

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 привід управління воротами ангара _____

Виконав (-ла): студент (-ка) 4 курсу, групи МА-92

_____ Іванущенко Віталій Юрійович _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник _____ д.т.н., професор Узунов Олександр Васильович _____

(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 _____

(назва розділу)

_____ к.т.н., доц. Кореньков В.М. _____

(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

Іванущенко Віталію Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту Гідравлічний привід управління воротами ангара

керівник проєкту Узунов Олександр Васильович, д.т.н., проф.

(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 08.06.23 року

3. Вихідні дані до проєкту Тип воріт – розкатні, L = 80 м, h = 14 м, m = 8000кг,

P = 6,3 МПа, Vвід./закр. = 0,02 м/с, Δt = -30...+45 °C

4. Зміст пояснювальної записки Розділ 1. Огляд конструктивних рішень

виробників ангарних воріт; Розділ 2. Розробка гідравлічного приводу управ-

ління воротами ангара; Розділ 3. Технологія виготовлення деталей;

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів,

презентацій тощо) Пояснювальна записка, Розрахункова схема, Загальні види,

Складальне креслення, Креслення деталей, Специфікація.

6. Консультанти розділів проєкту

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
	Отримання завдання до дипломного проєкту	01.02.2023	Виконано
	Розробка проєкту	02.02.-08.06.2023	Виконано
	Робота над проєктом, розрахунками та кресленнями	07.03.-08.06.2023	Виконано
	Проходження практики	17.04.-21.05.2023	Виконано
	Преддипломний захист	08.06.2023	Виконано
	Доопрацювання проєкту	08.06.-20.06.2023	Виконано
	Захист дипломного проєкту	20.06.2023	Виконано

Студент

_____ Івануценко В.Ю.
(підпис) (Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту

_____ Узунов О.В.
(підпис) (Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Пояснювальна записка до дипломного проєкту

на тему: Гідравлічний привід управління воротами ангара

Київ – 2023 рік

Анотація

У цьому дипломній проекті проведена розробка і проектування гідравлічного приводу управління кожної з двох пар секцій ангарних воріт в незалежному режимі. Розроблено схему гідравлічного приводу з робочим тиском 6,3 МПа та блокуючим циліндром. Робота містить гідравлічну та електричну схему, креслення блокуючого гідроциліндра, технологію виготовлення поршня блокуючого гідроциліндра, гідравлічну та електричну схему, також розглянуто основні питання охорони праці при роботі з гідроприводом.

Ключові слова: гідромотор, гідравлічна схема, електрична схема, гідропривід

Робота містить 9 таблиць, 63 рисунок, 6 креслеників, 15 літературних джерел

Annotation

In this diploma project I've designed the hydraulic system for controlling each of the two pairs of sections of the hangar gates in an independent mode was carried out. A scheme of a hydraulic drive with a working pressure of 6.3 MPa and a locking cylinder has been developed. The work contains a hydraulic and electrical diagram, drawings of a locking hydraulic cylinder, manufacturing technology of a piston of a locking hydraulic cylinder, a hydraulic and electrical diagram, and the main issues of labor protection when working with a hydraulic drive are also considered.

Keywords: hydraulic motor, hydraulic circuit, electrical circuit, hydraulic drive

The work contains 9 tables, 63 figures, 6 drawings, 15 literary sources

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1. РОЗДІЛ. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО КОНСТРУКЦІЇ ВОРІТ АНГАРІВ.	9
1.1 Експлуатаційні вимоги	9
1.2 Вплив погодних умов. Гідро- та теплоізоляція	10
1.3 Кількість ворітних проїомів	11
1.4 Габарити воріт	12
1.5 Схеми воріт	13
1.6 Огляд конструкції розкатних телескопічних воріт	22
1.7 Висновок до розділу.....	27
2 РОЗДІЛ. ГІДРАВЛІЧНИЙ ПРИВІД УПРАВЛІННЯ ВОРОТАМИ АНГАРУ.....	28
2.1 Визначення зусиль для переміщення воріт.....	28
2.2 Розробка принципової гідравлічної схеми.....	29
2.3 Вибір гідромотора	32
2.4 Розрахунок гідроциліндру стопоріння воріт	36
2.7 Гідравлічний розрахунок.....	48
2.8 Висновок до розділу.....	57
3 РОЗДІЛ. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ.....	58
3.1 Аналіз технологічної конструкції деталі.....	59
3.2 Вибір типового технологічного процесу і типових схем обробки деталі.....	60
3.3 Вибір обладнання	65
3.4 Висновки до розділу.....	68
4 РОЗДІЛ. ОХОРОНА ПРАЦІ	69
4.1 Загальний опис об'єкту охорони праці	69
4.2 Умови експлуатації насосної станції.....	69
4.3 Аналіз шкідливих і небезпечних факторів.....	71
4.4 Основні правила техніки безпеки при використанні воріт	76
4.5 Висновки до розділу.....	77
5 Загальні висновки.....	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	78

					<i>ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ</i>	
		<i>ПІБ</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		
<i>Розробн.</i>	<i>Іванущенко В. ю.</i>				<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Керівн.</i>	<i>Узунюв О.В.</i>				1	78
<i>Консульт.</i>					<i>КПІ ім. Ізоря Сікорського</i>	
<i>Н. контр.</i>					<i>Каф. ПГМ</i>	
<i>Зав.каф.</i>					<i>Гр. МА92</i>	
					<i>Гідравлічний привід управління воротами ангара</i>	

Вступ

Промисловість є однією з найважливіших галузей світової економіки, яка забезпечує виробництво різноманітних товарів і послуг. У промислових процесах часто використовуються складні системи та механізми, для роботи яких потрібні надійні та ефективні приводи. Одним з найбільш поширених типів приводів у промисловості є гідравлічний привід.

Гідравлічний привід — це система передачі сили, в якій робоча рідина використовується для створення руху та сили. Він використовується в різних галузях промисловості, включаючи металургію, машинобудування, автомобілебудування, нафтогазову промисловість тощо. Гідроприводи дозволяють передавати великі зусилля і керувати рухом механізмів з високою точністю і швидкістю реакції.

Управління воротами на промислових об'єктах і ангарах має вирішальне значення для підтримки безпеки та максимальної ефективності. Зокрема, для великих воріт, які дозволяють транспортним засобам в'їжджати та виїжджати, необхідний міцний і надійний привід, щоб забезпечити плавну та ефективну роботу системи.

Гідропривод вважається одним з найбільш надійних і ефективних засобів управління відкриттям і закриттям промислових будівель і воріт ангарів. Цей тип приводу містить гідравлічний привід, який використовує гідравлічне масло, робочу рідину, для регулювання руху великих воріт. Гідравлічний привід використовується в багатьох галузях промисловості, починаючи від авіації та вантажоперевезень до логістики та автомобілебудування.

		<i>Іванущенко</i>			<i>ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						<i>8</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

1. РОЗДІЛ. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО КОНСТРУКЦІІ ВОРИТ АНГАРІВ.

1.1 Експлуатаційні вимоги

Ворота ангарів в відкритому стані повинні забезпечувати безперешкодний в'їзд і виїзд транспорту, літаків, а в закритому – разом з іншими відгороджувальними поверхнями, захищати транспорт і інше обладнання від пошкоджень, викликаних в наслідок атмосферних явищ. З умов правильної експлуатації, наприклад парку літальних апаратів, витікають вимоги, що висуваються до ангару в цілому і до його окремих елементів, з яких ворота по значимості займають одне з перших місць.

Перелік вимог, що стосуються ангарних воріт:

- Для забезпечення вводу і виводу літаків з ангару, як в нормальних умовах експлуатації, так і в раптово у випадку пожеги або тривоги, ворота повинні відчинятися і зачинятися за будь-якої погоди, яка можлива в місцевості розташування ангару.
- При відкриванні воріт механізованим шляхом, потрібно також забезпечити відкривання їх вручну, на випадок виходу з ладу приводу або відсутності живлення
- Для скорочення часу перебування техніки і людей під відкритим небом за умов негоди, зменшення теплових втрат в опалюваних ангарах, а також для забезпечення швидкого переміщення техніки, ворота повинні відчинятися і зачинятися за назначений час
- Для зменшення неробочої частини приангарної площадки для маневрів і протипожежних розривів між ангарами, а також для найкращого використання площі підлоги ангару, ворота мусять займати в відчиненому і зачиненому стані найменше місця.
- Для забезпечення необхідного рівня температури і вологості при зберіганні і обслуговуванні літаків в ангарі, ворота повинні бути в тій же мірі, як і інші

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		9

огороджуючі поверхні ангару, водостійкими і повині мати задані нормами термічний супротив.

1.2 Вплив погодних умов. Гідро- та теплоізоляція

Під час проектування системи слід враховувати вплив погодних умов та інших зовнішніх факторів. Прикладом може слугувати зміна властивостей матеріалів через вплив температури. Полімерні комплектуючі стають крихкими, що призводить до їхньої поломки.

Крім того, потрібно враховувати можливе збільшення маси ступки через вітрові навантаження, налипання снігу. Взимку ці явища часто призводять до спрацювання захисту, оскільки збільшується навантаження на електродвигун або на всю гідросистему. Тому, з врахуванням цих особливостей рекомендується вибрати двигун із запасом потужності в розмірі 10-15%.

Сильний вітер і сніг часто спричиняють хибне спрацювання або бездіяльність механічних кінцевих вимикачів. Додатково вибирають відповідні матеріали обслуговування. Для регіонів із суворими зимами рекомендується застосування низькотемпературного мастила. Особливу увагу, в складних умовах, варто звернути на механізм передачі руху до робочих органів воріт, а саме на обробку мастильними матеріалами. Занадто густе мастило стане основою для формування абразиву, а рідке просохне, залишивши шар бруду.

Щоб поліпшити теплоізоляційні властивості, місце між секціями заповнюють теплоізолятором. Як правило, теплоізолятором є пінополіуретан, який не тільки добре зберігає тепло, але і володіє хорошою протипожежною якістю. Крім вставок з пінополіуретану, для того щоб в ангар не проникав холод та волога, по периметру отвору встановлюють ущільнювачі. Для їх виготовлення використовують спеціально підготовлену гуму, яка залишається еластичною навіть під впливом підвищеної вологості і температурних перепадів. Виробники

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		10

гуми стверджують, що вона може витримати перепади від -40 до +60 градусів (Рис. 1.1)



Рис. 1.1 Ущільнення воріт

1.3 Кількість ворітних проїомів

Ворота в прямокутному ангарі можуть бути розташовані з однієї, двох, трьох або чотирьох сторін ангара.

Зазвичай, якщо ангар має прямокутну форму, його розташовують так, щоб довша сторона шла вздовж смуги, а коротка – нормально до неї. При цьому зазвичай ворота з одностороннім отвором розташовують в сторону злітної смуги (Рис. 1.2 а), з двосторонніми (розташування по більш короткій стороні) в боки суміжних ангарів (Рис. 1.2 б), з трьохсторонніми до смуги або до суміжних ангарів (Рис.1.2 в)

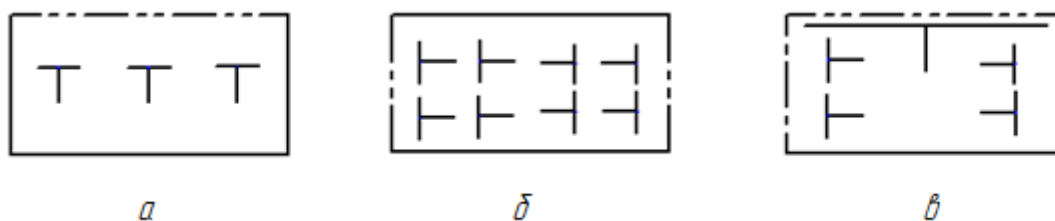


Рис. 1.2 Розташування воріт ангара, а) в сторону злітної смуги, б) з боків суміжних ангарів, в) з обох боків

При двосторонніх отворах загальна площа воріт буде більше, ніж при односторонньому, а це буде впливати на загальну вартість ангару. Крім того, вивід літаків або техніки з ангару з одностороннім отвором без розворотів зручніше ніж при двосторонньому.

