11 - Гідравлічна Z-образна КМУ

Розглядаючи переваги тросових КМУ, виділимо: більш точне вертикальне переміщення, можливість опускати вантаж нижче рівня землі та переносити його через високі огорожі. До недоліків віднесемо відсутність компактності, так як функція складання не передбачена, утруднення роботи з великими габаритними вантажами та трудомісткість ремонту (заміни деталей).

Але Z-образні маніпулятори теж мають свої недоліки, серед яких відсутність можливості використовувати довгі стропи. Щодо переваг, то їх у порівнянні з L-образними КМУ набагато більше. Гідравлічні шарнірно-зчленовані маніпулятори більш мобільні та компактні, оскільки складаються під час транспортування вантажів. Вони набагато краще справляються з огорожами та парканами і можуть ефективніше працювати з великими габаритними вантажами. Ця техніка більш практична, проста в користуванні і надійна.

Z-подібні гідравлічні крани-маніпулятори від марки РМ. Цей відомий більше 60 років італійський бренд підйомних механізмів пропонує маніпулятор кран купити з діапазоном вантажопідйомності на мінімальному вильоті стріли від 0,99 до 21,84 тонн, у таких кранів конструкція без лебідки. Стріла крана має

					<i>ДПО1.МА 9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

шарнірно-зчленовану систему складання, на крайній стріловій секції крана, що обертається і змінює кут, в базовій комплектації закріплений гак для доставки на висоту багатотонних вантажів.

Перевага Z-подібних кранів – можна використовувати, крім гака, такі види захватів, як щелепний грейфер, вилковий, лісовий захват, люлька (робочий кошик як для автовишки, але такий спосіб застосування КМУ в Україні заборонено) та інші спеціальні види захватів. Перевага Z-подібних КМУ без лебідки – такі крани-маніпулятори відрізняються великими показниками г/п та горизонтального вильоту. Це прості в управлінні, надійні та компактні підйомні механізми, що мають чудові експлуатаційні та сервісні характеристики. У сучасному модельному ряду РМ пропонуються крано-маніпуляторні установки, у яких стріла в початкових секціях має шарнірне з'єднання, а далі секції стріли мають телескопічний спосіб висування. Така комбінована конструкція стріли дозволяє домогтися одночасного отримання переваг як тросових, так і шарнірно-зчленованих кранів-маніпуляторів.

L-подібна конструкція КМУ [6]

Як відомо, кранові гідроманіпулятори класифікуються за різними ознаками. Одна з найпопулярніших класифікацій – за типом конструкції. Відповідно до неї існують «L» та «Z» образні КМУ.

Назва для першої категорії походить від подібності зовнішнього вигляду крано-маніпуляторної установки на заголовну латинську букву L, повернуту на кут 90 градусів:



Рис. 1.12. Вигляд такої установки.

					<i>ДПО1.МА 9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Стріла КМУ L-подібної конструкції має так звану телескопічну конструкцію, що за своїм принципом нагадує пристрій підзорної труби (телескопа), за що вона і отримала таку назву. Перша секція стріли маніпулятора в такій схемі є нерухомою, а інші (кількість секцій залежить від моделі КМУ), що по черзі висуваються.



Рис. 1.13. Телескопічна конструкція.

Для кріплення стріли до бази, яку встановлюється крановий маніпулятор, передбачена спеціальна опора («коротка частина букви L»).

При монтажі на шасі бортового автомобіля стріла L-подібної кранової установки зазвичай розташовується між кабіною та кузовом, а ось напрямком може змінюватись – як у бік кабіни, так і над кузовом автомобіля (див. фото нижче).



Рис. 1.14. КМУ на шасі вантажного автомобіля.

Набагато рідше трапляється варіант монтажу крана-маніпулятора такої конструкції на задньому звісі (частіше таке розміщення застосовують для Z-подібних маніпуляторів).

Більшість кранів-маніпуляторів L-подібної конструкції додатково мають лебідку (тросова підвіска гака). Тому «телескопічні тросові маніпулятори» – синонім для позначення L-подібної конструкції КМУ.



Рисунок 1.15 - L-подібні тросові крани-маніпулятори з лебідкою та гаком від торгової марки KANGLIM

L-подібні тросові крани-маніпулятори з лебідкою та гаком від торгової марки KANGLIM (Південна Корея). Перевага тросових КМУ - можна переміщати вантажі під будь-яким кутом, тим самим надається можливість зробити завантаження в автомобіль з високими бортами. Візуально такий кран-маніпулятор нагадує автокран традиційної конструкції.

Недолік тросової КМУ – великі розміри кранової установки, а також існує ризик швидкого зношування передавального троса. Модельний ряд тросових КМУ KANGLIM розрахований на вантажопідйомність у діапазоні 3-18,5 тонн.

Кран-маніпулятор DL Agro [7]



Рисунок 1.16 - крана-маніпулятора DL Agro.

Цей гідроманіпулятор призначається для експлуатації, насамперед, у сільськогосподарських підприємствах: як невеликих фермерських, і великих. З його допомогою можна здійснювати розвантажувальні та вантажні роботи добрив, посівних матеріалів, урожаю зернових та інших культур у мішках типу Big Bag, а в ремонтно-будівельній діяльності – для переміщення сипучих будматеріалів також у мішках типу Big Bag.

Працювати кран-маніпулятор може тільки в зчепці з тракторним причепом (2ПТС-4 або будь-яким аналогічним). Також цей гідроманіпулятор може знайти застосування в ремонтних роботах з технікою та обладнанням сільськогосподарського призначення.

Можна відзначити важливі моменти, що характеризують гідроманіпулятор DL Agro:

- Висока надійність, простота експлуатації.
- Маневреність стріли, точність при пересуванні вантажів.
- Можливість швидко приєднати трактор до підвіски гідроманіпулятора.
- Невеликі витрати на необхідне технічне обслуговування.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПО1.МА 9103.00.00.00 ПЗ

Арк.

25

Кран-маніпулятор розрахований на кріплення до тракторів вітчизняних заводів-виробників – ХТЗ, ЮМЗ, МТЗ, але можливе зчеплення з аналогічними імпорними моделями. Підключення відбувається завдяки штатній гідросистемі, якою оснащений трактор.

Табл. 1.2. Характеристики маніпулятора DL -Agro

Параметр	Значення
Максимальний виліт стріли, м	5,5
Вантажопідйомність на 1м, кг	3000
Вантажопідйомність на макс. вильоті (по ТУ), кг	725
Вантажопідйомність на макс. вильоті (фактична), кг	1300
Макс. висота підйому стріли, м	6,7
Тип кріплення	3-х точкова система
мін. потужність насоса, л/хв	40
Робочий тиск, бар	160
Аутригери	гідравлічні
Можливість буксирування причепа	2ПТС-4 та аналоги
Кут повороту стріли, град	160
Маса установки, кг	1100
Гідрозамки, шт	6
5-ти секційний гідро розподільник, шт.	1
Робочий орган	Крюк

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ

Арк.

26

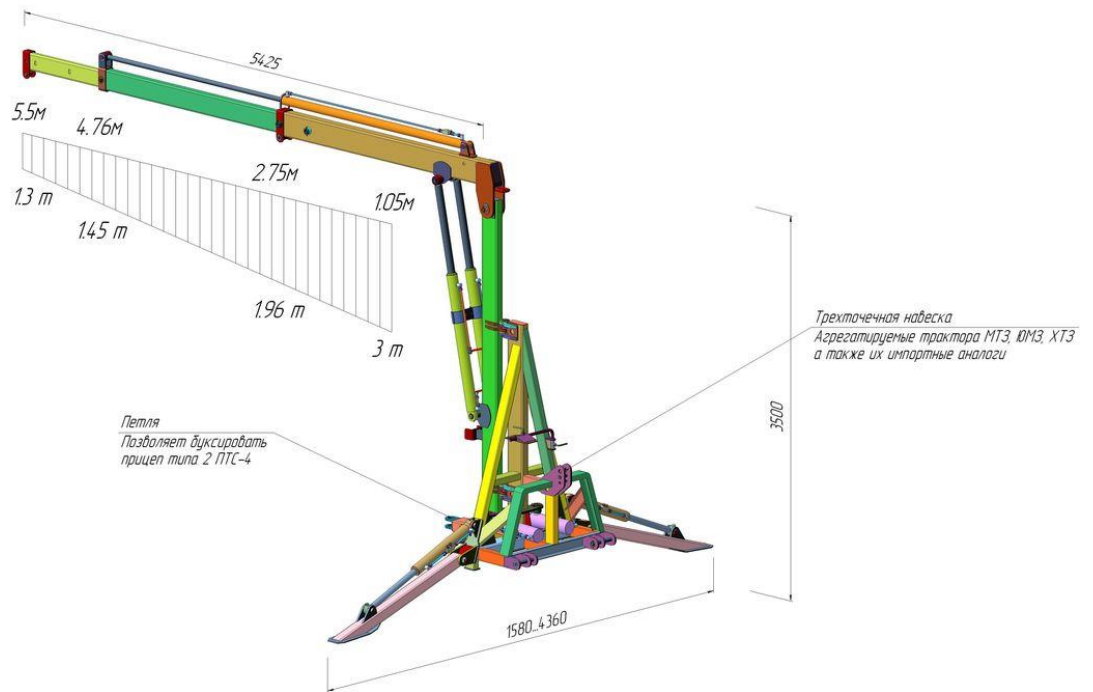


Рис. 1.17 – Схема вантажопідйомності крана-маніпулятора
DL Agro.

**Кран-маніпулятор виробництва Amco Veба (Італія)
з вантажним моментом 1,0 [8]**

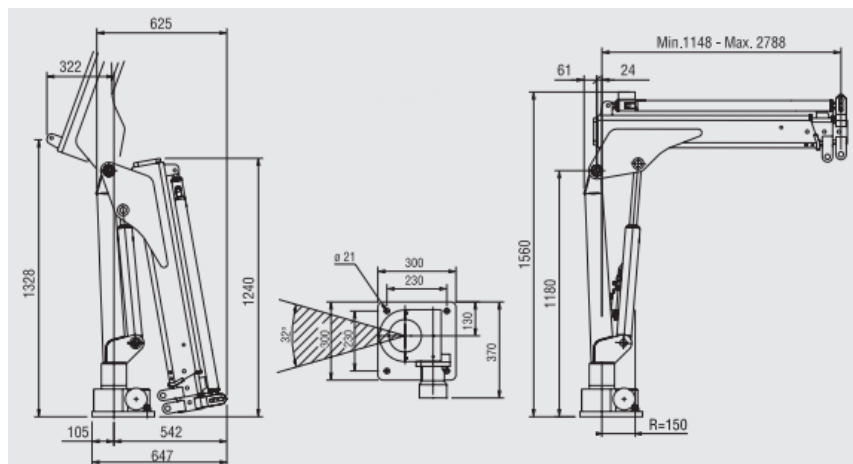


Рисунок 1.18 - Кран-маніпулятор виробництва Amco Veба (Італія)

					ДП01.МА9103.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Особливості конструкції:

- Обмежувач навантаження
- Шестигранний переріз секцій стріли
- Додаткове висування опор по ширині
- Оптимізована передача підйомного зусилля через систему важелів
- Колона на «кульовій опорі»
- Кріплення контрольних клапанів безпосередньо до циліндра фланцевим з'єднанням.

Гідроманіпулятор БАКМ 890 [9]

У ЗАТ "БАКМ" було розроблено концепцію розвитку виробництва уніфікованого ряду гідроманіпуляторів з вантажними моментами від 4 до 25 тм. З урахуванням встановлених пріоритетів першим масовим гідроманіпулятором цього ряду став БАКМ 890 (МКС-4032) з вантажним моментом 8,9 тм, серійне виробництво якого освоєно в 1993 році. Вони випускаються у восьми різних модифікаціях, що відрізняються базою виносних опор, кількістю секцій телескопічної стріли, виконанням робочого обладнання та управління.

Залежно від транспортного засобу, на якому встановлено гідроманіпулятор, він оснащується одноступінчастими або двоступінчастими виносними опорами з базою 3,5 або 4,6 м додатково ще двома гідроопорами.

На замовлення робоче обладнання виготовляється у "гаковому" або "грейферному" виконанні. Управління робочими операціями може здійснюватися із землі з одного з двох пультів, розташованих по обидва боки транспортного засобу, або з колони, де в цьому випадку встановлюється сидіння оператора. Кожен гідроманіпулятор оснащується автоматичною системою захисту від навантаження.

БАКМ 890 (МКС-4032) повністю відповідає правилам улаштування та безпеки експлуатації вантажопідіймальних кранів, міжнародним стандартам, та у 1997р. першим із вітчизняних кранів-маніпуляторів сертифікований у системі ГОСТ Р.

					<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

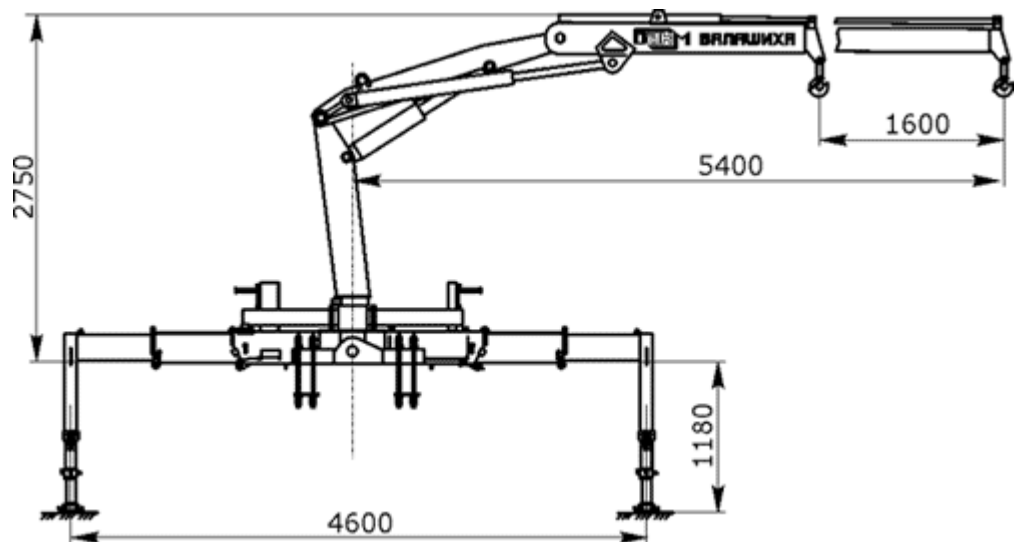


Рисунок 1.19 - Гідроманіпулятор БАКМ 890

Тросові крани-маніпулятори від корейського бренду DongYang Corp.

Тросовими називають крани-маніпулятори, у яких на стрілі вантажозахоплювальний елемент закріплений тросовою підвіскою. Така особливість конструкції дозволяє задіяти маніпулятор як у розвантажувально-вантажних роботах, так і в будівельних, фасадних і т.д.



Рисунок 1.20 - Гідроманіпулятор DongYang Corp.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ

Арк.

29

Переваги тросових кранів-маніпуляторів:

- Кран-маніпулятор тросовий має більшу надійність завдяки простоті самого механізму і мінімальній кількості деталей, що зношуються в ньому.
- Підвіска з гаком дозволяє точно позиціонувати вантаж, що переміщається.
- Вантаж можна опустити строго по вертикалі (це особливо важливо, якщо майданчик для вивантаження невеликий і оточений будь-якими об'єктами).
- Вантаж опускається без ривків.
- Стріла має висувну секцію.
- Можна підняти та опустити вантаж на майданчик, що розташований за об'єктом, що перешкоджає в'їзду самого крана.
- Можна опустити вантаж нижче рівня ґрунту (наприклад, у будівельний котлован).

Недоліки тросових кранів-маніпуляторів:

- Тросовий кран-маніпулятор має обмеження щодо вантажопідйомності, є ризик перевантаження.
- Є обмеження габаритних розмірів авто під такий гідроманіпулятор.
- Трос може перекрутитись.
- Крюк доводиться фіксувати у його транспортне положення.
- Можливість встановлення додаткового обладнання на тросовий кран-маніпулятор обмежена.

Компанія "Д Лайт" реалізує на українському ринку тросові крани-маніпулятори від корейського бренду Dong Yang Corp.

Вони вже встигли зарекомендувати себе завдяки гарній вантажопідйомності, міцності та дальності вильоту кранової стріли, а також надійністю автоматичних систем, що захищають від перевантаження.

Тросовий кран-маніпулятор Dong Yang оснащується системою стабілізації, завдяки якій кран стійкий і надійний як при роботі, так і під час транспортування. Центр тяжкості цих КМУ занижений, що також сприяє

					<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

стійкості. Кранова стріла здатна перебувати в положенні негативного кута нахилу, якщо необхідно перемістити вантаж нижче за рівень, на якому знаходиться сам автомобіль. Стійкість шасі КМУ забезпечується завдяки аутригерам із гідровисуванням. Корейські маніпулятори можуть монтуватися на шасі марок Volvo, Hyundai, Daewoo, Mercedes-Benz, MAN, Scania, Hino, МАЗ або КАМАЗ.

1.4 Вибір конструкції навантажувача маніпулятора

Остаточний вибір конструкції навантажувача маніпулятора проводимо на основі вищевказаного, а саме :

Підйомна здатність $Q=1\text{т}$,

Виліт стріли $L=8\text{ м}$.

Виходячи з наявних переваг та універсальності Z-подібної конструкції КМУ приймаємо остаточно Z-подібну конструкцію.

1.4.1 Принцип роботи гідравлічного навантажувача – маніпулятора

Вся робота починається тільки після того, як буде запущено ДВС автомобіля на платформі якого встановлений кран-маніпулятор, далі через КПП авто обертання передається на коробку відбору потужності, що надає руху насос НШ, який переміщає гідравлічну рідину.

1. Гідравлічний насос (НШ) виробляє забір олії з масляного бака, створює тиск і передає його на розподільник, потім через обернено, фільтр зливається назад у бак.

2. Гідророзподільник - розподіляє потік гідравлічної рідини далі по системі, в гідроциліндри або в гідромотори, відбувається це за допомогою переміщення важелів управління вліво, вправо або вгору, вниз (залежно від моделі маніпулятора).

3. Рідина надходить у гідромотори, яких зазвичай встановлено два на автомобілі – перший на поворот стріли, другий на лебідку.

					<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

А. Гідромотор на поворот стріли – це пристрій, що створює обертальний рух. Вал насоса обертає поворотний редуктор, з якого виходить вал-шестірня та далі до вінця прикріплена установка.

Б. Другий гідромотор стоїть у самій станині, передає момент, що крутить, на лебідку, де трос або піднімає, або опускає вантаж.

4. Гідроциліндри – на маніпуляторі, як правило, встановлено 4 штуки:

2 ставлять на аутригер, 2 на підйом стріли і 1 на висування стріли (захований усередині самої стріли).

1.4.2 Конструкція базового крана-маніпулятора

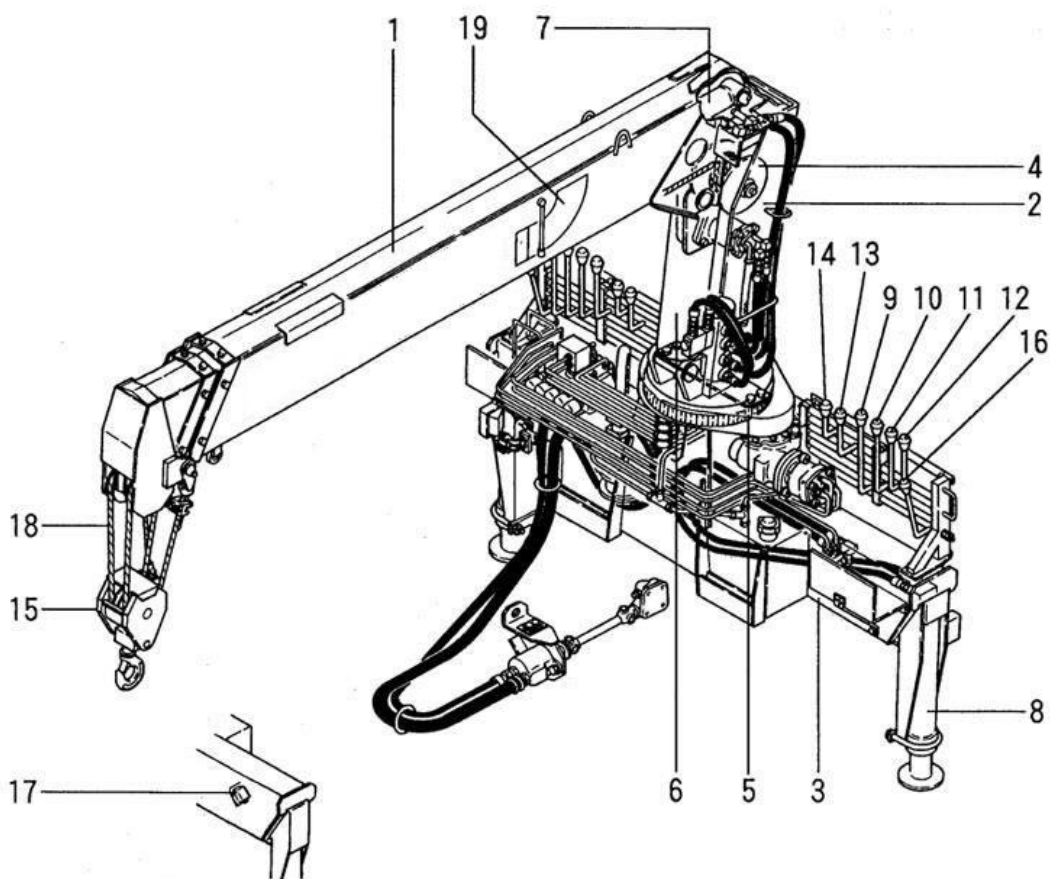


Рисунок 1.21 – Конструкція обраного маніпулятора.

1. Стріла. Забезпечує переміщення вантажу у робочій зоні. Висувається та засувається за допомогою гідроциліндрів.

2. Поворотна колона. Це вертикальна частина кранової установки, на якій встановлена стріла, вантажна лебідка, та гідроциліндр зміни кута нахилу стріли. Колона повертається поворотним механізмом.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПО1.МА 9103.00.00.00 ПЗ

Арк.

32

3. Заснування КМУ. Встановлюється на раму автомобіля.
4. Вантажна лебідка. За допомогою гідромотора піднімає та опускає вантаж за допомогою каната.
5. Поворотний механізм. Повертає колону за допомогою гідромотора.
6. Гідроциліндр підйому. Піднімає та опускає стрілу.
7. Гідроциліндр телескопіювання. Висуває та втягує секції стріли.
8. Аутригери (виносні опори). Аутригер підтримують кран-маніпулятор у стійкому положенні під час роботи.
9. Важіль керування зміною кута нахилу стріли. Призначений для зміни кута нахилу стріли.
10. Важіль керування вантажною лебідкою. Керує лебідкою, дозволяючи піднімати та опускати гак.
11. Важіль керування телескопіюванням стріли. Керує гідроциліндрами, дозволяючи висувати та складати стрілу.
12. Важіль керування поворотом колони. Керує гідромотором повороту колони, дозволяючи КМУ здійснювати обертальні рухи навколо своєї осі.
13. Важелі управління аутригерами. Керують висуванням та втягуванням аутригерів.
14. Важелі управління аутригерами. Керують висуванням та втягуванням аутригерів.
15. Крюк. Для закріплення вантажу.
16. Важіль акселератора. Призначений для регулювання обертів двигуна.
17. Попереджувальний сигнал. При натисканні кнопки звукового сигналу вмикається звуковий сигнал автомобіля. Призначений для запобігання людям, які перебувають у зоні роботи.
18. Вантажний канат. Призначений для підняття вантажу.
19. Індикатор вантажопідйомності. Показує вагу вантажу, що піднімається.

					<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

В цьому розділі дипломного проекту було визначено основні типи кранів – маніпуляторів, їх особливості, переваги та недоліки. Також проаналізовано типові характеристики і на основі цього обрані параметри і конструкція для подальшого проектування системи.

					<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

РОЗДІЛ 2. СКЛАДАННЯ ГІДРАВЛІЧНОЇ СХЕМИ

2.1 Огляд існуючих гідросхем підйомників

2.1.1 Гідросхема з установкою гідрозамка

Коли на робочий циліндр (рис.2.1.) постійно діє навантаження (наприклад, постійно підвішений вантаж), то гідроциліндр необхідно захистити від опускання через витіку в розподільнику. Це досягається за допомогою встановленого у зливальній магістралі зворотного клапана 1 з деблокуванням (гідрозамка).

Крім того, необхідно встановити клапан протитиску (клапан підключення тиску 2). Тиск відкриття цього клапана приблизно на 10% вище ваги вантажу, що утримується. При цьому виникає ефект гідравлічної сили, що протидіє. І тільки після подачі тиску в поршневу порожнину гідроциліндра одночасно подається тиск в лінію управління гідрозамка. Це забезпечує його відкриття та злив рідини. У цій схемі необхідно використовувати розподільник, що забезпечує розвантаження лінії керування під час утримання вантажу.

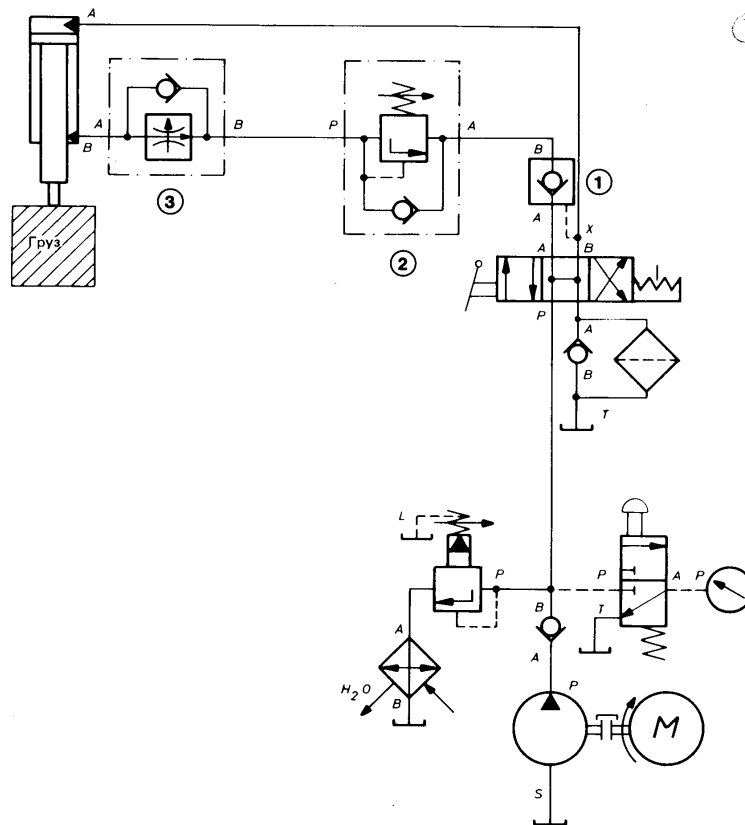


Рисунок 2.1 - Гідропривід підйомника

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ

Арк.

35

2.1.2 Гідравлічна система синхронного ходу кількох гідроциліндрів за допомогою так званого "гідравлічного боуденівського троса»

Одним із поширених способів синхронізації ходу гідравлічних циліндрів є так званий "гідравлічний боуденівський трос".

Два гідроциліндри (рис.2.2.) однакових розмірів із суцільними поршневыми штоками послідовно підключаються один до одного. Завдяки цьому другий циліндр повторює рух першого циліндра, який подається тиск насоса. Оскільки обидві послідовно включені порожнини циліндрів стовп рідини тільки переміщують, хід циліндрів внаслідок внутрішніх, а можливо і зовнішніх витоків, без підживлення може змінитися.

Щоб уникнути небажаних наслідків такої зміни ходу поршнів, порожнина "боуденівського троса" за допомогою розташованого праворуч 4/3-розподільника 2 через кожен хід з'єднується короткочасно з магістраллю подачі насоса або бака. Нерівномірний хід поршня має такі причини:

а) лівий циліндр першим повертається у верхнє кінцеве положення і включає кінцевий вимикач 3. Причина:

нестача рідини між циліндрами. Спосіб усунення:

за допомогою лівого кінцевого вимикача 3 включити магніт а розподільника 2. Робоча рідина надходить в магістраль управління до тих пір, поки правий циліндр також не включить кінцевий вимикач. Магніт знову відключається.

б) Правий циліндр першим повертається у верхнє кінцеве положення і включає кінцевий вимикач 4.

Причина: надлишок рідини між циліндрами.