Однак, двосторонній отвір має і деякі переваги. Облаштування воріт з короткої сторони дозволяє перекрити ангар більш короткими фермами, а з цього слідує, що конструкція буде менш складна, ніж при одноворотному отворі. Двосторонній отвір дає можливість, в порівнянні з одноворотним, збільшити коефіцієнт одночасного виводу літаків. Необхідно, однак, також мати на увазі, що як видно на малюнку а і б, кількість воріт впливає на розташування літаків, які потрібно розміщати мотором або хвостом до виходу.

1.4 Габарити воріт

Не розглядаючи окремих видів конструкції воріт, можна відмітити, що від системи відкривання залежать внутрішній і зовнішній розміри ангару.

Для збереження заданої корисної площі ангару необхідно міняти габарити, в залежності від прийнятої схеми розположення воріт, внаслідок чого, останні, можуть займати різне розташування.

- Всередині ангару (Рис.1.3, а).

В цьому випадку внутрішній габарит ангару (суцільна лінія) доведеться збільшити, щоб зберегти необхідну корисну площу (пунктирна лінія), оскільки ворота розташовані з обох боків.

- Поза ангаром (Рис. 1.3, б).

При такому розташуванні збільшиться його зовнішній габарит по фронтальній стороні.

- Поза ангаром (Рис. 1.3 в).

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

При подібному розташуванні збільшується зовнішні габарити ангара по глибинній стороні.

Зовнішній і внутрішній габарити ангара залишаються при відчинених воротах такими ж, як і при зачинених (Рис. 1.3, г).

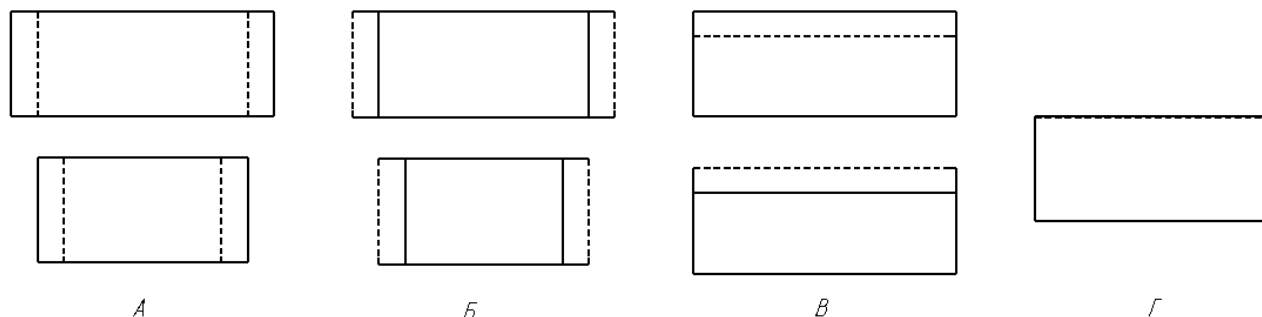


Рис. 1.3 Схеми габаритів воріт, а) б) в) г)

Величина отвору воріт, тобто його ширина і висота залежать від експлуатаційних вимог, при врахуванні конструктивних можливостей перекриття прольотів.

1.5 Схеми воріт

Перш ніж ознайомитися зі схемами різних типів воріт, що застосовуються в ангаробудуванні, слід з'ясувати ті показники, які будуть характеризувати схему, що розглядається, з позитивної або негативної сторони. Основними показниками раціональності обраної схеми воріт слід вважати швидкість та простоту відкривання, а також мінімальну витрату робочої сили за цей процес.

Перевагою схеми є також відсутність рейкових шляхів чи мінімальне їх число. Наявність рейкових шляхів створює експлуатаційні незручності. У всіх рейкових системах полотнища в закритому стані не стикаються щільно з отвором воріт, внаслідок чого тепловтрати через ворота збільшуються. Якщо рейки влаштовані вище рівня підлоги, то вони заважають проходу крізь них літаків. Якщо вони споруджені нижче рівня підлоги, то доводиться або очищати їх від

сміття, снігу, вологи, піску, або влаштовувати для захисту їх додаткове обладнання.

При виборі схеми слід також до того, щоб ворота у відкритому стані займали симетричне положення щодо вертикальної осі ангару. Вага всього ворітного щита, а також вітрове навантаження на ворітні стулки, у цьому випадку, розподілятиметься симетрично на конструкцію ангару.

Схема дає вдале рішення, якщо ворота у відкритому та закритому вигляді, а також при відкритті займають невеликий внутрішній або зовнішній габаритний простір. В іншому випадку, вони або зменшують корисну площу ангару, або ж приангарну площу.

Перевагою схеми слід вважати таку конструкцію, при якій для утримання воріт у відкритому стані не потрібно влаштовувати контрфорсів, ніш або спеціальних притулків, прийнятною в ряді випадків слід вважати схему стулки, якої не навантажуватимуть лобову ферму перекриття, а також відкритому стані не утворюватимуть консолі, оскільки в цьому у разі полотнища повинні мати достатню жорсткість і повинні бути розраховані на прогин у відкритому положенні. Нарешті, схема буде раціональнішою, якщо у відкритому стан ворота не доведеться утримувати за допомогою будь-яких механізмів.

Переходячи тепер до опису існуючих схем, розіб'ємо їх, виходячи з принципів руху за наступною класифікацією:

- 1) з обертальним рухом,
- 2) з поступальним рухом,
- 3) зі складним рухом.

Ворота з обертальним рухом відкриваються обертанням навколо вертикальної осі або навколо горизонтальної.

		<i>Іванущенко</i>			<i>ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						14
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

Найпростішим видом воріт з вертикальною віссю обертання, що відкриваються за принципом звичайних дверей, є одностворні ворота (рис. 1.4) і двостулкові (рис. 1.5).

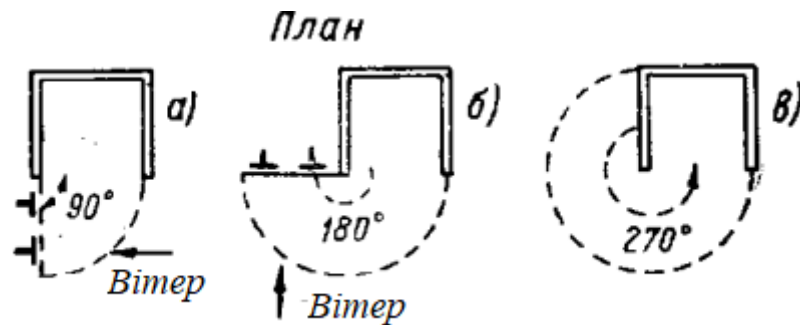


Рис. 1.4. Варіанти відкриття одностворних воріт[4]

Основним недоліком таких воріт є необхідність улаштування громіздкої жорсткої конструкції рами, що працює як консольна балка. В силу цих обставин, ворота з таким принципом відкриття ворота застосовувалися лише на початку розвитку ангаробудування, коли літаки були невеликих розмірів і воротий отвір не перевищував 10-15 м.

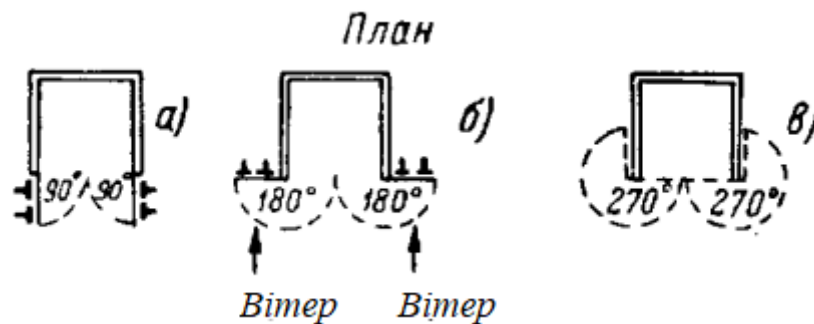


Рис. 1.5. Варіанти відкриття двостулкових воріт[4]

Ворота з горизонтальною віссю обертання, або коромислові, діляться залежно від розташування осі обертання, на:

- а) козиркові, тобто обертаються навколо верхньої горизонтальної осі,
- б) опускні, тобто обертаються навколо нижньої горизонтальної осі,

в) комбіновані, тобто обертаються навколо верхньої та нижньої горизонтальної осей.

Козиркові ворота при відкриванні обертаються нагору на 90° (рис. 1.6), утворюючи у відкритому стані навіс.

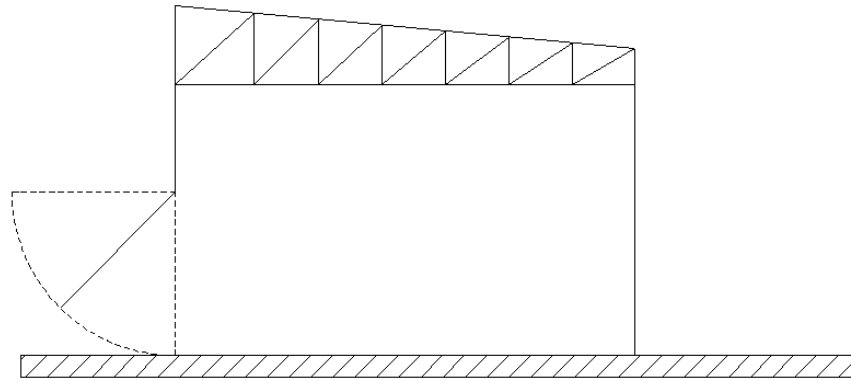


Рис. 1.6. Ворота козиркового типу

Перевага козиркових воріт полягає в тому, що вони не займають у відкритому стані приангарну площу. Однак, під час руху вони займають деякий простір, який при відкритті воріт має бути вільним. З недоліків слід наголосити на необхідності витрати великої механічної чи людської енергії на підняття утримання воріт у відкритому стані, так як для цього доводиться долати складову ваги воріт та тиску вітру,

Опускні ворота при відкритті обертаються вниз на 90° (Рис. 10) і встановлюються перед ангаром врівень із підлогою. У цій конструкції, на відміну від козиркової, власний вага воріт і тиск вітру передаються не балку над воротами, а через вісь обертання шарніра балці знизу. При великій ширині воріт полотнища також діляться на вертикальні секції.

З переваг воріт слід зазначити, що вони так само, як і козиркові ворота, не займають у відкритому

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

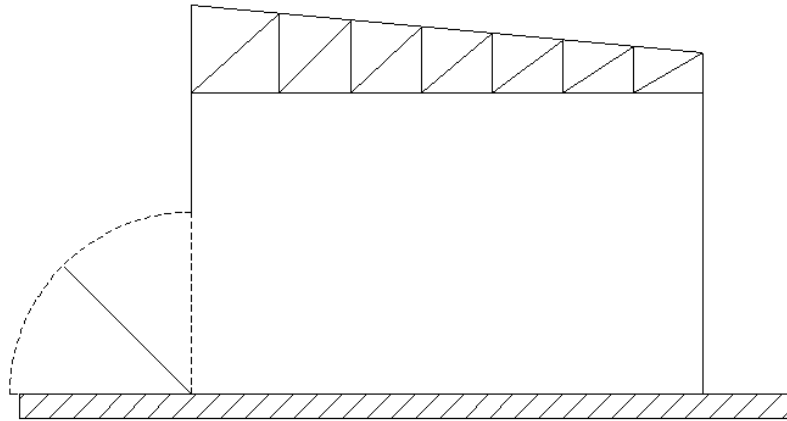


Рис. 1.7. Ворота опускаемого типа

положенні приангарну площу, не вимагають улаштування рейкових шляхів та напрямних. До недоліків слід віднести ту обставину, що полотнищам та обшивці необхідно надавати велику міцність та жорсткість, розраховану на прохід по воротах літака. Це збільшує та здорожує вартість конструкції. Значна вага воріт із додатковим навантаженням у вигляді тиску вітру, у свою чергу, вимагає відкриття воріт великих витрати потужності, збільшуючи таким чином експлуатаційні витрати.

Крім того створюється небезпека падіння воріт при відкриванні у разі псування механізмів. При зачиненні воріт усередину ангару можуть потрапити сміття та атмосферні опади, що накопичуються на опущене полотнище.

Ворота ангарів, що мають при відкритті або закриванні поступальний рух, можуть, залежно від конструкції, здійснювати цей рух:

- а) по напрямній, що лежить у верхній горизонтальній площині;
- б) по паралельним напрямним, що лежать у верхній та в нижній горизонтальних площинах;
- в) за паралельними напрямними, що лежать у двох вертикальних площинах.

Розглянемо детальніше воорота, що пересуваються по паралельним направляючим, що лежать у верхній і нижній горизонтальних площинах або так звані розсувні ворота. Такі ворота можуть мати або прямолінійний, або криволінійний шлях. Ворота, що мають прямолінійний шлях, можуть відкриватися або в один бік, або в обидві (рис. 1.8 а та б).

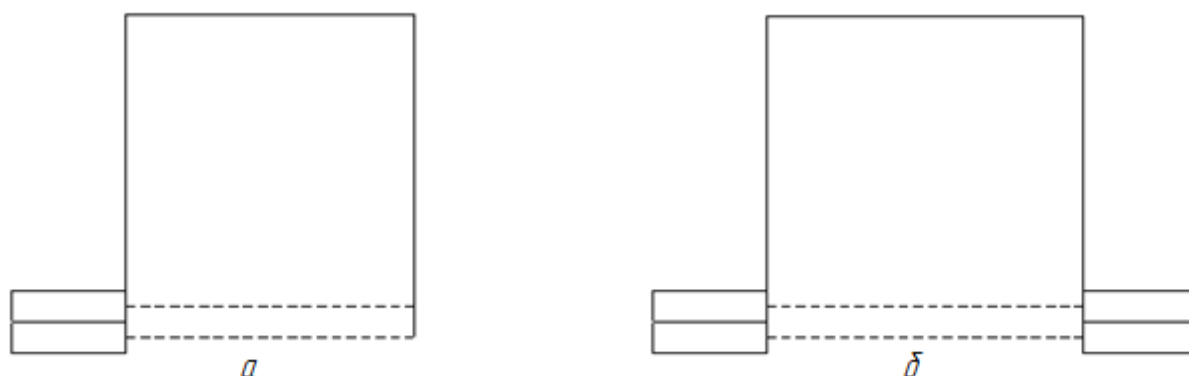


Рис. 1.8 Схема відкриття воріт розкатних а) в один бік б) у два боки

При великих прольотах необхідне розкриття воріт виконується в обидві сторони. Для полегшення руху ворота розбиваються на кілька окремих стулок, з роздільним рухом кожної по самостійним напрямним. І в цьому випадку відсування полотнищ в обидві сторони краще, ніж в одну, так як при одній і тій же ширині комірного отвору з'являється можливість зменшити кількість направляючих рельс або ж ширину кожної стулки.

Ворота у відкритому положенні займають габарити усередині ангару або поза ним. У першому випадку зменшується вільний комірний отвір і зменшується коефіцієнт використання площі. У другому випадку необхідний пристрій спеціальних контрфорсів обом сторонам ангару.

Головними недоліками багатостворних, багаторядних розсувних воріт є:

- Велика кількість щілин між окремими стулками, що збільшують проникнення в ангар опадів, пилу, холодного повітря.

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		18

- Необхідність зведення окремих прибудов або сховищ для спирання стулок при відчинених воротах.
- Велика складність механізованого відкриття.

Однак, у порівнянні з рештою типів, вони також мають надзвичайно суттєві переваги, як то:

- Незначна вага окремих стулок дає можливість відкривати їх і ручним шляхом, у разі псування механізмів.
- Конструкція воріт загалом проста у виконанні.
- У відкритому стані стулки займають невеликий внутрішній габарит.

Ворота з поступальним рухом по вертикальним напрямним, при відкритті піднімаються вгору, і в такому положенні закріплюються над отвором воріт (рис. 13)

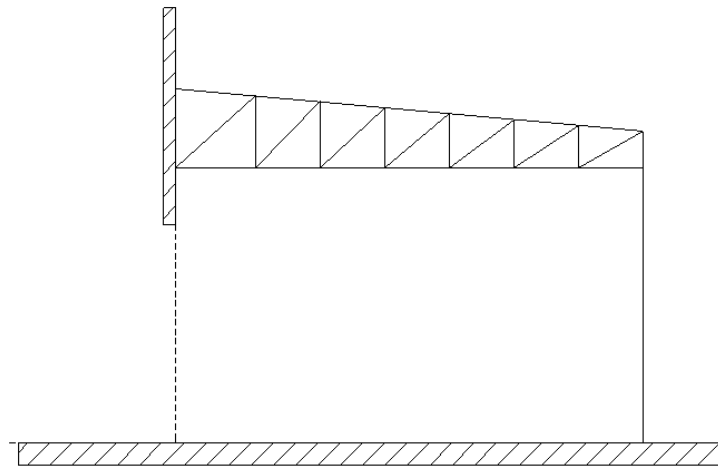


Рис. 1.9 Схема воріт з поступальним рухом по вертикальним напрямним

Зазвичай висота воріт може бути більшою за висоту ферм перекриття. Тому при піднятих воротах створюється додаткова поверхня для тиску вітру, що, звичайно вимагатиме збільшення стійкості лобової ферми.

Влаштування захисної ніші для огороження піднятих воріт від атмосферного впливу ще більше ускладнює конструкцію. Тому зазвичай

обмежуються захистом від атмосферних впливів лише одних механізмів, які забезпечують рух конструкції.

Передача тиску вітру при закритих воротах розподіляється на несучу ферму та балку, влаштовану у вигляді паза у підлозі. Власну вагу при закритих воротах також необхідно передавати вниз для полегшення ферми та усунення навантаження підйомних механізмів. При значних ширині або висоті воріт, для зменшення висоти їх у піднятому стані (виступаючої частини) поділяють комірний отвір на кілька секцій, з послідовним підйомом спочатку нижнього, а потім нижнього та верхнього полотнищ. (рис. 1.9)

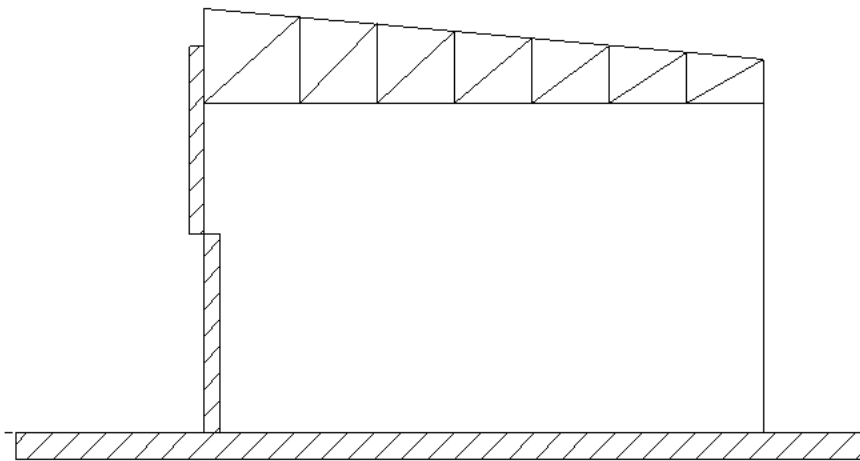


Рис. 1.9 Схема воріт з двох полотнищ з поступальним рухом по вертикальним напрямним

Перевага воріт з поступальним рухом, що відкриваються вгору полягає в тому, що вони не займають у відкритому стані приангарної площі, а при русі – корисного простору.

Завдяки відсутності рельсових шляхів, полотнище в закритому стані щільно стикається зпідлогою та бічними огорожувальними поверхнями. Тим самим досягається найкраща теплоізоляція ангару.

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

До недоліків воріт цього типу слід віднести необхідність витрати великої енергії на подолання ваги воріт, при їх підйомі. Ворота небезпечні для експлуатації, оскільки у випадку псування механізмів, що утримуються, вони під впливом сили тяжіння впадуть. Крім того, несуча ферма повинна бути дуже потужною, так як повинна витримувати, крім основних навантажень, що діють на перекриття, додаткове навантаження, а саме: вагу воріт та механізмів для підйому та утримання їх у відкритому стані, а також тиск вітру на площу піднятих воріт.

До воріт з поступальним рухом по вертикальним напрямним відносяться також ворота, що опускаються при відкритті вниз. Для опускання полотнищ влаштовується спеціальна траншея, яку, зважаючи на її велику глибину, що перевищує висоту воріт, необхідно забезпечити від захист атмосферних опадів, ґрунтових вод та промерзання. Вітровий тиск передається на ферми перекриття та нижню балку, влаштовану у вигляді порога.

Опускні ворота мають такі ж переваги, як і підйомні. Вони забезпечують у достатній стіні теплоізоляцію ангару і не займають у відкритому положенні площі на землі. З недоліків слід зазначити:

- 1) необхідність витрати великої енергії;
- 2) неможливість відкривання вручну;
- 3) влаштування спеціальної траншеї для прибирання воріт при їх відкритті;
- 4) можливість забруднення траншеї, внаслідок потрапляння в неї сміття, вологи тощо.

Для зменшення висоти воріт у відкритому положенні можна застосовувати комбіновану систему підйомно-опускних воріт. Для відкриття воріт одна половина піднімається вгору, а інша опускається донизу. Якщо ж, крім того, кожену половину полотнища розбити ще на кілька секцій, то потрібна висота

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		21

приміщення для збирання воріт як підземна, так і надземна, зменшиться ще більше. Проте розбивка воріт деякі секції створює ряд незручностей і конструктивно складна.

1.6 Огляд конструкції розкатних телескопічних воріт

Сьогодні на ринку працює багато підприємств, які займаються виробництвом та розробкою в'їзних систем для заповнення великих отворів. Розглянемо реалізацію розкатних воріт від виробника DoorHan[6].

Стулка ангарної конструкції виконується у стандартному виконанні, вона вільно переміщується по напрямній рейці. Це означає, що можна відкрити будь-яку ширину. Стулки легко збираються у паркувальну кишеню, якщо необхідно задіяти весь проїзд. У разі відключення електропостачання керування стулкою переводиться у ручний режим.

Телескопічні ворота мають з'єднані стулки, які рухаються одночасно при відкритті проїзду після натискання кнопки. Завдяки цьому надається повний доступ у приміщення ангару. Обігрів напрямних здійснюється як у автоматичному, так й у ручному режимі. Скління також відбувається з використанням фібергласа повністю або частково. Телескопічні системи можуть виконуватися з нестандартною конструкцією, наприклад, адаптованою під фюзеляж.