Спосіб усунення: за допомогою правого кінцевого вимикача 4 включити магніт б розподільника 2. Цим відкривається зворотний клапан, що гідравлічно деблокується, 5 і рідина стікає до тих пір, поки лівий циліндр також не займе кінцеве положення. За допомогою лівого кінцевого вимикача 3 магніт відключається.

					<i>ДПО1.МА 9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

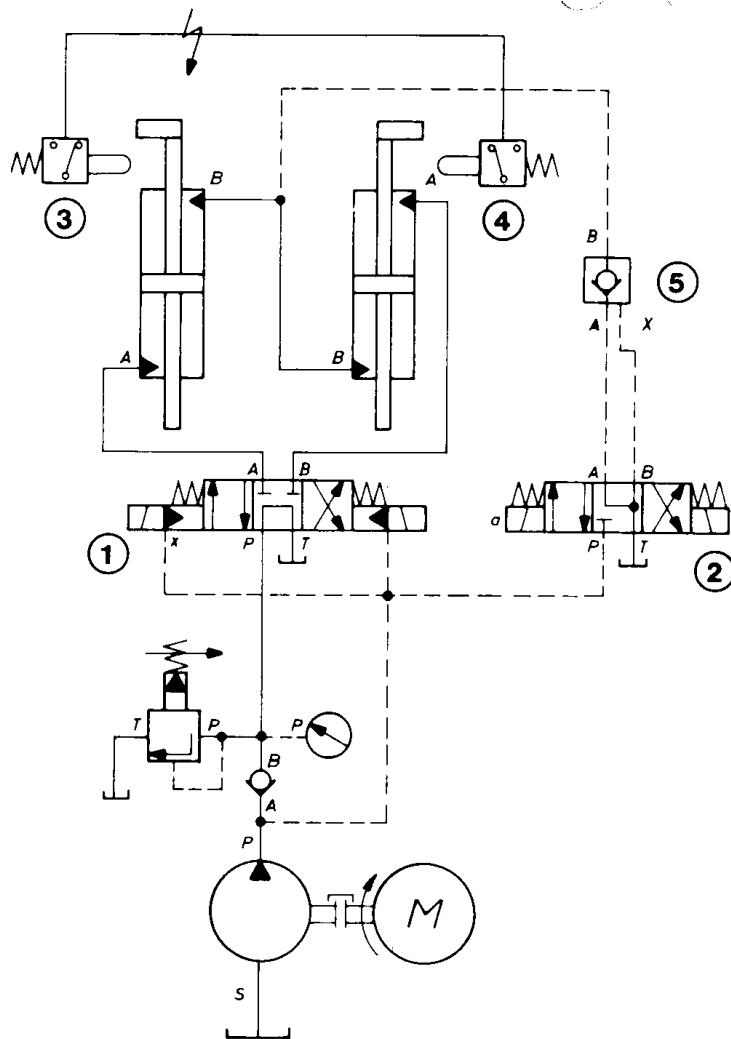


Рисунок 2.2 - Гідравлічна схема з використанням «боуденівського» троса

У цьому випадку синхронність ходу поршня залежить не тільки від кількості рідини між циліндрами, але й точності виконання обох циліндрів. Загальновідомий той факт, що у техніці неможливо виготовити дві абсолютно однакові деталі. Оскільки підживлювальний розподільник 2, як правило, має золотникову конструкцію, виникає певний витік.

2.1.3 Гідросистема з паралельним включенням розподільників

На рис. 2.3 представлена гідросистема з паралельним включенням кількох розподільників

Насос 1, подача якого регулюється за допомогою регулюючого двигуна 2, всмоктує відфільтровану рідину та подає її до сусідньої гідросистеми.

Через магістральні відгалуження та розподільники 5, 6 і 7 робоча рідина надходить у гідроциліндри 8, 9 та 10.

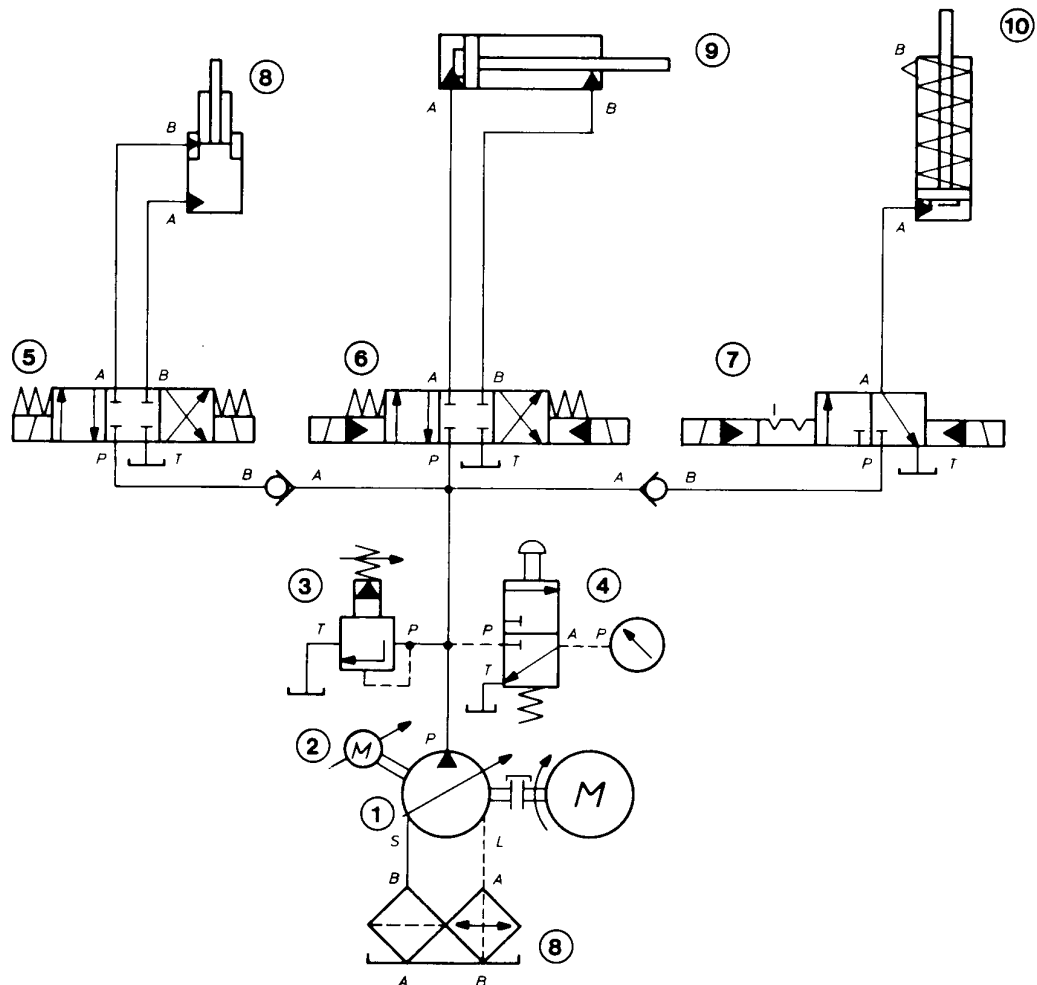


Рисунок 2.3 - Гідросистема із паралельно включеними розподільниками

Розподільники і, отже, споживачі розташовані паралельно.

На схемі розподільники 5 і 6 в нейтральному положенні перекривають точки підключення Р, А, і Т. Коли розподільник 7 знаходиться в правому положенні, точка підключення Р закрита.

Клапан обмеження тиску 3 регулює тиск у гідросистемі перед розподільниками, якого знімається величина натисканням клавіші 3/2-розподільника 4 на манометрі.

В якості споживачів на схемі зображені телескопічний гідроциліндр двосторонньої дії 8, диференціальний гідроциліндр 9 з постійним демпфуванням поршня і гідроциліндр односторонньої дії зворотної пружиною 10.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ

Арк.

38

При паралельному включенні кількох циліндрів можуть рухатися одночасно лише в тому випадку, якщо є достатня кількість робочої рідини, за допомогою якої можна підтримати потрібний робочий тиск.

В іншому випадку тиск встановлюється за мінімальним опором, тобто спочатку висувається циліндр з мінімальним тиском.

Коли перший циліндр досяг кінцевого положення, тиск наростає, досягаючи величини, необхідної для висування наступного циліндра. Висунення циліндрів відбувається по черзі залежно від тиску, необхідного подолання навантаження.

2.1.4 Гідравлічна система з диференціальним включенням циліндра

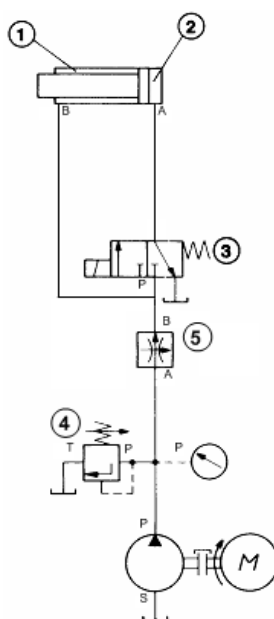


Рисунок 2.4 - Схема включення диференціального гідроциліндра

Широко поширена так звана диференціальна схема включення гідроциліндра (рис. 2.4). Особливість цієї схеми є те, що в порожнині штока циліндра 1 постійно знаходиться стиснена робоча рідина, а порожнину поршня 2 через двопозиційний трилінійний розподільник 3 навантажується або розвантажується в напрямку бака.

Ставлення сил на шток поршня сил відповідає відношенню площ сторін поршня і штока. Звідси і назва "диференційна схема".

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ

Ця схема застосовується у гідравлічних затискачах з малогабаритними насосами. При висуванні штока поршня робоча рідина витісняється з порожнини штока і разом з робочою рідиною насоса подається на протилежний бік порожнини поршня. Запобіжний клапан захищає 4 гідросистему від перевантажень. При підвищенні тиску в системі вище встановленого значення в клапані 4 клапан відкривається і робоча рідина з системи зливається в бак.

Регулятор витрати 5 підтримує постійну витрату рідини, що надходить у порожнину гідроциліндра, а отже підтримує постійну швидкість руху штока гідроциліндра.

При застосуванні подібної схеми слід пам'ятати, що зусилля штока поршня відповідає різниці площ поверхні поршня та кільцевої поверхні поршня, іншими словами, це зусилля відповідає площі штока поршня.

Якщо вибране нами відношення площ кільцевої поверхні поршня та поверхні поршня становить 1 : 2, швидкість висування і швидкість повернення штока поршня диференціального циліндра однакові.

У цьому полягає перевага цієї схеми.

2.1.5 Гідросистема з використанням клапанів тиску для послідовного включення

Гідросистема з регулюванням тиску в першому циліндрі та підключенням другого циліндра для висування та повернення. Другий циліндр регулюється за тиском.

Перед нами на рис. 3.5 спрощена схема затискного пристрою з подачею свердла. На ній представлений принцип послідовного гідравлічного включення в залежності від тиску.

На практиці необхідно стежити за тим, щоб проводився контроль положення циліндра та тиску з метою отримання чергового сигналу в залежності від зазначених вище контрольованих величин. Це на схемі не показано.

					<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Чотирьохлінійний двопозиційний (4/2) розподільник 1, що приводиться в рух педаллю, утримується у вихідному положенні за допомогою пружини. Обидва циліндри (подача свердла та гідравлічний затискач) втягнуті. При включенні розподільника 1 точка підключення Р з'єднується з точкою підключення, а точка підключення А з точкою підключення Т, що відповідає лівому положенню розподільника 1. Робоча рідина через відкритий у вихідному положенні клапан регулювання тиску 2 надходить в циліндр гідравлічного затиску. Шток циліндра висувається. Канал, що з'єднує циліндр подачі свердла, перекритий клапаном підключення тиску 3. Після того, як циліндр затискного пристрою зайняв задане положення, тиск наростає. У циліндрі затискного пристрою встановлюється регульований клапаном 2 тиск. У лінії насос-клапан регулювання тиску тиск зростає до тих пір, поки не досягне величини, встановленої на клапані підключення тиску 3.

Коли заданий тиск досягнуто, клапан 3 відкривається і циліндр подачі свердла висувається зі швидкістю, встановленою на регуляторі потоку 5. Повернення циліндрів здійснюється у зворотному порядку. Циліндр затискного пристрою відпускає заготовку лише після того, як циліндр механізму подачі свердла повернувся у вихідне положення. Така послідовність повернення визначається клапаном підключення тиску 4. Після того, як пружина повернула розподільник 1 у вихідне положення, починається повернення циліндрів. Робоча рідина спочатку надходить у циліндр механізму подачі свердла.

У цей момент канал, що веде до циліндра затискного механізму, перекритий клапаном підключення тиску 4. Коли циліндр подачі свердла досяг кінцеве положення, тиск продовжує наростати. Як тільки досягається тиск, встановлений на клапані 4, цей клапан відкриває канал циліндра затискного механізму і циліндр починає зворотний рух.

У гідросистемі застосовується саморегулюючий насос із компенсацією тиску та регульованою подачею (наприклад, лопатевий насос). Таким чином,

					<i>ДПО1.МА 9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

максимальний робочий тиск встановлюється безпосередньо на насосі. До гідросистеми приєднаний манометр 6, який показує значення тиску в системі при перемиканні 3/2 розподільника.