Відкатні ворота з заокругленням ходової рейки. Ця модифікація актуальна для приміщень з обмеженим простором чи особливою формою. Ворота оснащуються поворотною ходовою рейкою для вільного руху закругленою напрямною. Як і попередні конструкції, ця система може контролюватися автоматично або вручну. Унікальний механізм дії забезпечує довготривалу працездатність та зниження витрат на сервісне обслуговування чи ремонт. За необхідності склопластик, яким оснащується стулка, може бути замінений

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		22

профлистом, сендвіч-панелями чи полікарбонатом. Готова конструкція має невелику вагу, отже надає мінімальне навантаження на дах.

Верхні напрямні відкатних воріт виконуються з закритих прокатних профілів, кронштейни кріплення мають можливість рихтування (Рис. 1.10)



Рис. 1.10 Вигляд напрямних розкатних воріт

У верхній частині воріт встановлені ролики, які перекочуються по верхніх напрямних і передають горизонтальну вітрове навантаження на будівельні конструкції ангара (Рис. 1.11)

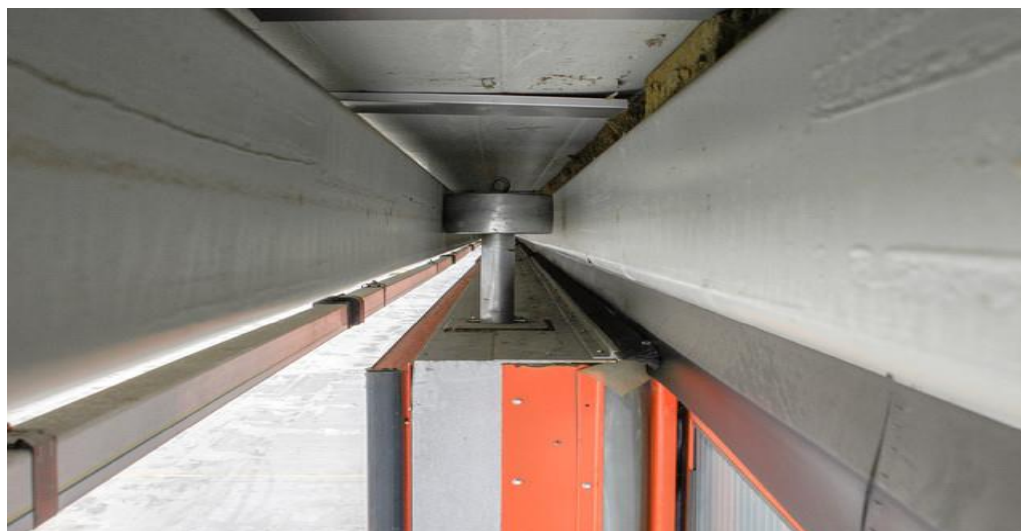


Рис. 1.11 Ролики воріт у напрямних профілях

В залежності від технічного завдання і конструкторського рішення, підведення силового живлення до ступок воріт може здійснюватися двома

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

способами: тролейним струмопідводом (Рис. 1.12) або гнучким кабельним ланцюгом закритого типу (Рис. 1.13)

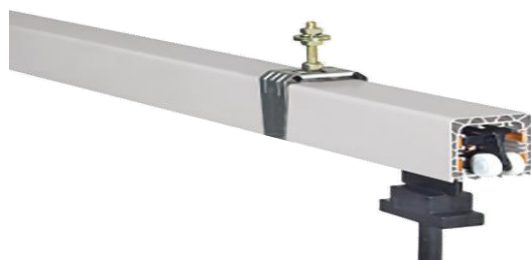


Рис. 1.12 Тролейний струмопідвід



Рис. 1.13 Гнучкий кабельний ланцюг

Відкатні ангарні ворота оснащення мотор-редуктором, який передає крутний момент за допомогою ланцюгової передачі на провідні колеса, розташовані в кожному полотні ангарних воріт. Система мотор-редукторів забезпечує надійне переміщення і зупинку кожного рухомого полотна в положенні, заданому проектом. Мотор-редуктор комплектується спеціальною муфтою, що дозволяє розтормозити привід воріт і пересувати полотно в разі відключення електроенергії (Рис. 1.14, рис. 1.15)

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

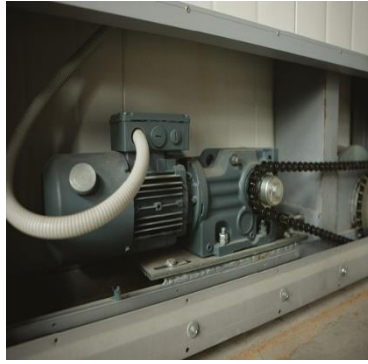


Рис 1.14 Електропривід воріт



Рис. 1.15 Ланцюгова передача приводу воріт

Для зручності і безпеки експлуатації, ніші, в яких встановлюються мотор-редуктори і блоки управління, закриваються рольставнями. Також встановлюється нижній опорний ролик.

Нижні напрямні. За допомогою хімічних анкерних болтів встановлюються шпильки, далі шпали і рейки. При монтажі пред'являються особливі вимоги до точності їх установки. Встановлюється система кабельного обігріву, яка в автоматичному режимі підтримує плюсову температуру в зоні ковзання нижнього ущільнення, запобігаючи його примерзання. Забезпечується відведення талої води із зони нижніх направляючих (Рис. 1.16)

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

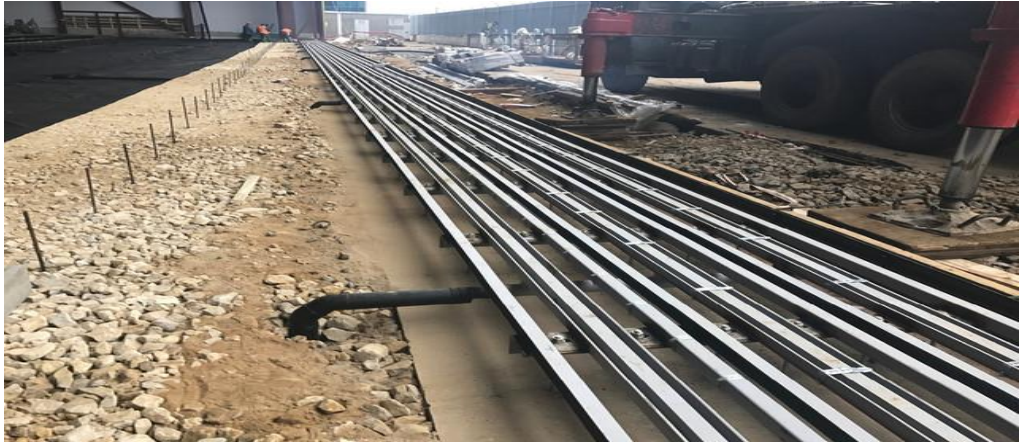


Рис. 1.16 Нижні напрямні воріт

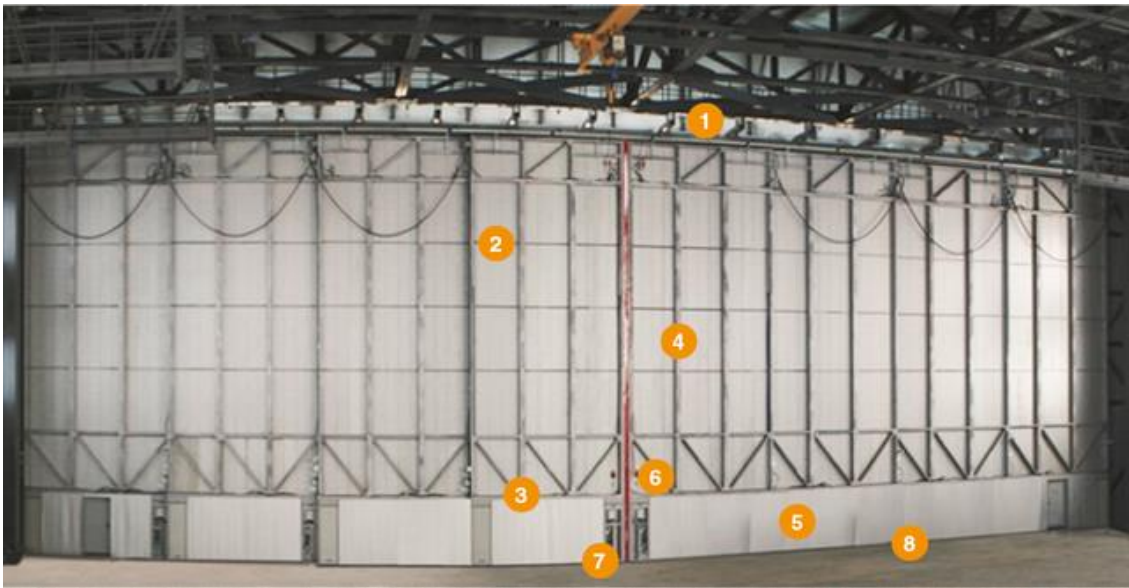


Рис. 1.17 Конструкція ангарних воріт, загальний вигляд:

1. Верхні напрямні воріт; 2. Струмопідвід; 3. Система алюмінієвих фасадних профілів; 4. Каркас воріт; 5. Аварійне відкривання; 6. Блок управління; 7. Мотор-редуктор; 8. Нижній опорний ролик.

Ангарні ворота, крім автоматичної системи та приводу ,забезпечують:

- Освітлювальними приладами, які будуть нормально освітлювати отвір, де розташована вхідна конструкція.
- Сигналізацією і світлофорами. Останні раціонально вішати в ангарах в інтенсивним рухом автотранспорту (Рис. 1.18)

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		26

- Буферними пристроями. Їх фіксація допоможе захистити кузова машин від пошкодження при в'їзді/виїзді з приміщення. Для виготовлення цих пристроїв використовують м'яку, але дуже міцну гуму.
- Шлагбаумом. Якщо в приміщенні інтенсивний рух машин, перед ним можна встановити шлагбаум.



Рис. 1.18

1.7 Висновок до розділу

З розглянутих вище типів воріт найбільш доцільним і простим, зважаючи на кількість прикладів, можна враховувати схему з поступальним горизонтальним рухом воріт

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

2 РОЗДІЛ. ГІДРАВЛІЧНИЙ ПРИВІД УПРАВЛІННЯ ВОРОТАМИ АНГАРУ.

У попередньому розділі було обрано тип воріт, на данному етапі роботи потрібно провести розрахунок зусиль для зрушення однієї половини воріт, яка рухається на металевих коліщатах. Це потрібно для подальшого вибору підходящого гідромотору який має достатню силу і крутний момент для подолання опору тертя і забезпечення потрібної швидкості руху, розробки гідравлічної схеми, розрахунку циліндра, вибору оптимальної робочої рідини, а також для підбору апаратури, що буде забезпечувати відповідні умови роботи.

Вхідними даними, потрібними для розрахунку є маса половини воріт, швидкість руху воріт, висота та довжина воріт, тиск у системі, та діапазон робочих температур.

- $m = 8000$, кг
- $V = 0,02$, м/с
- $h = 14$, м
- $l = 80$, м
- $P = 6,3$ МПа
- $\Delta t = -30 \dots +45$ °С

2.1 Визначення зусиль для переміщення воріт

Формула для знаходження зусилля (сили) для зрушення воріт на металевих колесах, має наступний вигляд:

$$F_{\text{зус}} = F_{\text{тяж}} + F_{\text{тертя}}$$

де: $F_{\text{зус}}$ - зусилля (сила), необхідна для зрушення вантажу (в ньютонах, Н), $F_{\text{тяж}}$ - сила тяжіння, $F_{\text{тертя}}$ - сила тертя кочення.

$$F_{\text{тяж}} = m * g * \sin(\theta)$$

$$F_{\text{тертя}} = m * g * \mu * \cos(\theta), \text{ де}$$

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		28

m - маса вантажу, кг , g - прискорення вільного падіння ($9,8 \text{ м/с}^2$), θ - кут нахилу поверхні, μ - коефіцієнт тертя між колесами і поверхнею

Розрахунок зусиль для зрушення з місця включає фактори, такі як маса вантажу, коефіцієнт тертя кочення та поверхня, на якій відбувається рух. Ці параметри допомагають визначити силу, необхідну для подолання опору тертя і розпочати рух вантажу.

$$F_{\text{зус}} = m * g * \sin(\theta) + m * g * \mu * \cos(\theta) = 8000 * 9,8 * 0,5 * 1 * 1,5 \\ = 39200 \text{ Н}$$

Звідси потужність, необхідна для руху воріт з заданою швидкістю

$$N = F_{\text{зус}} * V * 1,5 = 39200 * 0,02 = 1176 \text{ Вт}$$

Частота обертання робочого органу приводу (барабану), де D – діаметр барабану, м

$$n_{\text{бараб}} = \frac{V}{\pi * D} = \frac{0,02}{\pi * 0,3} = 0,0212 \text{ об/с} = 1,272 \text{ об/хв}$$

Крутний момент на робочому валу гідромотора,

$$M_{\text{кр}} = 9550 \frac{N}{n} = 9550 \frac{1,176}{1,272} = 8829 \text{ Нм}$$

2.2 Розробка принципової гідравлічної схеми

Гідравлічна схема зображена на (Рис 2.1.) У заданому гідроприводі для виконання усіх заданих функцій, а саме: можливості відкривати половини воріт в незалежному режимі, блокування зачинених воріт, та режим ручного відкриття були застосованні два розподільники 4/3(P1, P3) для керування гідромоторами, розподільник 2/2(P4) для можливості відкривати ворота у ручному режимі та розподільник 4/2(P2) для керування гідроциліндром.

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		29

На напірній і зливній лінії гідромотора встановлені реле тиску РТ (1-4) для вимкнення гідромотору по досягненню половиною воріт кінцевого положення. Для регулювання швидкості встановленні дроселі ДР1, ДР2.

Також насосна станція оснащена манометром М1 для регулювання тиску, запобіжним клапаном тиску КТ 1, клапанами зворотніми КЗ 1, КЗ 2 та фільтрами Ф1, Ф2.

В електрорелейній схемі (Рис. 2.2) задіяні кінцеві перемикачі, що слугують для моніторингу положення поршня блокуючого циліндра (ХС1=1 коли поршень повністю прибирається в нішу, ХС2=1, коли займає кінцеве положення і зачиняє ворота) і обох половин воріт в закритому положенні (Х1=1 коли ліва зачистина повністю перекрила свою частину отвору воріт, Х2=1 коли інша), реле тиску (Р1,Р2 на лівій половині Р3,Р4 на правій), реле, що подають сигнал на керуючі магніти розподільників Р1 – Р4 це Y1 – Y4, YN1 – YN4, відповідно за номером.

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

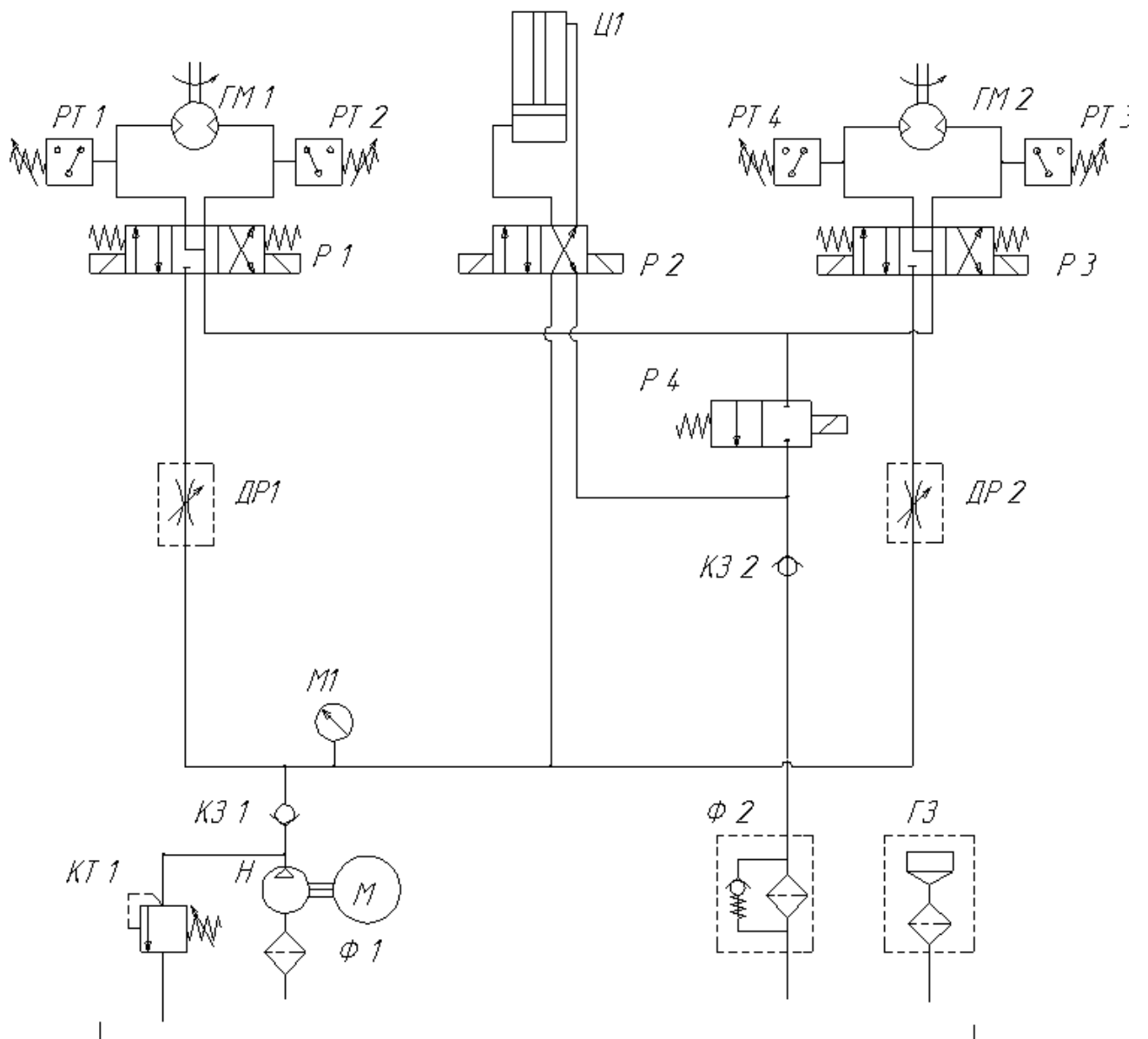


Рис. 2.1 Гідравлічна схема гідроприводу управління ангарними воротами

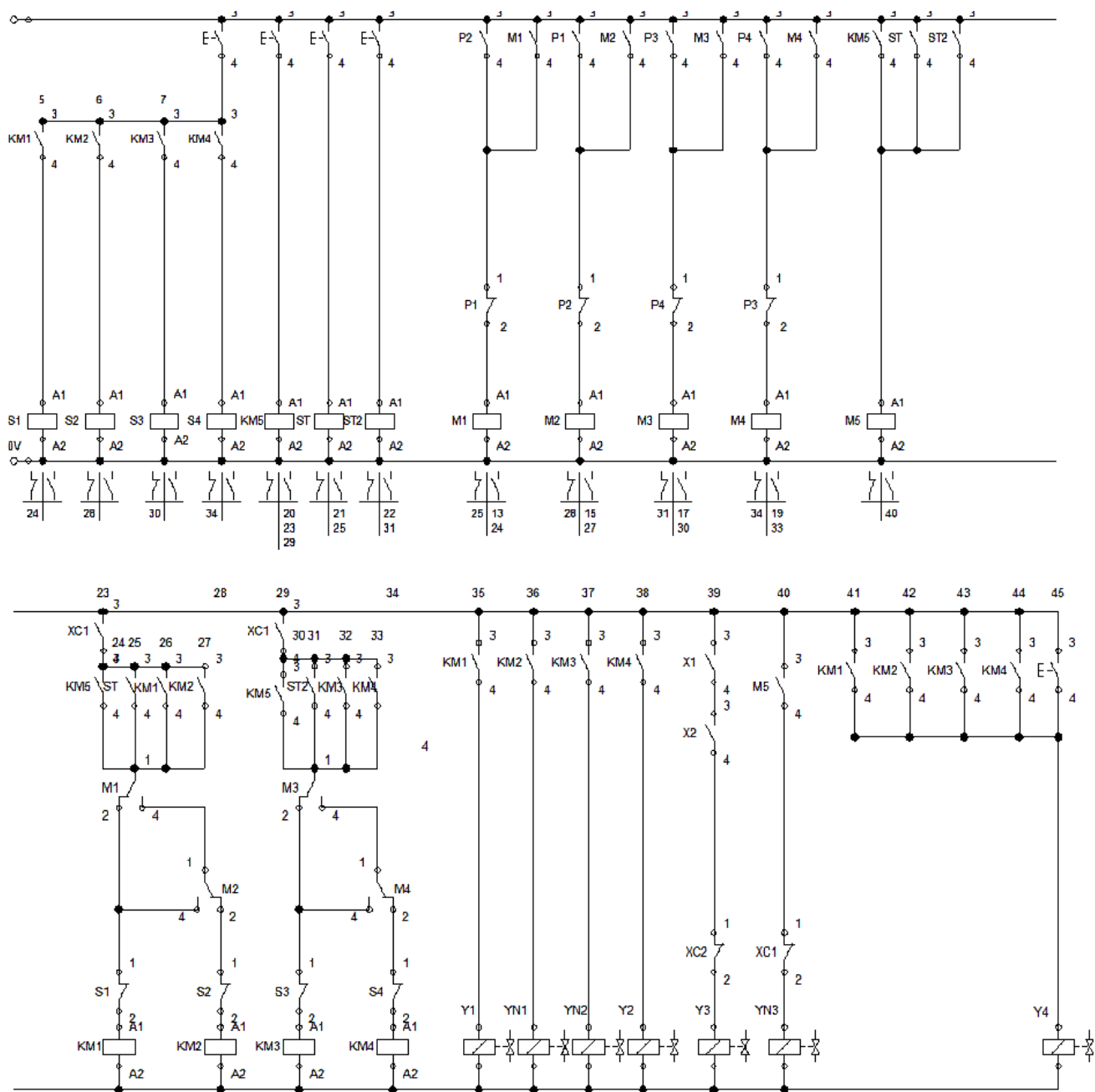


Рис. 2.2 Електрорелейна схема управління воротам ангара

2.3 Вибір гідромотора

Основні параметри гідродвигунів визначаються на основі заданих навантажень і швидкостей на робочому органі: вал або шток. Для попереднього розрахунку перепад тиску на гідродвигуні $\Delta P_{ГМ}$ приймають на 10...20% менше вибраного номінального тиску $\Delta P_{НОМ}$ для врахування втрат тиску в гідросистемі.