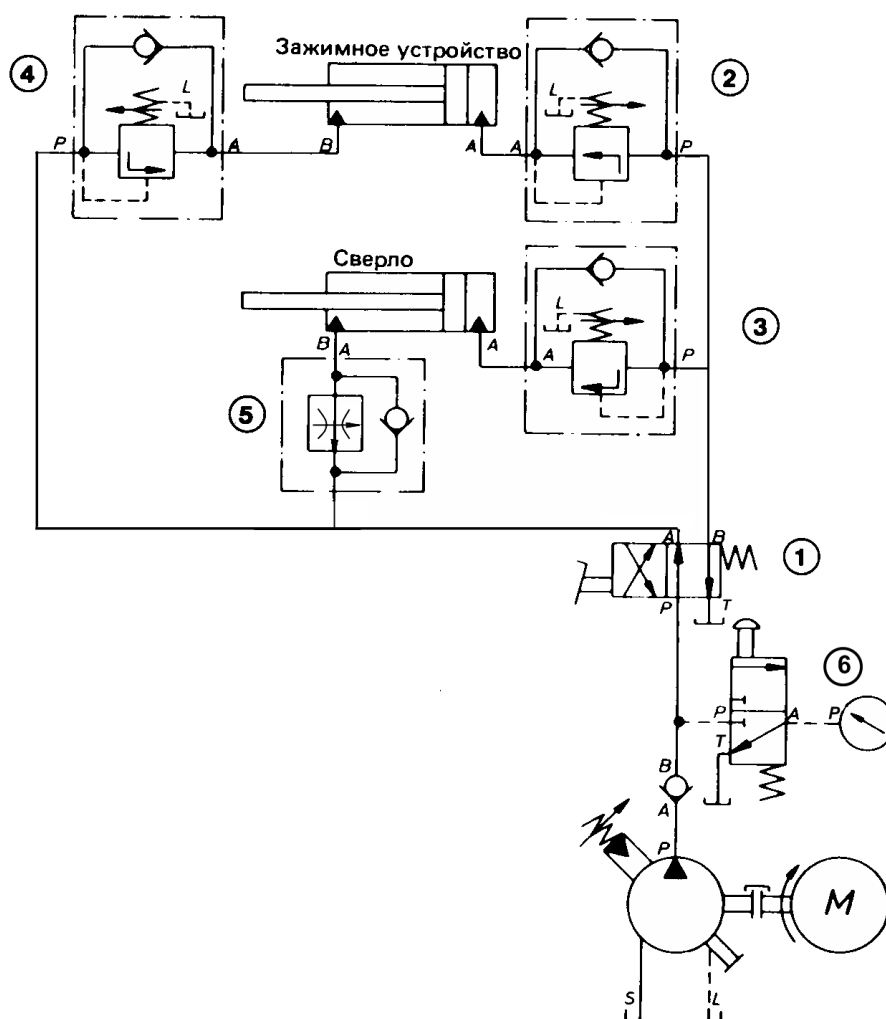


Рисунок 2.5 - Схема гідроприводу з використанням клапанів тиску

2.1.6 Гідропривід з використанням подвійного гідрозамку

У ряді випадків для фіксації рухомих елементів гідроциліндрів недостатньо застосування традиційних схемних рішень, наприклад застосування розподільників серії 44, які, забезпечуючи хороше гальмування, не забезпечують тривале утримання рухомих частин гідроциліндра під навантаженням. Якщо необхідно гарантовано затиснути гідроциліндр (рис.3.6) в обох напрямках руху, зафіксувавши його в потрібному положенні, застосовується здвоєний зворотний клапан 1 (або подвійний гідрозамок) з деблокуванням в обох напрямках. Гідрозамок – це зворотний клапан з гідравлічним деблокуванням, на відміну від простих зворотних клапанів, він

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ

Арк.

42

може відкриватися і у зворотному напрямку при подачі тиску по лінії керування. Ця схема застосовується у різних підйомниках і кранах, наприклад, для стабілізації стріли крана або підйомника військового застосування під час пуску об'єкта. Коли розподільник знаходиться у положенні, зображеному на схемі, циліндр неможливо зрушити з місця зусиллям ззовні.

Залежно від напрямку застосування сили лівий або правих гідрозамок герметично перекриває відтік робочої рідини.

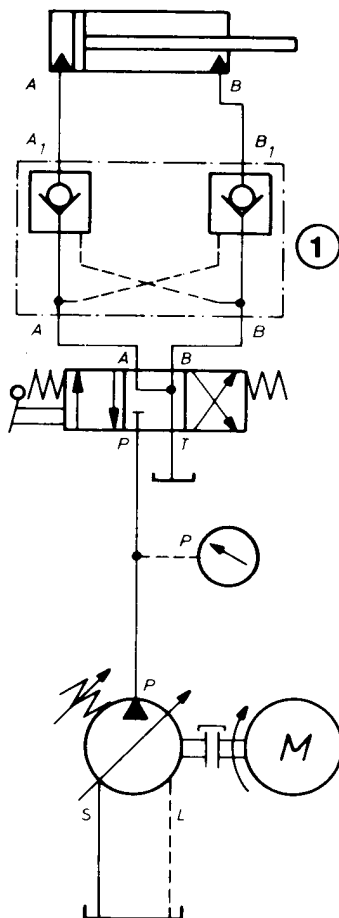


Рисунок 2.6 - Схема застосування подвійного гідрозамку.

Для висунення або повернення гідроциліндра з боку, що підводить, включається (через керуючу лінію) розташований в магістралі зливу гідрозамок.

Коли розподільник зайняв нейтральне положення, слід звернути увагу на те, щоб обидві точки підключення гідрозамків, що деблокуються, були розвантажені в напрямку магістралі бака. Тільки тоді можна забезпечити швидке та точне закриття конуса клапанів та герметичність перекриттів.

2.2 Складання гідравлічної схеми крана-маніпулятора

На підставі вищевикладеного складаємо гідравлічну схему заданого крана-маніпулятора (див. рис 2.7)

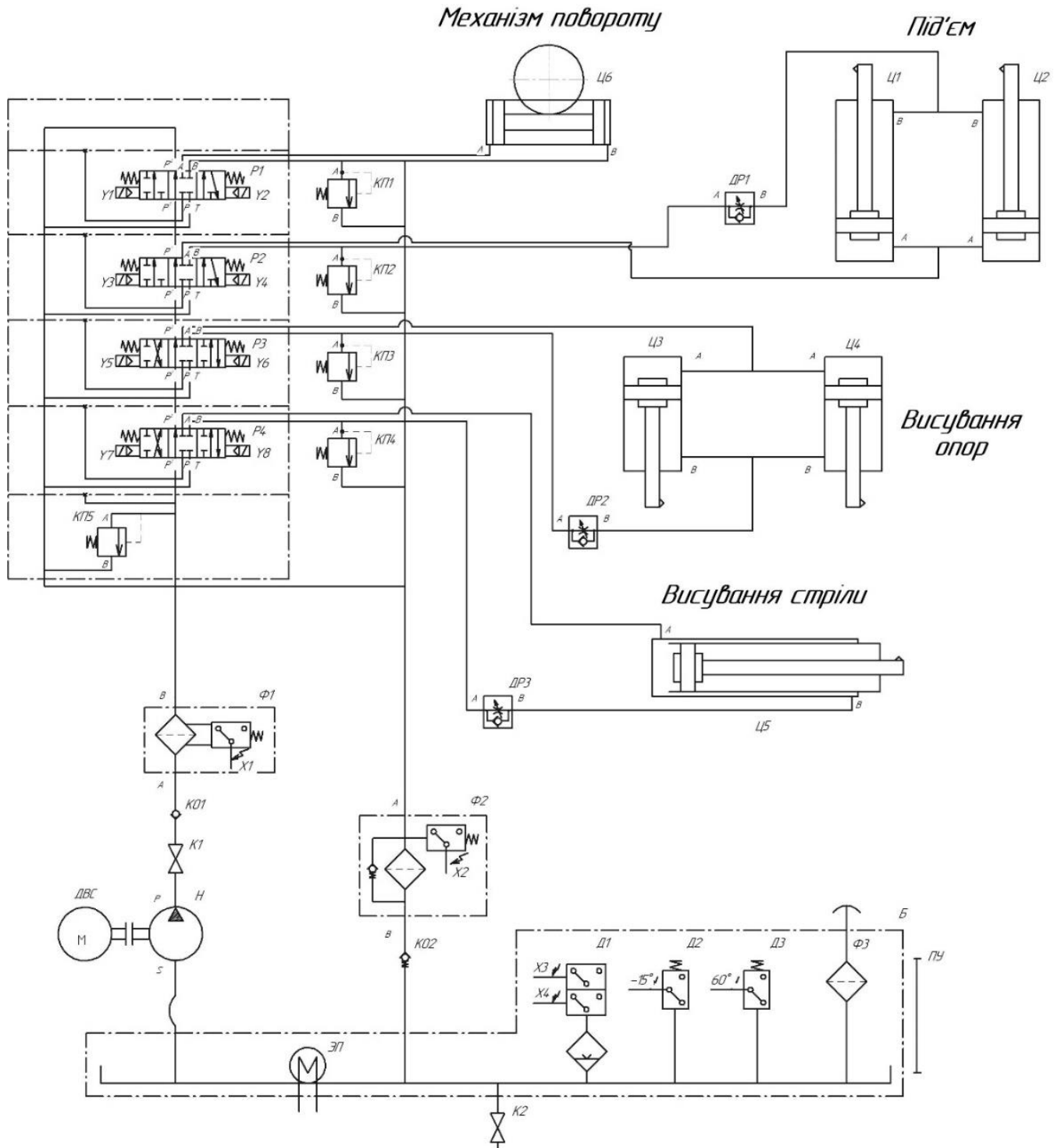


Рисунок 3.7 – Гідросхема маніпулятора

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ

Арк.

44

Таблиця 3.1 – Перелік елементів гідравлічної схеми крана-маніпулятора

Поз	Наименование	Кол	№ Каталога
Б	Бак	1	
Д1	Датчик рівня	1	
Д2,3	Датчик температури		
ДР1-3	Дроселі	5	
К1,2	Вентиль	2	
К01	Клапан обратний	1	
К02	Клапан обратний	1	
КП1-5	Клапан запобіжний	6	
Н	Насос	1	
ПЧ	Показчик рівня	1	
Р1-4	Розподільник	4	
Ф1	Фільтр	1	
Ф2	Фільтр зливний	1	
Ф3	Фільтр сапун	1	
Ц1-2	Гідроциліндр під'єму	2	
Ц3-4	Гідроциліндр висування опор	2	
Ц5	Гідроциліндр висування стріли	1	
Ц6	Гідроциліндр повороту	1	
ЭД	Електродвигун	1	
ЭТ	Електропідогрев АВ32-10/1Е24	1	

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

В даному розділі дипломного проекту були розглянуті гідравлічні схеми рішень, які застосовуються в гідравлічних маніпуляторах, а саме схеми з гідрозамками, диференціального включення гідроциліндру та з кількома клапанами тиску. На їхній основі була складена схема власного рішення та складена таблиця переліку гідравлічних елементів.

РОЗДІЛ 3. ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК

3.1 Вибір робочої рідини

Робоча рідина поряд із функцією робочого середовища змащує тертьові поверхні, захищає їх від корозії, прохолоджує гідравлічну систему, видаляє із системи продукти зносу тертьових пар.

Комплекс вимог, пред`явлених до робочих рідин, дуже широкий, тому підібрати робочу рідину, яка б щонайкраще задовольняла їм всім одночасно, практично неможливо. Найбільше прийнятою робочою рідиною є мінеральне масло.

Мінеральні масла, що рекомендуються для застосування в гідросистемах загальнопромислового призначення і їхні основні характеристики приведені в [1,табл. 3.1]. Гідросистеми загальнопромислового призначення працюють у закритих опалювальних приміщеннях при температурі від 0 до 35. Це дозволяє застосовувати масла підвищеної в'язкості $\nu_{so} = (20...40) \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ і теплостійкості, що покращує стійкість до окислювання і мастильні властивості. Гідросистеми повинні працювати без заміни масла не менше 2000... 5000 годин.

Для гідросистем об'єктів, що працюють у польових умовах, діапазон зміни температур навколишнього середовища може складати $-50... +50^\circ\text{C}$, а максимальна температура масла досягати $150...160^\circ\text{C}$, що потребує пологої в'язкістно-температурної характеристики масла. Щоб забезпечити пуск насосів при низьких температурах, в'язкість масла ν_{\max} повинна бути не більш $(4... 5) \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$. Мінімальна в'язкість ν_{\min} за умовами зберігання мастильної плівки і припустимого рівня витоків повинна бути не менше $1.5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

Для гідроциліндрів, що встановлюються в гідропресі для переробки макулатури, що працює в неопалених приміщеннях або на повітрі застосовуємо масла марок МГЕ-4А, МГЕ-10А, ВМГ-3, АМГ-10, АУ, АУП, Р, ЭШ, МГ-30.

					<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Масило МГЕ-4А одержують введенням у загущене малов'язке масло комплексу високоефективних присадок - антиокислювальних, протизносних, антикорозійних. Олія розрахована на експлуатацію в гідросистемах періодичної дії без заміни до десяти років та зберігання у тарі до восьми років (ресурс залежить від конкретних умов). Максимальна допустима температура масла при роботі - 50 С - може бути підвищена короткочасно до 100 С за допустимих умов навантаження пар тертя.

Масило ЛЗ-МГ-2 отримують загущенням малов'язкої глибокоочищеної базової олії з балаханської нафти. Його застосовують обмежено у гідросистемах авіаційної техніки.

Всесезонно мастило МГЕ-10А отримують введенням у загущену глибокоочищену низькозастигаючу базове мастило комплексу високоефективних антиокислювальних, протикорозійних та протизносних присадок. Масило МГЕ-10А – основний сорт для гідросистем автоматичного управління. У системах періодичної дії олія розрахована на експлуатацію без заміни до 10 років при температурі навколишнього середовища від -55 до +50С та робочій температурі до 90 С. Термін зміни мастила залежить від інтенсивності роботи гідросистеми та становить орієнтовно кілька сотень годин. Термін зберігання олії в тарі до заправки в гідросистеми – до восьми років. Найбільша допустима температура мастила під час роботи, яка встановлюється виходячи з аналізу критеріїв навантаження пар тертя, може короткочасно досягати 110°С.

Всесезонне мастило ВМГЗ отримують загущенням глибокоочищеної основи із сірчистих нафт, в яку вводять антиокислювальну (ДФ-11), протикорозійну (Лані-317) і протипінну (ПМС-200А) присадки. Масило ВМГЗ – основний зимовий сорт для гідросистем будівельно-дорожніх машин; допускає роботу за температури навколишнього середовища від -40 до +50 С; робоча температура до +90; допускається короткочасне підвищення температури до +110 С. У зв'язку з інтенсивним використанням гідросистем

					<i>ДПО1.МА 9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

цього типу, як правило, мастило замінюють кожен сезон (на літо гідросистеми заправляють олією МГ-30).

Авіаційне мастило АМГ-10 виготовляють загущенням малов'язкої глибокоочищеної нафтової основи, в яку вводять присадку антиокислювальну і барвник. Це основний сорт мастила для гідросистем дозвукових літаків, що застосовують також у гідросистемах наземної техніки. Термін зміни мастила (2-3 роки) визначається в основному зниженням в'язкості внаслідок деструкції присадки в'язкості при інтенсивній роботі гідросистеми (допускають зниження до 8 - 7 сСт).