Основні параметри за якими здійснюють підбір гідромотора це крутний момент $M_{кр}$ на робочому валу, робочий об'єм гідромотора $V_{гм}$, перепад тиску $\Delta P_{гм}$, додатковими - розхід робочої рідини Q

$$\Delta P_{гм} = 0.9 \Delta P_{ном} = 5,04 \text{ МПа}$$

$$V_{гм} = \frac{2\pi * M_{кр}}{\Delta P_{гм} * \eta_{гм.м.}} = \frac{2\pi * 8829}{5,67 * 10^6 * 0,95} = 0,01029 \text{ м}^3 = 10290 \text{ см}^3$$

з отриманих раніше обрахунків $\frac{M_{кр}}{n} = 6886, \frac{M_{кр}}{n} > 10$, гідромотор високомоментний.

Порівнюючи каталоги героторних (Рис.2.3), шестеренних (рис.2.4), аксіально-поршневих, радіально-поршневих гідромоторів, враховуючи отримані результати я дійшов до висновку, що гідромотори з радіально-поршневою конструкцією - один з типів гідромоторів, який може мати високий момент обертання при цьому працювати на низьких частотах обертання. Радіально-поршневі гідромотори використовують гідравлічний тиск для приведення в рух поршнів, що забезпечує обертання вихідного вала. Ці гідромотори відомі своєю високою ефективністю та здатністю до роботи з великими навантаженнями. Зазвичай їх використовують в сільському господарстві, будівництві, вантажопереміщувальній техніці та інших галузях.

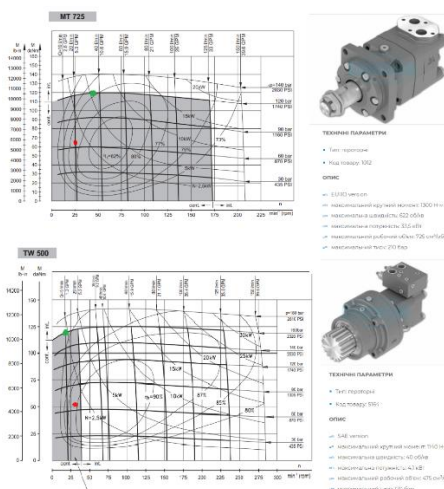


Рис. 2.3 Приклад героторних гідромоторів



Рис. 2.4 Приклад аксіально-поршневих гідромоторів

З цих міркувань буду обирати гідромотори з серії “ItalGroup” R8D. За отриманим розрахунковим об’ємом гідромотора обираємо R8D 10000 (рис. 2.5,2.6,2.7)

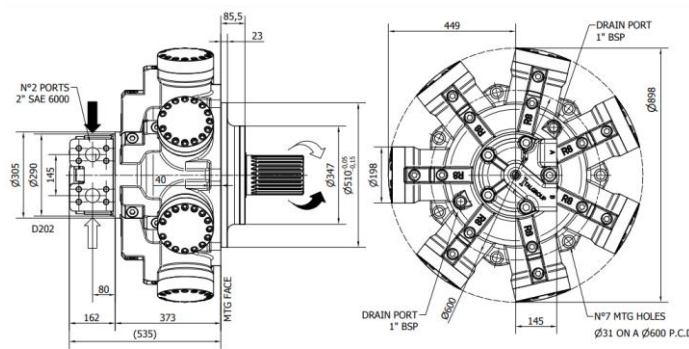


Рис. 2.5 Гідромотор радіально-поршневий серії R8D[7]

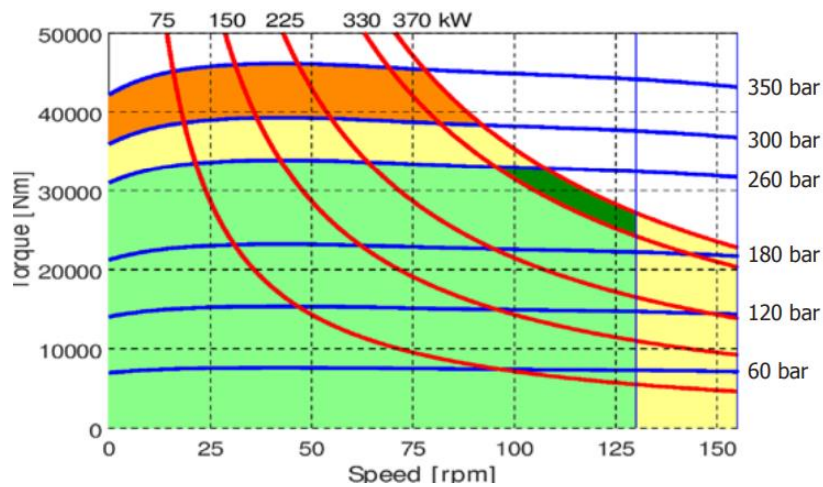


Рис. 2.6 Графік продуктивності мотора R8D 10000[7]

Motor	Size	Displacement [cc]	Theoretical torque [Nm/bar]	Max cont. pressure [bar]	Max cont. speed [rpm]	Peak speed (**) [rpm]
R8D 7000	H9	7050	112	270	160	190
R8D 8000	H9	8332	132.6	270	135	160
R8D 9000	H9	8757	139.4	260	130	155
R8D 10000	H9	10214	162.6	250	110	135
R8D 11000	H9	11016	175.3	250	105	120
R8D 12000	H9	12073	192.2	250	95	110

Рис. 2.7 Характеристика двигунів серії R8D[7]

Даний мотор має робочий об'єм $q = 10214 \text{ см}^3$, питомий крутний момент $M_{\text{пит.}} = 162,6 \frac{\text{Нм}}{\text{бар}}$, $P_{\text{max}} = 250 \text{ бар}$, $n = 110 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$, маючи питомий крутний момент і тиск в нашій системі можемо визначити який крутний момент зможе розвивати цей двигун.

$$M_{\text{крR8M}} = M_{\text{п}} * P = 162,6 * 63 = 10244 \text{ Нм},$$

Оскільки необхідний крутний момент

$$M_{\text{кр}} = 9550 \frac{N}{n} = 9550 \frac{1,176}{1,272} = 8829 \text{ Нм}$$

Обираю R8D9000 у якого робочий об'єм $q = 8757 \text{ см}^3$, питомий крутний момент $M_{\text{пит.}} = 139,4 \frac{\text{Нм}}{\text{бар}}$, $P_{\text{max}} = 260 \text{ бар}$, $n = 130 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$

$$M_{\text{крR8M}} = M_{\text{п}} * P = 139,4 * 63 = 8782 \text{ Нм}$$

а витрата при швидкості обертання вала $n = 1,273 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$

$$Q_{\text{гм}} = \frac{q * n_{\text{бараб}}}{1000} = \frac{8757 * 1,273}{1000} = 11,14 \text{ л/хв} = 0,000185 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

2.4 Розрахунок гідроциліндру стопоріння воріт

Визначення розмірів гідроциліндра

Необхідні значення для розрахунку розмірів основного гідроциліндра: Оскільки циліндру не потрібно виконувати важку роботу, а потрібно тільки подолати опір ущільнення корисне зусилля циліндра буде:

$$P = 100\text{Н}$$

Швидкість руху поршня

$$V = 5 \text{ м/хв}$$

Робочий тиск циліндра

$$p = 6,3 \text{ МПа} = 6,3 * 10^6 \text{ Па}$$

Довжина ходу циліндра

$$l = 0,5 \text{ м} = 500\text{мм}$$

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

де P – задане робоче зусилля, Н; p_1 , p_2 - тиск відповідно в напірній і зливальній порожнинах гідроциліндра, Па; ψ – відношення площ поршня з боку відповідно поршневої і штокової порожнин, η_m – механічний ККД гідроциліндра.

При розрахунку попередньо приймаю

$$p_1 = p = 6,3 * 10^6 \text{ Па}$$

$$p_2 = 1,26 * 10^6 \text{ Па}$$

Коефіцієнт відношення площ у залежності від виконання циліндра може приймати різні значення [1, с. 40]. Приймаємо коефіцієнт для нормального

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

діаметру штока: $\psi = 1,25$. Механічний ККД залежить від виду ущільнень гідроциліндра. Вибираємо значення для манжетних ущільнень: $\eta_m = 0,95$

$$D = \sqrt{\frac{4 * P}{\pi(p_1 - \frac{p_2}{\psi})\eta_m}} = \sqrt{\frac{4 * 100}{\pi(6000000 - \frac{1260000}{1,25}) * 0,95}} = 0,077 \text{ м}$$

Діаметр штоку визначаємо із співвідношення

$$d = D \sqrt{1 - \frac{1}{1,25}} = 0,8 \sqrt{1 - \frac{1}{1,25}} = 0,035 \text{ м}$$

Визначення розмірів отворів, що підводять рідину

$$d_n = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} = \sqrt{\frac{4\pi D^2 V_{шт}}{\pi v_p}} = \sqrt{\frac{0,077^2 * 0,083}{5}} = 0,0099 \text{ м}$$

$$d_n = 10 \text{ мм}$$

2.5 Опис та підбір рідини

Гідравлічна рідина - це рідина, необхідна для передачі енергії в гідравлічних системах. Основні властивості і вимоги які має забезпечувати робоча рідина

- Високу стійкість до старіння
- Хороші змащувальні властивості
- Високізмочуючі здатності і адгезивна здатність
- Висока температура спалаху
- Низька температура застигання
- Не має впливати на прокладки
- Не містить смоли та кислоти

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		37

- Низька стисливість

Для обраного гідродвигуна потрібне мінеральне масло марки з індексом в'язкості не нижче 95 НМ або НЛР. НМ: з активними інгредієнтами для підвищення захисту від корозії та стійкості до старіння, а також для зменшення зносу. НЛР: з підвищеною стійкістю до старіння, а також покращеним співвідношенням температура-в'язкість.

Характеристика	Значення
Густина при 20°C, г/см ³	0,88
Індекс в'язкості	95
Кінематична в'язкість при 100°C, мм ² /с	12
Кінематична в'язкість при 40°C, мм ² /с	100
Температура спалаху, °C	+180
Температура застигання, °C	-27

Табл. 1 Властивості робочої рідини

2.6 Визначення витрати в гідродвигунах

Для гідроциліндра споживана витрата при роботі штока на виштовхування:

$$Q = F_1 V_1$$

при роботі штока на втягування:

$$Q = F_2 V_2$$

де F_1, F_2 – площі поршня з боку поршневої і штокової порожнини, V_1, V_2 – швидкості руху поршня.