Таблиця 3.1 – Характеристики мастила МГЕ-10А

Найменування показника	МГЕ-10А
Відповідність класифікаціям ISO VG	15
Відповідність класифікаціям ISO 6743	НН
Відповідність класифікаціям DIN 51524	HLP
В'язкість кінематична, при (+40°C), мм ² /с, не менше	12
Температура спалаху (у відкритому тиглі), °С, не нижче	125
Температура застигання, °С, не вище	-40
Індекс в'язкості, щонайменше	95
Масова частка механічних домішок	відсутні
Вміст води	відсутні
Кислотне число, мг КОН на 1 г олії, не більше	0,04
Трибологічні характеристики на ЧШМ при (20±5)°С та навантаженні 196 Н: показник зносу, мм, не більше	0,65

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПО1.МА 9103.00.00.00 ПЗ

Арк.

48

Отже, маємо вихідні дані для розрахунку приводу піднімання стріли та її висування:

- Тиск в системі 30 МПа.
- Навантаження на гідроциліндр висування стріли 14650 Н.
- Навантаження на два циліндри підйому 15000 Н.
- Хід гідроциліндру висування 2 м.
- Час висування 40 с.
- Хід гідроциліндру підйому 0,8 м.
- Час висування 10 с.

3.3 Визначення основних параметрів гідроциліндрів

3.3.1 Визначення розмірів основного гідроциліндру

Внутрішній діаметр гідроциліндра визначається в залежності від значення і напрямку навантаження, що діє на нього.

Рівняння рівноваги сил, що діють на поршень, уявимо у вигляді:

$$p_1 \cdot F_1 - p_2 \cdot F_2 - P' = 0 ,$$

де p_1 – тиск в порожнині циліндра, яка сполучена з напірною гідролінією;

p_2 – тиск в порожнині циліндра, яка сполучена з зливальною гідролінією,

F_1 – площа поршня з боку напірної гідролінії;

F_2 – площа поршня з боку зливної гідролінії;

P' – повне навантаження.

З урахуванням механічного ККД гідроциліндра:

$$P' = \frac{P}{\eta_M}$$

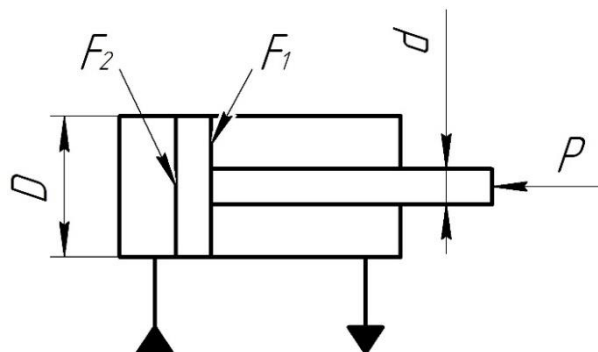


Рис. 3.2.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ

Арк.

50

Для гідроциліндра з однобічним штоком, що працює на стиск при виштовхуванні поршня:

$$D = \sqrt{\frac{4P}{\pi(p_1 - p_2/\psi)\eta_M}}$$

Тиск p_2 визначається гідравлічними втратами, які дорівнюють сумі втрат на лінійних і місцевих опорах трубопроводів і гідроапаратів, встановлених на зливній гідролінії. При розрахунку попередньо прийmemo:

$$p_1 = p_H = 30 \text{ МПа} = 30 \cdot 10^6 \text{ Па}, p_2 = 0,5 \text{ МПа} = 0,5 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

Коефіцієнт відношення площ для циліндрів з великим ходом штока $\psi = 2$.

Механічний ККД гідроциліндра з манжетними ущільненнями $\eta_M = 0,93 \div 0,97$. Приймемо $\eta_M = 0,95$.

$$P = \frac{P}{0,95} = \frac{14650}{0,95} = 15,42 \text{ кН}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 15420}{3,14 \cdot \left(30 - \frac{0,5}{2}\right) \cdot 10^6 \cdot 0,95}} = 0,032 \text{ м} = 32 \text{ мм}$$

Враховуючи, що маємо справу з вантажопідіймальним обладнанням, рекомендовані коефіцієнти запасу становлять 3...5, тому збільшимо діаметр поршня до $D=100$ мм по ДЕРЖСТАНДАРТУ 12447-80.

Діаметр підвідних отворів(умовний прохід), мм;

$$d_n = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v_c}}$$

де Q - витрата рідини через прохідний отвір, $\text{м}^3/\text{с}$;

v_c - середня швидкість руху рідини, $\text{м}/\text{с}$.

$$Q = \pi \cdot D^2 \cdot \frac{l_d}{4 \cdot t_d} = 3,14 \cdot 0,1^2 \cdot \frac{2}{4 \cdot 40} = 0,0004 \text{ м}^3/\text{с}$$

де l_d - довжина ходу, t_d - час спрацювання.

Середню швидкість руху рідини приймаємо рівною 5 $\text{м}/\text{хв}$;

						<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			51

$$d_n = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0004}{3,14 \cdot 5}} = 0,01 \text{ м} = 10 \text{ мм.}$$

Отримане значення округляємо по ДЕРЖСТАНДАРТУ 8732-78 і ДЕРЖСТАНДАРТУ 8734-75: $d_n = 10 \text{ мм.}$

3.3.2 Визначення розмірів допоміжного циліндра

Гідроциліндр працює на стиск при виштовхуванні поршня:

$$D = \sqrt{\frac{4P_\delta}{\pi(p_1 - p_2/\psi)\eta_M}}$$

$P_\delta = 7,5 \text{ кН}$ – задане робоче зусилля на один ГЦ.

$p_1 = p_d = 30 \text{ МПа} = 30 \cdot 10^6 \text{ Па}$, $p_2 = 0,5 \text{ МПа} = 0,5 \cdot 10^6 \text{ Па}$ - тиск відповідно в напірній і зливній порожнинах гідроциліндра;

Коефіцієнт відношення площ із збільшеним діаметром штока $\psi = 1,6$.

Механічний ККД гідроциліндра з манжетними ущільненнями $\eta_M = 0,93 \div 0,97$. Прийmemo $\eta_M = 0,95$.

$$P'_d = \frac{P_d}{\eta_M} = \frac{7,5}{0,95} = 7,9 \text{ кН}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 7900}{3,14 \cdot \left(30 - \frac{0,5}{1,6}\right) \cdot 10^6 \cdot 0,95}} = 0,018 \text{ м} = 18 \text{ мм}$$

Зважаючи на конструктивні особливості механізму де застосовується подібний гідроциліндр, виберемо діаметр $D=60 \text{ мм.}$

Діаметр штока d визначають зі співвідношення:

$$d = D \sqrt{1 - \frac{1}{\psi}} = 60 \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{1,6}} = 36,7 \text{ мм}$$

Вибираємо $d=40 \text{ мм.}$

Діаметр підвідних отворів, мм:

$$d_n = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \nu_p}}$$

де Q - витрата рідини через прохідний отвір, $\text{м}^3/\text{с}$;

										Арк.
										52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>					

$$Q = \pi \cdot D^2 \cdot \frac{l_d}{4 \cdot t_d} = 3,14 \cdot 0,06^2 \cdot \frac{0,8}{4 \cdot 10} = 0,00023 \text{ м}^3/\text{с}$$

де l_d - довжина ходу, t_d - час спрацювання;

Середню швидкість руху рідини приймаємо рівною 5 м/хв;

$$d_n = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00023}{3,14 \cdot 5}} = 0,0077 \text{ м} = 7,7 \text{ мм}$$

Отримане значення округляємо по ДЕРЖСТАНДАРТУ 8732-78 і ДЕРЖСТАНДАРТУ 8734-75: $d_n = 8 \text{ мм}$.

3.3.3 Визначення тисків та витрат на гідродвигунах

Витрати розраховують після визначення конструктивних розмірів гідродвигунів на підставі заданих швидкостей руху і з урахуванням циклограми роботи приводів для кожного її такту.

Для гідроциліндра споживана витрата при роботі штока на виштовхування:

$$Q_{ci} = F_{1i} V_{1i};$$

при роботі штока на втягування:

$$Q_{wi} = F_{2i} V_{2i},$$

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 значень діаметрів:

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

Об'ємними втратами в гідроциліндрах можна знехтувати, $\eta_o = 1$.

Для гідромотора витрата визначається як

$$Q_{ГМ} = \frac{q_i n_i}{\eta_{oi}},$$

де q_i – паспортне значення робочого об'єму двигуна; n_i – частота обертання вихідного валу; η_{oi} – об'ємний ККД.

Далі будемо визначати витрати і тиски для висування та втягування гідроциліндрів підйому і висування стріли.

					<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Параметри гідроциліндрів:

ГЦ1 - телескопічний:

$D_1=100\text{мм}$, $l_1=2000\text{ мм}$, $t_{p1}=40\text{ с}$ (час руху при виштовхуванні або втягуванні). Втягування гідроциліндру відбувається механічно, штокової порожини немає.

ГЦ2,3 – пара гідроциліндрів підйому стріли:

$D_2=60\text{ мм}$, $d_2=40\text{ мм}$, $l_2=800\text{ мм}$, $t_{p2}=10\text{ с}$ (час руху при виштовхуванні або втягуванні).

Визначимо робочу площу ГЦ1:

$$F_{1.1} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,1^2}{4} = 7,85 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

Визначимо робочі площі ГЦ2,3:

$$F_{1.2} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,06^2}{4} = 2,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

$$F_{2.2} = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} = \frac{\pi(0,06^2 - 0,04^2)}{4} = 1,57 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

Визначимо витрати Q_i споживані гідродвигунами.

ГЦ1 – виштовхування

Швидкість:

$$V_1 = \frac{l_1}{t_{p1}} = \frac{2}{40} = 0,05 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Витрата:

$$Q_1 = F_{1.1} \cdot V_1 = 7,85 \cdot 10^{-3} \cdot 0,05 = 39,25 \cdot 10^{-5} \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

ГЦ2,3– виштовхування

Швидкість:

$$V_2 = \frac{l_2}{t_{p2}} = \frac{0,8}{10} = 0,08 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Витрата:

$$Q_2 = 2 \cdot F_{2.1} \cdot V_2 = 2 \cdot 2,8 \cdot 10^{-3} \cdot 0,08 = 44,8 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$$

ГЦ2,3– втягування

Швидкість:

					<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

$$V_2 = \frac{l_2}{t_{p2}} = \frac{0,8}{10} = 0,08 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Витрата:

$$Q_2 = 2 \cdot F_{2.2} \cdot V_2 = 2 \cdot 1,57 \cdot 10^{-3} \cdot 0,08 = 25,12 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$$

Перепад тисків в порожнинах гідродвигунів $\Delta P_{Ц}$ визначається навантаженням на шток і тиском у зливній порожнині:

$$\Delta p_{Ц} = p - p_{зл}$$

Тиск в робочій порожнині при виштовхуванні штока:

$$p = \frac{P_H}{F \cdot \eta_M} + \frac{p_{зл.}}{\Psi};$$

при втягуванні:

$$p = \left(\frac{P_H}{F \cdot \eta_M} + p_{зл.} \right) \Psi,$$

де P_H - корисне навантаження; F – робоча площа; $p_{зл.}$ - тиск в зливній порожнині; η_M - механічний ККД, $\eta_M = 0.93 - 0.97$; $\psi_M = \frac{D^2}{D^2 - d^2}$, D і d – діаметр поршня і штока.

При холостому ході корисне навантаження на шток визначається механічними втратами:

$$P'_H = P_H(1 - \eta_M)$$

Визначаємо тиски в робочій порожнині гідроциліндрів в кожному такті.

ГЦ1 – виштовхування

$$p = \frac{14650}{7,85 \cdot 10^{-3} \cdot 0,95} + \frac{0,5 \cdot 10^6}{2} = 22,1 \cdot 10^6 \text{ Па};$$

ГЦ2,3– виштовхування

$$p = \frac{15000}{2 \cdot 2,8 \cdot 10^{-3} \cdot 0,95} + \frac{0,5 \cdot 10^6}{1,6} = 31,3 \cdot 10^6 \text{ Па};$$

ГЦ2,3– втягування

$$p = \left(\frac{15000(1 - 0,95)}{2 \cdot 2,8 \cdot 10^{-3} \cdot 0,95} + 0,5 \cdot 10^6 \right) \cdot 1,6 = 1,03 \cdot 10^6 \text{ Па};$$

					<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

3.4 Підбір гідроапаратів

Дросель Oleoweb S.R.L. STUF120.



Рисунок 3.3. Дросель зі зворотнім клапаном.[20]

Характеристики:

- Максимальний тиск 400 bar
- Максимальна витрата 70 л/хв
- Робоча температура -20...+80 °C
- Вага 0,63 кг.

Клапан тиску VMP | 1/2" BSP.



Рисунок 3.4. Клапан переливний.[21]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ

Арк.

56

Характеристики:

- Рекомендована температура робочої рідини 50 °C
- Максимальна витрата 70 л/хв
- Рекомендована в'язкість робочої рідини 30 cSt.
- Тиск до 400 bar

Фільтр напірний MPFiltri FMM0501BADA10NP01.



Рисунок 3.5. Фільтр напірний. [22]

Характеристики:

- Робочий тиск до 420 bar
- Максимальна витрата 450 л/хв
- Тонкість фільтрації 10 мкм

Клапан зворотній VU | 1/2" BSP.



Рисунок 3.6. Клапан зворотній. [23]

					<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Характеристики:

- Максимальна витрата 70 л/хв
- Тиск відкриття 0,4 – 0,7 bar
- Максимальний робочий тиск 350 bar
- Вага 0,33 кг.

Фільтр зливний MPFiltre T05V0R+8CS070P25A.



Рисунок 3.7. Фільтр зливний.[24]

Характеристики:

- Робочий тиск до 350 bar
- Максимальна витрата 70 л/хв
- Тонкість фільтрації 25 мкм

Розподільники ВВ hydraulic BM70.

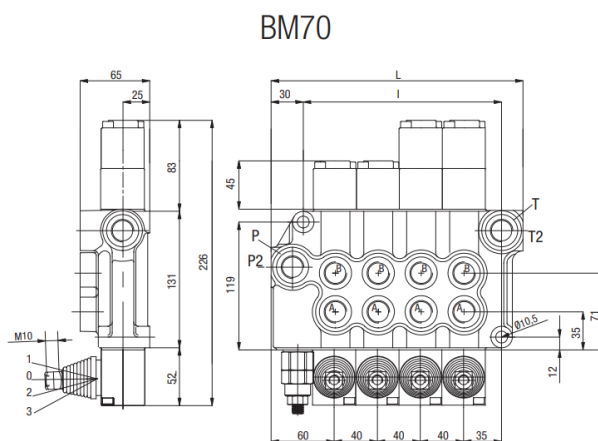


Рисунок 3.7. Розподільник багатосекційний.[25]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ

Арк.

58

Характеристики:

- Тип керування електромагнітний 20 В
- Кількість секцій від 1 до 5
- Номінальна витрата 70 л/хв
- Номінальний тиск 300 bar
- Номінальні витоки 4 – 8 см³/хв.

3.5 Гідравлічний розрахунок трубопроводу

3.5.1 Визначення розмірів трубопроводів

Задача розрахунку - визначення діаметрів трубопроводів і втрат тиску, що виникають у них при переміщенні робочої рідини.

Попередньо приймемо наступні довжини трубопроводів:

- Всмоктувальна ділянка 0,5 м.
- Напірна ділянка 3,5 м.
- Зливна ділянка 3 м.

Подальші розрахунки проведемо для такту висування ГЦ підйому стріли.

Розрахунок варто робити по ділянках, що мають однакову витрату. Ділянка являє собою трубопровід з установленими на ньому місцевими опорами (трійники, штуцера, коліна і т.п.) і гідроапаратами.

$$d_m = \sqrt{\frac{4Q_T}{\pi \cdot V_{cp}}}$$

де Q_T - витрата рідини на ділянці що розраховується, V_{cp} - середня швидкість рідини.

Середню швидкість рідини вибирають у залежності від призначення трубопроводу:

для всмоктувальних $V=0,5...1,5$ м/ с;

для зливальних $V= 1,4...2,2$ м/ с;

для напірних $V= 3...6$ м/ с.

Визначаємо діаметри трубопроводів:

- внутрішній діаметр всмоктувальної ділянки:

					<i>ДПО1.МА 9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Коефіцієнт тертя λ залежить від режиму плинину рідини й визначається по числу Рейнольдса:

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu},$$

де ν - кінематична в'язкість рідини.

При ламінарному русі рідини ($Re < 2320$).

Враховуючи можливість звуження і викривлення перерізу труби при практичних розрахунках приймають:

$$\lambda = 75 / Re.$$

При турбулентному русі ($Re \geq 2320$) коефіцієнт тертя λ залежить від числа Рейнольдса, й від відносної шорсткості стінок каналу. Сталеві труби мають шорсткість $\Delta \approx 0,03$ мм, труби з кольорових металів вважаються практично гладкими.

Всмоктувальна лінія (l=0,5м):

- коефіцієнт Рейнольдса: $Re = 0,97 \cdot \frac{0,025}{12 \cdot 10^{-6}} = 2020,8 < 2320$ -ламінарний режим
- коефіцієнт Дарсі: $\lambda = \frac{75}{2020,8} = 0,03$;
- втрати на гідравлічне тертя:

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0,03 \cdot 0,5 \cdot 870 \cdot 0,97^2}{0,025} = 245,6 \text{ Па}$$

Зливна лінія (l=3,5м):

- коефіцієнт Рейнольда: $Re = 1,52 \cdot \frac{0,02}{12 \cdot 10^{-6}} = 2533,3 > 2320$ -турбулентний режим
- коефіцієнт Дарсі $\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{2533,3}} = 0,044$;
- втрати на гідравлічне тертя:

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0,044 \cdot 3,5 \cdot 870 \cdot 1,52^2}{0,02} = 7738,68 \text{ Па}$$

Напірна лінія (l=3м):

					<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

- коефіцієнт Рейнольда: $Re = 2,38 \cdot \frac{0,016}{12 \cdot 10^{-6}} = 3173,3 > 2320$ -
турбулентний режим
- коефіцієнт Дарсі: $\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{3173,3}} = 0,042$;
- втрати на гідравлічне тертя:

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0,042 \cdot 3 \cdot 870 \cdot 2,38^2}{0,016} = 19404,11 \text{ Па}$$

Сумарні втрати на гідравлічне тертя при максимальній витраті:

$$\Sigma \Delta p_T = 245,6 + 7738,68 + 19404,11 = 27388,39 \text{ Па} \approx 0,03 \text{ МПа}$$

Результати розрахунків заносим у таблицю 4.4

Таблиця 3.1

Номер ділянки	l , м	d , мм	Q , м ³ /с.	V , м/с	Re	λ	Δp_T , Па
1(BC)	0,5	25	$47,8 \cdot 10^{-5}$	0,97	2020,8	0,03	245,6
2(НАП)	3	16	$47,8 \cdot 10^{-5}$	1,52	2533,3	0,044	7738,68
3(ЗЛ)	3,5	20	$47,8 \cdot 10^{-5}$	2,38	3173,3	0,042	19404,11

3.5.3 Визначення втрат тиску в місцевих опорах

При $Re > 105$ коефіцієнт тертя практично не залежить від Re і можна прийняти $\lambda = 0,02$. Втрати на місцевих опорах визначимо по формулі:

$$\Delta p_M = 0,5 \rho \xi V^2;$$

де ξ - коефіцієнт місцевого опору.

Напірна лінія:

– Трійник:

$$\Delta p_M = 0,5 \cdot 870 \cdot 2,3 \cdot 2,38^2 = 6973,1 \text{ Па}$$

– Коліно

$$\Delta p_M = 0,5 \cdot 870 \cdot 0,13 \cdot 2,38^2 = 349,13 \text{ Па}$$

– Раптове розширення:

$$\Delta p_M = 0,5 \cdot 870 \cdot 0,9 \cdot 2,38^2 = 2728,6 \text{ Па}$$

Зливна лінія:

					<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

– Трійник:

$$\Delta p_M = 0,5 \cdot 870 \cdot 2,3 \cdot 1,52^2 = 2891,5 \text{ Па}$$

– Коліно:

$$\Delta p_M = 0,5 \cdot 870 \cdot 0,13 \cdot 1,52^2 = 163,4 \text{ Па}$$

– Раптове звуження:

$$\Delta p_M = 0,5 \cdot 870 \cdot 0,6 \cdot 1,52^2 = 754,29 \text{ МПа}$$

Сумарні втрати на місцевих опорах при роботі ГЦ підйому:

$$\Sigma \Delta p_M = 6973,1 + 349,13 + 2728,6 + 2891,5 + 163,4 + 754,29 = 13860 \text{ Па} \approx 0,014 \text{ МПа}$$

3.5.4 Визначення втрат у гідроапаратах

Втрати в гідравлічних апаратах, установлених на ділянці що розраховується, наведені в довідниках і каталогах на гідроапаратуру й вибираються для максимальної витрати через гідроапарат. Якщо для конкретного випадку витрата менше максимального, то табличні значення втрат необхідно перерахувати по формулі:

$$\Delta p_\partial = \Delta p_M \left(\frac{Q_\partial}{Q_H} \right)^2,$$

де $\Delta p_{ГА}$ - втрати тиску на гідроапараті при відповідній дійсності значення витрати Q_∂ ; Δp_M - втрати тиску, взяті по каталозі при максимальному значенні витрати Q_H .

При послідовному з'єднанні загальні втрати тиску являють собою суму втрат тиску на всіх ділянках:

$$\Delta p_\Sigma = \sum_{i=1}^{n_1} \Delta p_{Ti} + \sum_{i=1}^{n_2} \Delta p_{Mi} + \sum_{i=1}^{n_3} \Delta p_{\partial i}.$$

Напірна лінія:

Клапан зворотній:

$$\Delta p_\partial = \Delta p_M \left(\frac{Q_\partial}{Q_H} \right)^2 = 0,2 \left(\frac{28,68}{70} \right)^2 = 0,0336 \text{ МПа}$$

Фільтр напірний:

$$\Delta p_\partial = \Delta p_M \left(\frac{Q_\partial}{Q_H} \right)^2 = 0,05 \left(\frac{28,68}{450} \right)^2 = 0,0002 \text{ МПа}$$

					<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Розподільник:

$$\Delta p_{\partial} = \Delta p_M \left(\frac{Q_{\partial}}{Q_H} \right)^2 = 0,2 \left(\frac{28,68}{70} \right)^2 = 0,0336 \text{ МПа}$$

Зливна лінія:

Дросель:

$$\Delta p_{\partial} = \Delta p_M \left(\frac{Q_{\partial}}{Q_H} \right)^2 = 0,3 \left(\frac{28,68}{70} \right)^2 = 0,05 \text{ МПа}$$

Розподільник:

$$\Delta p_{\partial} = \Delta p_M \left(\frac{Q_{\partial}}{Q_H} \right)^2 = 0,2 \left(\frac{28,68}{70} \right)^2 = 0,0336 \text{ МПа}$$

Фільтр зливний:

$$\Delta p_{\partial} = \Delta p_M \left(\frac{Q_{\partial}}{Q_H} \right)^2 = 0,05 \left(\frac{28,68}{70} \right)^2 = 0,0084 \text{ МПа}$$

Сумарні втрати тиску на гідроапаратах:

$$\Sigma \Delta p_{ГА} = 0,0336 + 0,0002 + 0,0336 + 0,05 + 0,0336 + 0,0084 = 0,16 \text{ МПа.}$$

В результаті розрахунків, необхідний тиск насосу для роботи гідроциліндрів підйому стріли:

$$p_H = p_{Ц} + \Delta p_T + \Delta p_M + \Delta p_{ГА} = 31,3 + 0,03 + 0,014 + 0,16 = 31,5 \text{ МПа.}$$

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

В цьому розділі дипломного проекту було підібрано робочу рідину, зважаючи на специфіку використання такого маніпулятора. Потім проведено гідравлічний розрахунок для гідроциліндру висування та підйому стріли. Також підібрано стандартні гідравлічні елементи для системи.

					<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

В цьому розділі буде розроблено та розраховано технологію виготовлення поршня гідравлічного циліндру телескопічного типу. Такі гідроциліндри являються досить поширеними в області гідроприводу спецтехніки, кранів та навантажувачів.

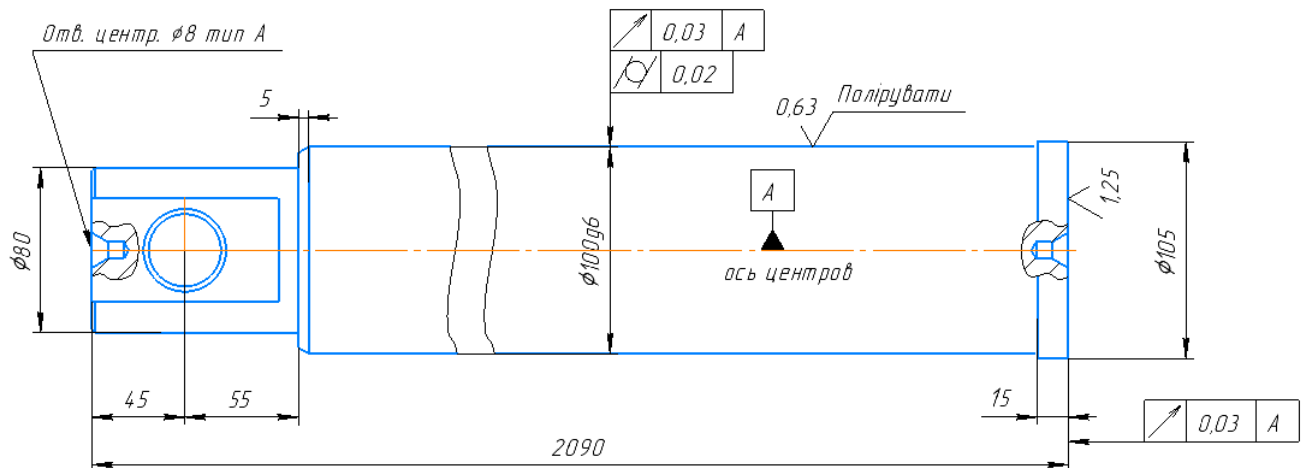


Рисунок 4.1 – Креслення деталі поршень.

4.1. Завдання на розробку

Знаючи тип виробництва, матеріал деталі і її конфігурацію, можна використати для заготовки круглий прокат з наступною токарною й фінішною обробками.

Заготовка поршню являє собою циліндричну деталь із незначними перепадами зовнішніх діаметрів.

Аналіз технологічності конструкції «Поршню» дозволяє зробити наступні висновки:

- конструкція допускає точіння поверхонь або торців "напрохід";
- конструкція поршню забезпечує вільний доступ вимірювального й різального інструменту до оброблюваних поверхонь;
- деталь не має глухих точних отворів і не вимагає підрізування внутрішніх або закритих торців;
- всі оброблювані поверхні або отвори або паралельні або розташовані під прямими кутами одна до одної;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ

Арк.

65

- конструкція валу відрізняється досить високою твердістю й допускає високі режими різання;

У цілому конструкція «Поршня» технологічна.

4.2. Вибір матеріалу

«Поршень» відноситься до класу «Круглі стрижні» й є однієї із провідних деталей гідроциліндру.

«Поршень» виготовляється з легованої сталі 40Х, широко застосовуваної для виготовлення сильно навантажених деталей, які випробовують значні знакозмінні згинаючі навантаження.

Фізичні властивості й хімічний склад сталі 40Х наведені:

Таблиця 4.1 Хімічний склад і механічні властивості сталі 40Х.

Марка	Масова частка елемента у відсотках						
	Вуглець С, %	Кремній Si, %	Марганець Mn, %	Хром Cr, %	Фосфор P, %	Нікель Ni, %	Сірка S, %
Сталь 40Х	0,36-0,44	0,17-0,37	0.5 - 0,8	0,8-1.1	0-0,035	0-0,3	0-0,035

Таблиця 4.2. Механічні властивості сталі 40Х

Марка сталі	Границя міцності при розтягуванні, МПа	Границя міцності при зрізі, МПа	Твердість по Брінелю НВ,	Відносне подовження (звуження), %
40Х	785	510	220	45

4.3. Вибір заготовки і її техніко-економічне обґрунтування

Вихідними даними для вибору методу виготовлення заготовки є креслення валу, матеріал валу - сталь 40Х.

Габаритні розміри поршню – Ø105x2090 мм. Деталь має чотири точні поверхні – Ø100g6, Ø35H7, Ø55d9.

Маса деталі: 125 кг.