Площі поршня

$$F_1 = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi * 0,077^2}{4} = 0,004656 \text{ м}^2$$

$$F_2 = \frac{\pi * D^2 - d^2}{4} = \frac{\pi * (0,077^2 - 0,035^2)}{4} = 0,003694 \text{ м}^2$$

Час блокування та розблокування воріт

$$t_1 = \frac{l_1}{v_1} = \frac{0,5}{0,083} = 6 \text{ с}$$

$$Q_1 = F_1 V_1 = 0,004656 * 0,083 = 0,000396 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$Q_2 = F_2 V_2 = 0,003694 * 0,083 = 0,000314 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

2.7 Вибір подачі насоса

Подача насоса визначається по гідромотору або по групі одночасно увімкнених гідродвигунів, для роботи яких потрібен найбільший розхід

$$Q_{\text{ГМ}}^{\text{max}} = 2 * Q_{\text{ГМ}} = 0,000185 * 2 = 0,00037 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$Q_{\text{ц}} = \frac{Q_1 * t + Q_2 * t}{t_{\text{заг}}} = \frac{0,000396 * 6 + 0,000314 * 6}{12} = 0,000355 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$Q_i = 0,00037 + 0,000355 = 0,000725 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 43,5 \text{ л/хв}$$

$$Q_{\text{н}} \geq \sum Q_i$$

$$Q_{\text{н}} = 48 \text{ л/хв}$$

ГНРЗ-D-50 на рис. 2.8, а також характеристика витрат і потужності на графіках рис. 2.9 , рис. 2.10

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		



Рис. 2.8 Шестеренний насос GHP3-D-50[10]

Характеристика	Значення
Робочий об'єм	33 см ³ /об
Витрата при n=1500 об/хв	48 л/хв
Максимальний тиск	270 бар
Максимальна швидкість обертання	3000 об/хв
Потужність	12,5 кВт

Табл. 2 Характеристика обраного насоса

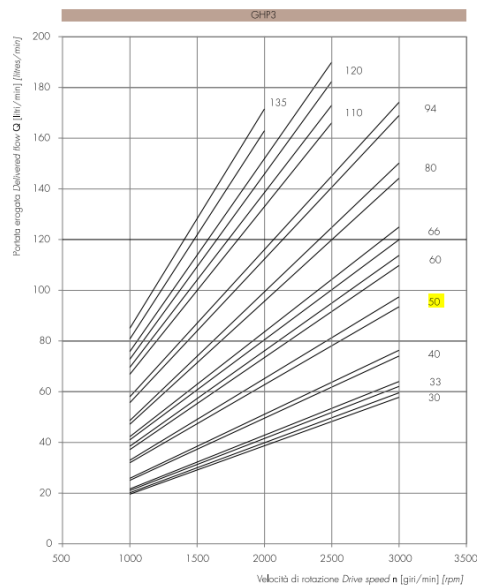


Рис. 2.9 Графік залежності витрати від швидкості обертання[10]

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

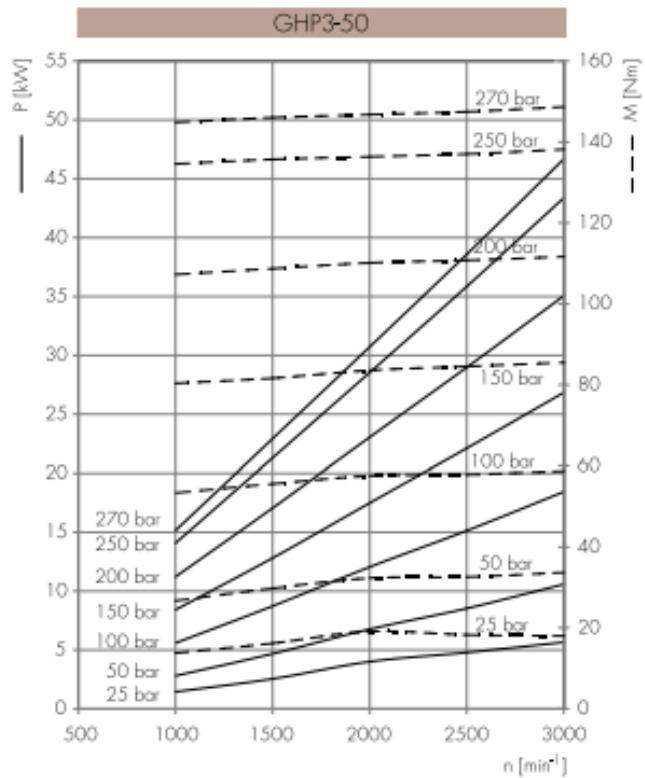


Рис. 2.10 Характеристика потужності насоса GHP3-50[10]

2.8 Підбір обладнання

Розподільник 4/3 RPE3-06-3-Y11[8]

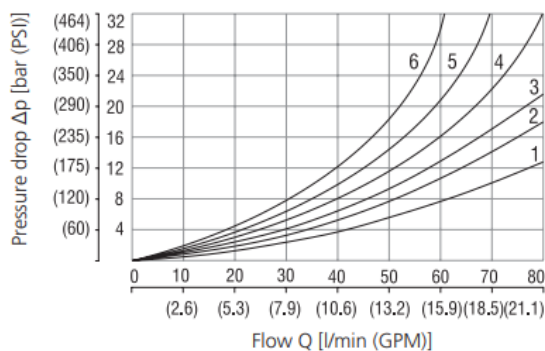
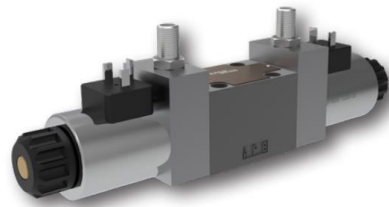
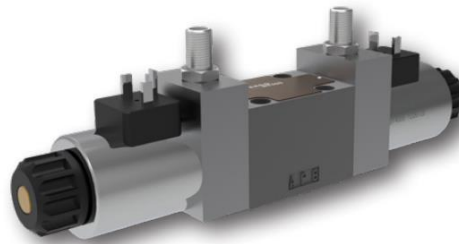


Рис. 2.11 Графік втрати тиску у розподільнику RPE3-06[8]

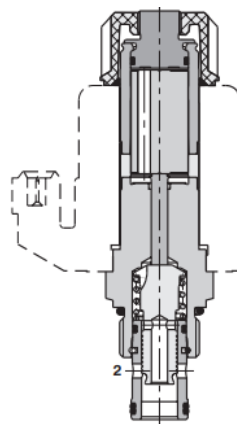
Характеристика	Значення
Макс. витрата Q, (л/хв)	80
Макс. тиск P на лініях P, A, B, (бар)	320
Макс. тиск P на лінії T, (бар)	210
Діапазон температур робочої рідини, (°C)	-30...+80
Напруга керування , (В)	24
Максимальна допустима частота перемикання, (Гц)	15000

Табл. 3. Характеристика розподільника RPE3-06

Розподільник 4/2 RPE3-06-2-J15



Розподільник 2/2 SD2E-B2[8]



Pressure drop related to flow rate
- Lightline, High performance

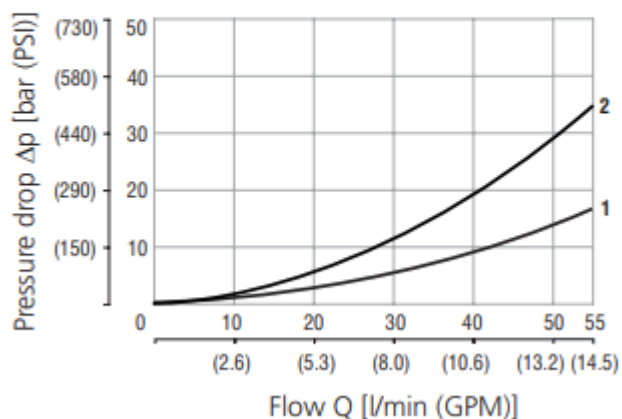


Рис. 2.12 Графік втрати тиску у розподільнику SD2E-B2

Характеристика	Значення
Макс. витрата Q, (л/хв)	55
Макс. тиск P, (бар)	350
Діапазон температур робочої рідини, (°C)	-30...+80
Напруга керування , (В)	24
Максимальна допустима частота перемикання, (Гц)	15000

Табл. 4. Характеристика розподільника SD2E-B2

Дросель VRFU 90



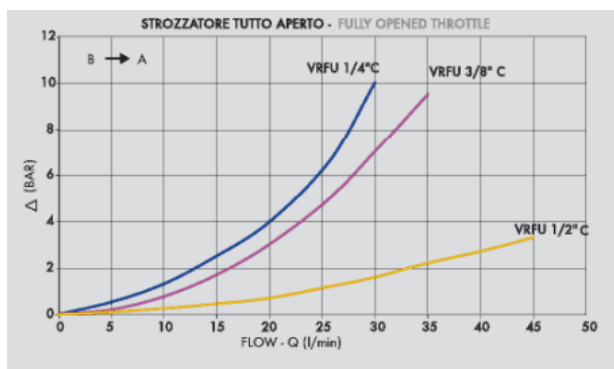


Рис. 2.13 Графік втрати тиску у дроселі VRFU 90[13]

Реле тиску MAP 160[9]

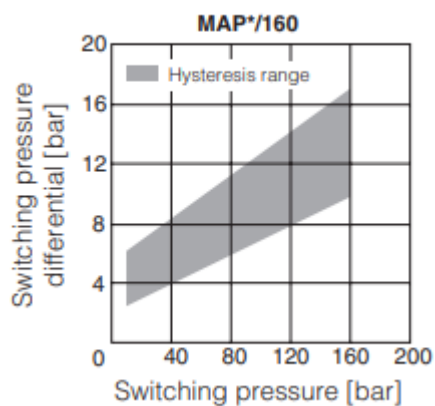
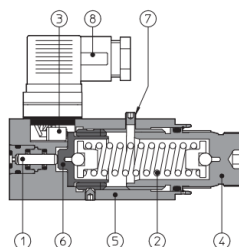
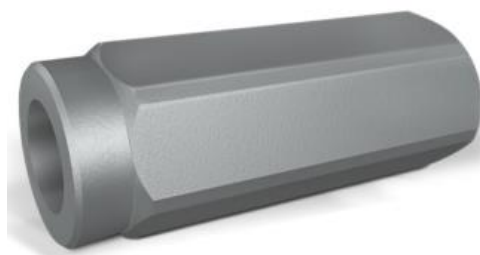


Рис. 2.14 Графік різниці тисків спрацювання датчика[9]

Клапан зворотній V0610 VU 1/2"[13]



		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		44

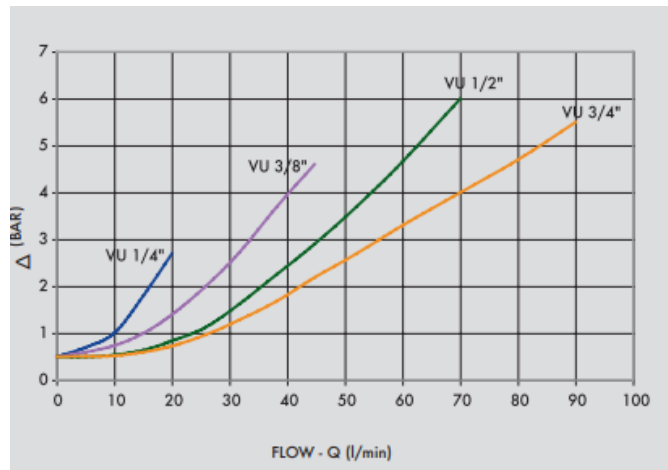


Рис. 2.15 Графік втрати тиску у клапані зворотньому V0610 VU 1/2”[13]

Клапан тиску VPMC 80 10-120 bar

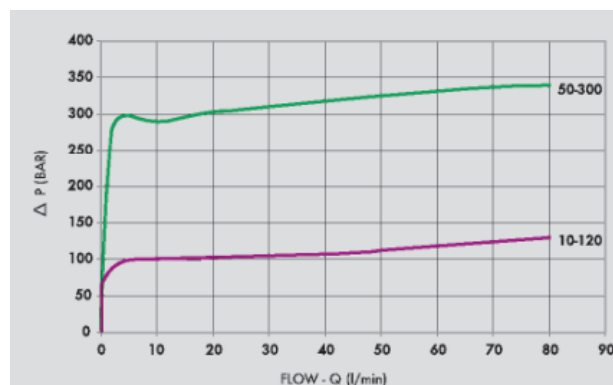


Рис. 2.16 Графік втрати тиску у клапані тиску VPMC 80 10-120 bar[13]