Визначаємо мінімальний діаметр круглого прокату використовуємо таблиці ДСТУ 7505-89. Приймаємо розмір прокату, мм:

					<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

для $\text{Ø}105\text{h}14 - \text{Ø} 105+2\cdot 5=115$, приймаємо $\text{Ø} 115+2\cdot 5= \text{Ø} 115\text{h}12$.

4.4. Вибір типового технологічного процесу та типових схем обробки поверхонь

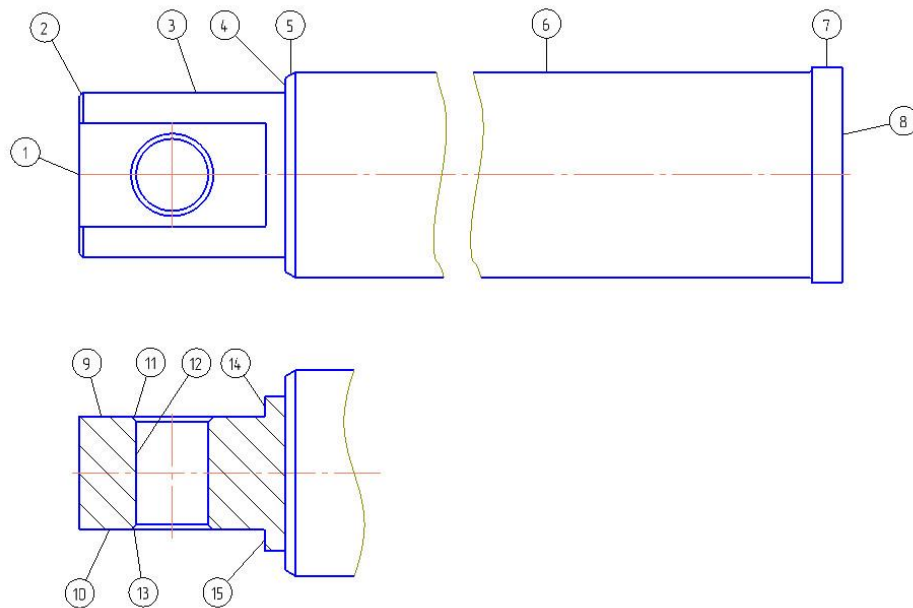


Рисунок 4.2 – Креслення поршня з позначенням поверхонь.

Конструкцію деталі можна розділити на сукупність типових геометричних фігур, які об'єднані загальним службовим призначенням деталі. Типовими елементами конструкції є: циліндричні, або конічні, зовнішні й внутрішні поверхні, сукупність площин, фасонні поверхні - гвинтові, евольвентні та інші.

При виборі технологічних послідовностей обробки поверхонь необхідно приймати в увагу верстатне встаткування, що може забезпечити виконання такої послідовності обробки. Перевага необхідно віддавати таким послідовностям, які мають потребу в мінімальній кількості різних типів верстатів для її реалізації.

Відповідно до цього, практикою машинобудівне виробництво накопичене виробничий досвід технологічних послідовностей економічної обробки типових поверхонь для забезпечення заданої точності розмірів і параметрів шорсткості робочих поверхонь. Практично всі технологічні довідники приводять такі послідовності. Типові технологічні послідовності

обробки поверхонь є типовими рекомендаціями, які необхідно додатково аналізувати й уточнювати при технологічному проектуванні.

Тому що деталь «Поршень» віднесемо до класу «круглі стрижні», тому технологічний процес її обробки містить наступні операції:

- чорнова та чистова обробка половини зовнішньої поверхні обігу й торця;
- чорнова та чистова обробка другої половини зовнішньої поверхні обігу й торця,
 - фрезерування невеликих поверхонь, свердління, зенкерування, нарізування різьблення;
 - чистова обробка поверхні обігу шліфуванням;

Виходячи із заданих на кресленні вимог до якості (точності й шорсткості) оброблюваних поверхонь і типового технологічного процесу підбираємо типові схеми їхньої обробки.

На підставі вищевикладеного розробляємо маршрутний технологічний процес виготовлення деталі «Поршень».

Таблиця 4.3 – Типові послідовності оброблення поверхонь заготовки

					<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

№	Характеристики якості поверхонь за креслеником		Технологічна послідовність оброблення (можливі варіанти)	Характеристики якості поверхні після оброблення	
	Точність розмірів в IT	Параметр шорсткості R_a , мкм		Точність розмірів IT	Параметр шорсткості R_a , мкм
1,8	14	10	Фрезерування попереднє Фрезерування завершальне	14 12	10 5
9,10,14,15	9	1,25	Фрезерування попереднє Фрезерування завершальне Шліфування	14 12 9	10 5 1.25
6	6	0,63	Точіння чорнове Точіння завершальне Шліфування чорнове Шліфування чистове Полірування	14 12 9 7 6	10 10 5 1.25 0.63
12	7	0.63	Центрування Свердління Зенкерування Розвертання попереднє Розвертання завершальне	12 12 10 9 7	10 10 5 1.25 0.63
2,3,4,5,7	14	10	Точіння попереднє Точіння завершальне	14 12	10 5
11,13	14	10	Зенкування фаски	14	10

4.5. Розробка маршрутного технологічного процесу

Операція 001. Фрезерно-центрувальна

Устаткування: Фрезерно-центрувальний МР-71

Пристрій: Самоцентрувальна призма та прихвати,

					<i>ДПО1.МА 9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Інструмент: фреза торцова Ø125 T5K10, свердло комбіноване А8 ДСТУ 14952-79,

Зміст операції:

001.01. Фрезерувати два торці одночасно, витримуючи розмір 1.

001.02. Центрувати два торці одночасно, витримуючи розмір 1,2,3,4

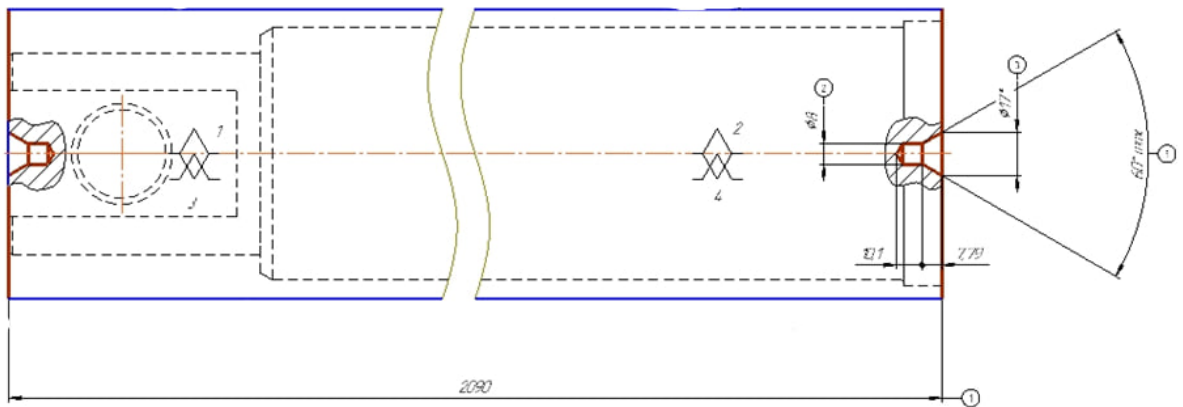


Рис. 4.3. Креслення для операції 001.

Операція 002. Токарна зі ЧПК

Верстат: Токарний зі ЧПК 16K20Ф3 (Чорнова й чистова обробка, підрізання торців, точіння фасок з однієї сторони)

Оснастка: самоцентрувальний патрон, обертальний центр.

Інструмент: різець прохідний T5K10,

Зміст операції:

Установити, закріпити, зняти.

002.1 Точити зовнішні циліндричні поверхні начорно та начисто, витримуючи розміри 1,2,3,4,5,6.

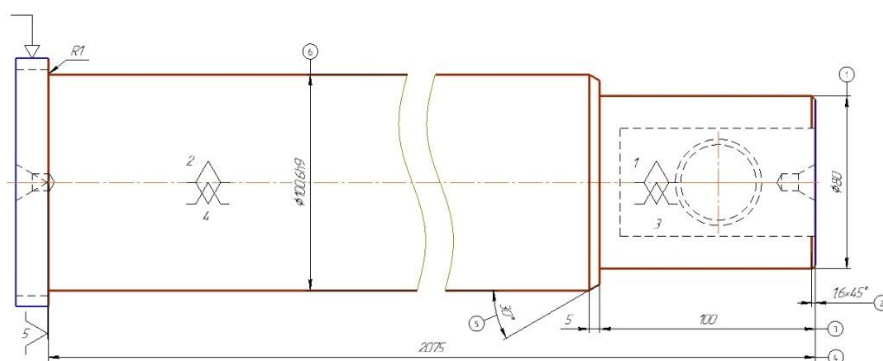


Рис. 4.4. Креслення для операції 002.

					ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

004.7 Зенкувати фаску, витримуючи розмір 3,

004.8 Повернути заготовку на 180°. Зенкувати другу фаску, витримуючи розмір 3,

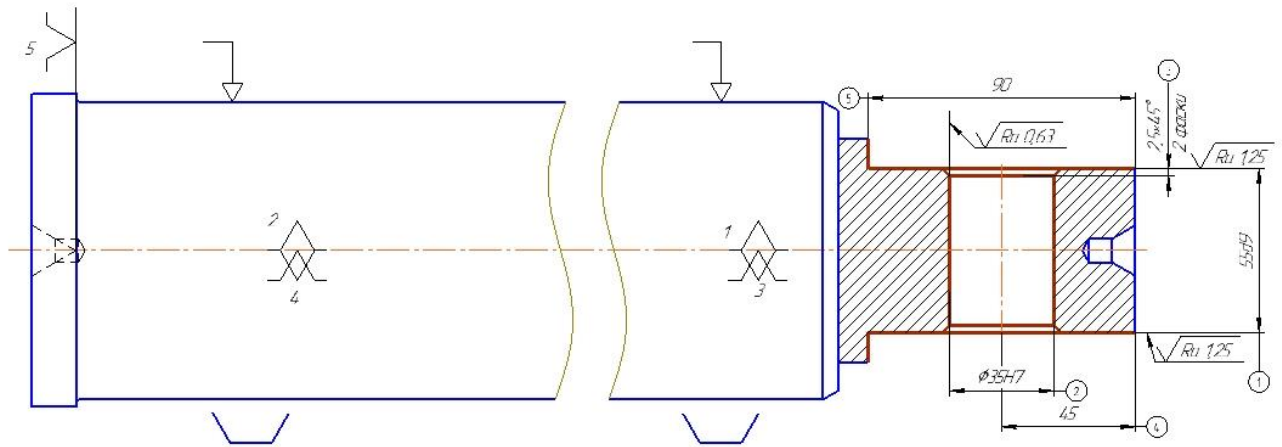


Рис. 4.6. Креслення для операції 004.

Операція 005. Круглошліфувальна .

Верстат: Круглошліфувальний 3А110К.

Інструмент і оснастка: патрон, шліфувальний круг ПП 100x20x10, Калібр-скоба $\phi 100g6$.

Зміст операції:

005.1 Шліфувати циліндричну поверхню начорно, витримуючи розмір $\phi 100, 1h7$.

005.2 Шліфувати циліндр. поверхню начисто, витримуючи розмір 1.

005.3 Полірувати поверхню $\phi 100g6$, витримуючи $Ra 0.63$.

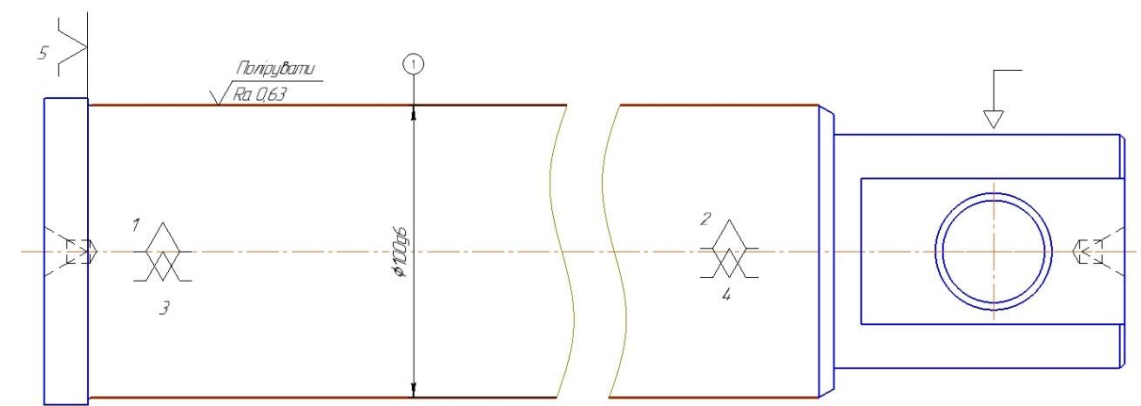


Рис. 4.7. Креслення для операції 005.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПО1.МА 9103.00.00.00 ПЗ

Арк.

72

4.6. Визначення режимів різання, норм часу, призначення ріжучого та мірального інструментів, пристосувань.

Визначення режимів різання проводимо з відповідних довідників [1,2,5,6]. Результати розрахунків зводимо в таблиці:

Таблиця 4.4 – Режими різання для операції 001

№	Оброблення	V , м/хв	h , мм	S_o , мм/об	n , об/хв
1	Фрезерування	235	3.5	2	600
2	Центрування	26,7	8.5	0,2	500

Таблиця .5 – Режими різання для операції 002

№	Оброблення	V , м/хв	h , мм	S_o , мм/об	n , об/хв
1	Точіння чорнове	150	2x2	0,2	400
2	Точіння чистове	216	1	0,14	600

Таблиця 4.6– Режими різання для операції 003

№	Оброблення	V , м/хв	h , мм	S_o , мм/об	n , об/хв
1	Точіння чорнове	150	2x3	0,2	400
2	Точіння чистове	216	1,5	0,14	600

Таблиця 4.7. – Режими різання для операції 004

№	Оброблення	V , м/хв	h , мм	S_o , мм/об	n , об/хв
1	Фрезерування чорнове	157	3x3	2	500
2	Фрезерування чорнове	188	1	0,2	600
3	Свердління	27	17	0,2	1600
4	Зенкерування	29	0.4	0,3	1600
5	Розгорування чорнове	12	0,075	0,7	100
6	Розгорування чистове	14	0,025	0,8	125
7	Фрезерування чорнове	157	3x3	2	500
8	Фрезерування чорнове	188	1	0,2	600
9	Зенкувати фаску	25	2,5x2	0,3	200

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ

Арк.

73

Таблиця 4.8. – Режими різання для операції 005

№	Оброблення	V , м/хв	h , мм	S_o , мм/об	n , об/хв
1	Шліфування попереднє	30	0.1	6	100
2	Шліфування завершальне	30	0,05	6	100

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

В цьому розділі дипломного проекту було розроблено технологію виготовлення деталі «поршень». Такий процес можливо реалізувати використовуючи фрезерний, токарний та круглошліфувальний верстати. Також необхідно використати набір різців, сверدل, розгорток, та шліфувальних кругів. Серед обладнання необхідно використовувати прихвати, тримачі, центрувальні призми та токарний партон.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Дотримання норм і правил по охороні праці є однієї з найбільш важливих характеристик стану виробничої й трудової дисципліни. Охорона праці - це система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я й працездатності людини в процесі праці.

Підвищення безпеки праці, поліпшення умов праці безпосередньо впливають на продуктивність праці, якість і собівартість продукції, тощо, стан здоров'я працюючих. Безпека праці забезпечується дотриманням санітарних норм, інструкцій, стандартів по безпеці праці, правил по техніці безпеки.

До небезпечних чинників, що можуть виникнути при роботі з такою установкою відносяться:

- небезпека механічного ураження рухомими елементами
- пожежонебезпека
- підвищений рівень шуму

5.1 Правила техніки безпеки при роботі крана-маніпулятора

Перед роботою оператор (машиніст) повинен переконатися в тому, що тиск повітря в шинах відповідає встановленій нормі, а транспортний засіб надійно загальмований. Якщо стоянкове гальмо транспортного засобу діє не на всі колеса, а розвантаження загальмованих коліс, необхідно вжити заходів, що забезпечують гарантоване виключення руху транспортного засобу при роботі крана-маніпулятора, наприклад, встановити клиноподібні підкладки під колеса. При підйомі вантажу, за масою близького до максимального для даного вильоту, оператор (машиніст) повинен перевірити стійкість крана-маніпулятора та правильність стропування вантажу шляхом його підняття на висоту 0,1 - 0,2 м.

Забороняється робота крана-маніпулятора:

- с несправними звуковим сигналом і приладами безпеки;

					<i>ДПО1.МА 9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

- на майданчику, що не відповідає вимогам, що висуваються;
- при температурі повітря, відмінної від зазначеної в паспорті. ін.

Щоб уникнути аварії під час перерви в роботі і при будь-якій відлучці оператора (машиніста) необхідно відчепити вантаж, а стрілове обладнання опустити на опору, наприклад, у кузов автомобіля, або перевести в транспортне положення.

Оператору (машиністу) забороняється вимикати двигун, відключати привід насоса і залишати пост керування за наявності вантажу на гаку. виконання робочих операцій (особливо при роботі з вантажами, близькими до номінальних для даного вильоту);

- відривати вантаж, засипаний ґрунтом або іншими предметами, а також примерзлий;
- проводити будь-які роботи з ремонту, регулювання або обслуговування;
- допускати до обв'язування та зачеплення вантажу сторонніх осіб;
- допускати на кран-маніпулятор та в зону його дії сторонніх осіб, та без спостереження особи, відповідальної за безпечне проведення робіт.

5.2 Правила пожежної безпеки

Під час роботи крана-маніпулятора з вогнебезпечними вантажами або під час перебування крана-маніпулятора на території, небезпечній у пожежному відношенні, оператор (машиніст) зобов'язаний попередити про це обслуговуючий персонал, заборонити куріння та користування відкритим вогнем, а також не допускати іскроутворення. Оператор (машиніст) повинен не допускати використання відкритого вогню і не палити при заправці крана-маніпулятора паливом, олією тощо; - стежити, щоб біля вихлопної труби не було легкозаймистих речовин і предметів; під час проведення зварювальних робіт. У разі пожежі необхідно зняти напругу з електроустаткування та зупинити двигун.

Для ліквідації невеликих осередків пожеж, а також для гасіння пожеж у початковій стадії, силами персоналу об'єкта застосовуються

					<i>ДПО1.МА 9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

первинні засоби пожежогасіння. До них відносяться: вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна або товсті, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати), пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири тощо). Їх застосовують для ліквідації невеликих загорянь до приведення в дію стаціонарних та пересувних засобів гасіння пожежі або до прибуття пожежної команди.



Рис.5.1 Вогнегасник порошковий ВВК-3,5 (ОУ-5)

Технічні характеристики вогнегасника вуглекислотного ВВК-3,5:

- Об'єм корпусу вогнегасника вуглекислотного ВВК-3,5 (ОУ-5) 5 л
- Маса вогнегасної речовини вогнегасника вуглекислотного ВВК- 3,5 (ОУ-5): 3,5 кг
- Маса вогнегасника (не більше): 12 кг
- Температури при якій можна експлуатувати вогнегасник в вуглекислотний ВВК-3,5 (ОУ-5) від -20° до $+50^{\circ}$
- Робочий тиск в корпусі при температурі 20° 5,7 МПа
- Робочий тиск в корпусі при температурі 50° 14,7 МПа
- Вогнегасна здатність вогнегасника вуглекислотного ВВК-3,5 (ОУ- 5): 34В
- Вид вогнегасної речовини в вогнегаснику вуглекислотному ВВК- 3,5 (ОУ-5): двоокис вуглецю рідкий (по ДСТУ 4817)

					<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

- Строк служби 10 років

5.3. Небезпека механічного пошкодження

Механічна небезпека означає можливість непередбаченого фізичного впливу рухомих частин механізму на людину. В даній системі така небезпека може виникати внаслідок руху елементів стріли, які здійснюють поступальний та обертальний рух, а також елементів гідроциліндрів і гідромотору та пов'язаних з ним елементів, які рухаються. Цей вид небезпеки описаний в нормативному документі ДСТУ EN ISO 12100:2016.

Незахищені рухомі частини гідравлічного обладнання можуть призводити до ударів або зіткнень з оператором або іншими працівниками, що може призвести до тілесних ушкоджень різного ступеня тяжкості. Це може статися в разі неправильного розташування рук або тіла в зоні дії рухомої частини пристрою, а також при розриву шлангів або ущільнень, впливу небезпечних сил або несправностей у системі.

Для уникнення травмування внаслідок захоплення рухомими частинами механізмів працівники повинні дотримуватись наступних правил:

- працівники повинні носити спецодяг, який повністю застібається на всі гудзики, щоб запобігти доступу рухомих частин до шкіри. Засукування рукавів та запикування штанин в чоботи заборонено.
- всі роботи зі заміною елементів системи, таких як гідроциліндр або насос всередині механізму, повинні виконуватись тільки при вимкненій системі та лише у випадку, коли всі рухомі елементи зупинилися.
- під час випробування роботи агрегату, після монтажу або обслуговування, працівник повинен знаходитись на іншому боці від рухомих частин, якщо це можливо, або відступити від механізму на відстань, при якій захоплення рухомими частинами неможливе. Цей захід безпеки зменшує ризик потрапляння у зону руху частин та можливість травмування.

					<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

Дотримання цих правил допоможе забезпечити меншу ймовірність травмування працівників і зменшити ризик виникнення нещасних випадків, пов'язаних з механічними небезпеками.

5.4. Небезпека підвищених шумів та вібрації

При роботі з такою системою, необхідно відповідати вимогам, установленим у ДСН 3.3.6.039-99, щодо норми вібрації на поверхні. Вібрації, що виникають у таких системах, відносяться до 1-ї категорії. Це означає, що вони впливають на людину на робочих місцях самохідних машин, причепів, вантажних автомобілів під час руху по місцевості, агрофонах та дорогах (включаючи будівництво).

Важливо регулярно перевіряти та обслуговувати механізми машини та обладнання, які використовуються на робочих місцях. Це включає перевірку вібраційних характеристик, належне змащення та заміну деталей, які можуть спричинити вібрації. Також важливо організувати робочі процеси раціонально, щоб зменшити тривалість впливу вібрацій на працівників. Наприклад, розподілити завдання, забезпечити час для відпочинку та регулярні перерви в роботі.

Щодо шумових характеристик, вони також повинні відповідати вимогам, встановленим у ДСН 3.3.6.037-99 стосовно максимального рівня шуму. Виробничі умови, супроводжені шумом, можуть створювати небезпеку через обмежену здатність сприймати мову та спілкуватися. Це може призвести до потенційних нещасних випадків, оскільки інформацію можна чути нечітко або навіть нечутно, що ускладнює сприйняття попереджувальних сигналів, наприклад, шуму наближаючого транспорту або звуків падаючих предметів.

У випадку перевищення норми рівня шуму під час роботи необхідно використовувати захисні навушники, а для зменшення впливу вібрації можна використовувати спеціальні гумові рукавиці.

					<i>ДПО1.МА 9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 6

У даному розділі були визначені потенційні небезпечні фактори, які можуть мати негативний вплив на людину та викликати ушкодження або створити ризики для її життя і здоров'я. Для кожного потенційно небезпечного фактору були наведені правила і рекомендації, щоб мінімізувати такі ризики.

					<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

ВИСНОВКИ ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

В першому розділі дипломного проекту було визначено основні типи кранів – маніпуляторів, їх особливості, типи, а також переваги та недоліки. Глибоко проаналізовано типові характеристики і на основі цього обрані параметри, конструкція і її особливості для подальшого проектування системи.

В наступному розділі розглянуті типові гідравлічні схеми рішень, які застосовуються в гідравлічних маніпуляторах, а саме схеми з використанням гідрозамків, диференціального включення гідроциліндрів та схеми з кількома клапанами тиску. В результаті була створена схема власного рішення та складена таблиця переліку гідравлічних елементів.

Наступним етапом дипломного проекту включав в себе підбір робочої рідини, зважаючи на специфіку використання такого маніпулятора. Потім проведено гідравлічний розрахунок для гідроциліндру висування та підйому стріли. Також підібрано стандартні гідравлічні елементи для системи.

В технологічному розділі дипломного проекту розроблено технологію виготовлення деталі «поршень». Запропоновано реалізувати такий процес з використанням обробки на фрезерному, токарному та круглошліфувальному верстатах.

В кінці визначено потенційні небезпечні фактори, які можуть мати негативний вплив на людину та викликати ушкодження або створити ризики для її життя і здоров'я. Для кожного потенційно небезпечного фактору були наведені правила і рекомендації, щоб мінімізувати такі ризики.

					<i>ДПО1.МА 9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА

1. (<https://uk.wikipedia.org>)
2. **Лагерев, И.А.** Динамика трехзвенных гидравлических кранов-манипуляторов [Текст] + [Электронный ресурс]: монография / И.А. Лагерев, А.В. Лагерев. – Брянск: Изд-во БГТУ, 2012. – 196 с.: ил. – ISBN 978-5-89838-608-5.
3. <https://www.hoists-china.com/>
4. <https://astartat.com.ua/ua/GSTM1000>
5. <https://gazobeton.dp.ua/articles/vidy-kranov-manipulyatorov.html/>
6. <http://japankran.ru/news/35-gidromanipulyator-news/143-1-strela/>
7. <https://dlagro.com.ua/>
8. <https://dlight.com.ua/>
9. <https://www.waste.ru/>
10. Основы функционирования гидропривода. Методические указания. Магнитогорск 2011 г. – 28 с.
11. Довідник технолога-машинобудівника в 2-х томах. Під ред. А.Г. Косилової і Р.К. Мещерякова - 4-і изд. перероблене й доповнене - М.: Машинобудування. 1986р. - 656 з й 496 с.
12. Горбацевич А.Ф. Шкред В.А. Курсове проектування по ТМС. - Мінськ: Вища школа. 1983 р. -256 с.
14. Обработка металлов резанием. Довідник технолога. Під реакцією канд. техн. наук Монахова.
15. Загальномашинобудівні нормативи часу й режимів різання для нормування робіт виконуваних на універсальних і багатоцільових верстатах зі ЧПК. Частина 1. Нормативи часу.: М.: Економіка. 1990р. - 206с.
16. Загальномашинобудівні нормативи часу й режимів різання для нормування робіт виконуваних на універсальних і багатоцільових верстатах зі ЧПК. Частина 2. Нормативи режимів різання.: М.: Економіка. 1990р. - 474 с.

					<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

17 Родін П.Р. Металорізальні інструменти. Підручник для вузів. 3-і видання перероблений і доповнене - Київ: Вища школа. 1986р. - 455с.

18. Довідник пристосування: Довідник. В 2-х томах. Під ред. Б.Н. Вардашкина, Т1 : М.: Машинобудування. 1984р. - 592 с.

19. Довідник пристосування: Довідник. В 2-х томах. Під ред. Б.Н. Вардашкина, Т2 : М.: Машинобудування. 1984р. - 656 с.

20. Дроселі https://hydro-maximum.com.ua/p1251597335-drossel-obratnym-klapanom.html?source=merchant_center&gclid=Cj0KCQjw1rqkBhCTARIsAAHz7K2VWI3T4nhzY2lAEic_5BRSCRwyt-ll5itTV8b7JdfpcKZajzc4qXwaAnliEALw_wcB

21. Клапан переливний <https://hydraulic.ua/content/files/vmp-18466614.pdf>

22. Фільтр напірний https://interzbut.com.ua/p1476461786-filtr-napornyj-gidravlicheskij.html/?gclid=Cj0KCQjw1rqkBhCTARIsAAHz7K2hhgXXrpM_0aDowHUf1fFzF-HRV3cidqAOgZXECDamh2yWtQzJnYaAkGiEALw_wcB

23. Зворотній клапан https://hydraulic.ua/zvorotniy-klapan-vu-1-bsp-160-1-khv-04-07-350-bar/?gclid=Cj0KCQjw1rqkBhCTARIsAAHz7K1icoXvbOCcglGYVF3kuV-HaEJKDQbMWgpBSr5cGfzDWIox8wtNh1waAu2REALw_wcB

24. Фільтр зливний https://interzbut.com.ua/p1331094599-filtr-slivnoj-gidravlicheskij.html/?gclid=Cj0KCQjw1rqkBhCTARIsAAHz7K39S2eKLJ_2YqhXVuFHfjd4Mc7mVVCglb7j9yseUmvvtS3SLsc2wmAcaAozMEALw_wcB

25. Розподільники <https://blbhydraulic.com/download/catalog-and-accessories-bm70-100-bf701-monoblock/?lang=en>

					<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

					<i>ДПО1.МА9103.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84