Фільтр всмоктувальний FS121B5T125[12]

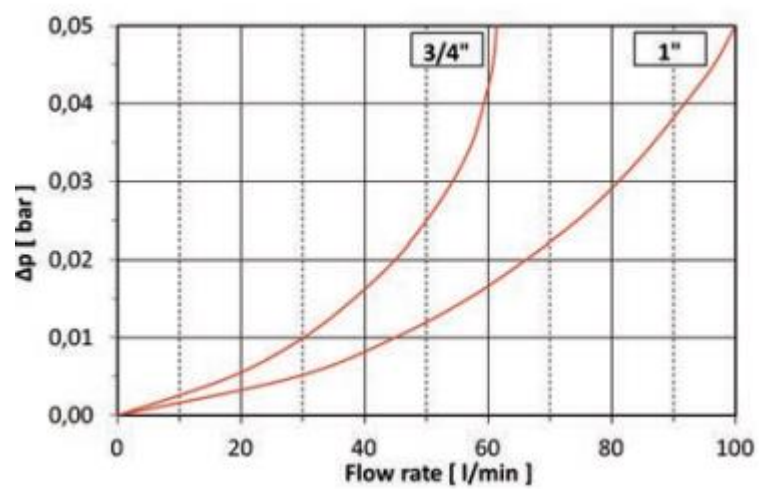


Рис. 2.17 Графік втрати тиску у фільтрі

Фільтр зливний FR1 22



FR120-22

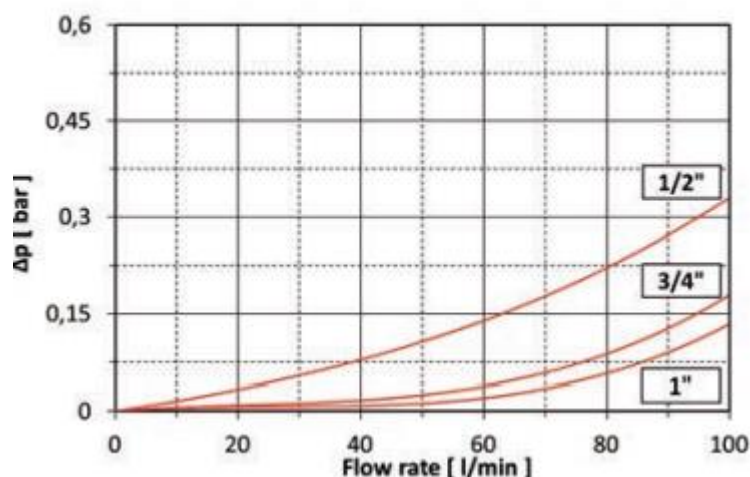


Рис. 2.18 Графік залежності втрат тисків від витрати фільтру

Кінцеві перемикачі FCT01



Корпус виконано із термопластику. Ступінь захисту IP673 коротким плунжером Контактний блок – пов. дій. та митєвих. дій. тип "Zb": X11 (1НЗ/1НР Медл. Дій.) - Z11 (1НЗ/1НР Мгнов. Дій.) Вбудований конектор: збоку – вертикально

Манометр Bosch Rexroth ABZMM40-60BAR/MPA-UVG[11]



		Іванущенко			Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	47

ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ

Діапазон робочих температур – від –20°C до +60°C, Різьбове з'єднання – G1/4 Максимальна індикація – 60 бар.

Вибір електродвигуна

$$N_H = P_{\text{НОМ}} * Q_{\text{ГМ}}^{\text{max}} = 6,3 * 10^6 * 0,000725 = 4567 \text{ Вт} = 4.6 \text{ кВт}$$

АИР112М4 5,5 КВТ 1500 ОБ/МИН



Характеристика	Значення
Потужність	5 кВт
Частота обертання поля статора	1500
Частота обертання вала	1440об/хв
Тип	Асинхроний
Напруга живлення	Трьохфазне, 220/380В
Монтажне виконання	Фланцеве
Номінальний струм	11,7 А
КПД	85,7%
Номінальний крутний момент	36,7 Нм
Рівень шуму	До 71 дБ

Табл.5 Характеристики електродвигуна

2.9 Гідравлічний розрахунок

Для визначення довжини і кількості місцевих опорів була зроблена 3D модель НС і комунікацій до гідромоторів (Рис.2.19, Рис. 2.20)

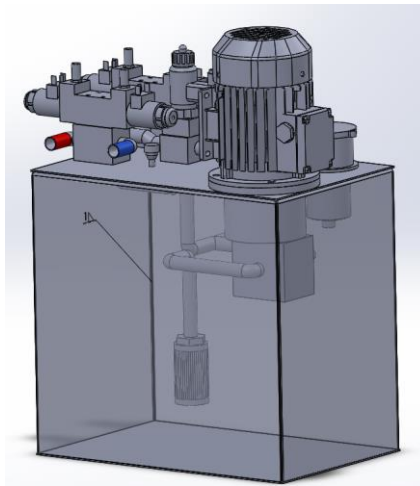


Рис. 2.19 Насосна станція в зборі

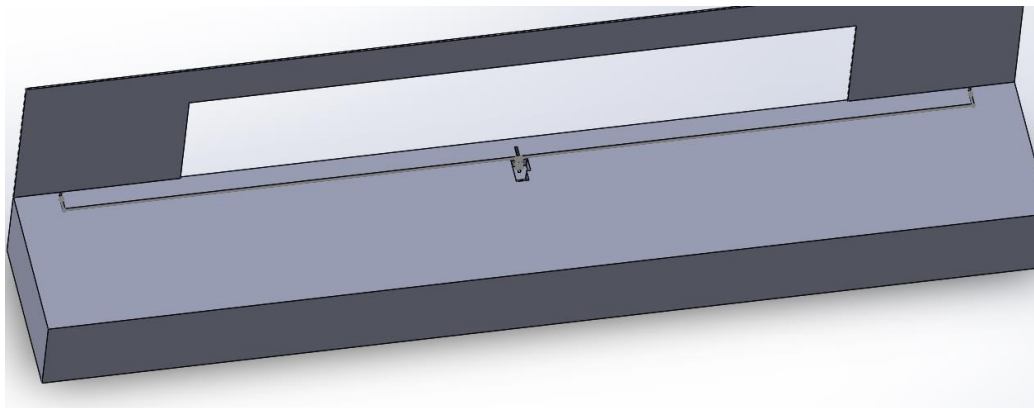


Рис. 2.20 Модель комунікацій від НС до гідромоторів

Визначення втрат тиску на гідравлічне тертя

Внутрішній діаметр труб напірних і зливної лінії

$$d_t = \sqrt{\frac{4 * Q_t}{\pi V_{cp}}}$$

Де Q_t – витрата рідини на ділянці, що розраховується

За прийнятим діаметром визначається дійна швидкість рідини, м/с

$$V = \frac{4 * Q_t}{\pi * d^2}$$

Розрахунок діаметрів і швидкостей для напірної, зливної і всмоктувальної лінії.

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		49

Напірна лінія:

Витрата на ділянці

$$Q_t = 0,000725 \text{ м}^3/\text{с}$$

Довжина ділянки

$$l = 116,43 \text{ м}$$

Середню швидкість рідини приймаю

$$V = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Розраховую напірну лінію:

$$d_t = \sqrt{\frac{4 * Q_t}{\pi V_{cp}}} = \sqrt{\frac{4 * 0,000725}{\pi * 5}} = 0,01358 \text{ м}$$

Приводимо до стандартного значення [2]

$$d_t = 16\text{мм} = 0.016\text{м}$$

Визначаю дійсну швидкість рідини:

$$V = \frac{4 * Q_t}{\pi * d^2} = \frac{4 * 0,000725}{\pi * 0.016^2} = 3,6058 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Втрати на гідравлічне тертя:

$$\Delta P_t = \frac{0,5 * \lambda * l * \rho * V^2}{d_t}$$

Де λ – коефіцієнт тертя, l – довжина ділянки, ρ – густина робочої рідини,

d_t – внутрішній діаметр трубопроводу на ділянці.

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Для знаходження коефіцієнта тертя потрібно розрахувати число Рейнольдса, коефіцієнт залежить від типу руху рідини (ламінарна чи турбулентна)

$$Re = \frac{V_p * d_T}{\nu}$$

При ламінарній течії рідини ($Re < 2300$) розраховується коефіцієнт тертя наступним чином[1]:

$$\lambda = \frac{75}{Re}$$

При турбулентній ($Re > 2300$) течії коефіцієнт тертя залежить від числа Рейнольдса і шорсткості стінок труби

$$\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}}$$

Значення числа Рейнольдса на напірній лінії

Кінематична в'язкість робочої рідини

$$\nu = 100 \frac{\text{мм}^2}{\text{с}} = 0.0001 \text{ м}^2/\text{с}$$

Густина робочої рідини

$$\rho = 880 \text{ кг/м}^3$$

$$Re = \frac{V_p * d_T}{\nu} = \frac{3,6058 * 0,016}{0.0001} = 576$$

Коефіцієнт тертя

$$\lambda = \frac{75}{Re} = \frac{75}{576} = 0,13$$

$$\Delta P_t = \frac{0,5 * \lambda * l * \rho * V^2}{d_t} = \frac{0,5 * 0,13 * 116,43 * 880 * 3,6058^2}{0,016} = 5,4 \text{ МПа}$$

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		51

Через велику довжину трубопроводу , при розрахованому діаметрі, великі втрати, тиску.

Прийmemo діаметр трубопроводу напірної лінії за межами насосної станції більше ніж у насосній $d=16\text{мм}$ і проведемо розрахунок знову

$$d_t = 40\text{мм} = 0.03\text{м}$$

$$V = \frac{4 * Q_t}{\pi * d^2} = \frac{4 * 0,000725}{\pi * 0.04^2} = 0,57 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$Re = \frac{V_p * d_T}{\nu} = \frac{0,57 * 0,04}{0.0001} = 230$$

$$\lambda = \frac{75}{Re} = \frac{75}{230} = 0,32$$

$$\Delta P_t = \frac{0,5 * \lambda * l * \rho * V^2}{d_t} = \frac{0,5 * 0,32 * 116,43 * 880 * 0,57^2}{0,04} = 0,1385 \text{ МПа}$$

Зливна лінія:

Довжина ділянки

$$l = 116,40 \text{ м}$$

Витрата на ділянці

$$Q_T = 0,0008 \text{ м}^3/\text{с}$$

Середню швидкість рідини приймаю [1]

$$V = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Розраховую зливну лінію:

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

$$d_t = \sqrt{\frac{4 * Q_t}{\pi V_{cp}}} = \sqrt{\frac{4 * 0,0008}{\pi * 2}} = 0,02256 \text{ м} = 22,5 \text{ мм}$$

Приводимо до стандартного значення [1]

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

Визначаю дійсну швидкість рідини:

$$V = \frac{4 * Q_t}{\pi * d^2} = \frac{4 * 0,0008}{\pi * 0.025^2} = 1,63 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Число Рейнольдса на зливній лінії

$$Re = \frac{V_p * d_T}{\nu} = \frac{1,63 * 0,025}{0.0001} = 407$$

Коефіцієнт тертя

$$\lambda = \frac{75}{Re} = \frac{75}{407} = 0,18$$

$$\Delta P_t = \frac{0,5 * \lambda * l * \rho * V^2}{d_t} = \frac{0,5 * 0,18 * 116,4 * 880 * 1,63^2}{0,025} = 1,001 \text{ МПа}$$

Аналогічно з напірною лінією , через довжину ліній до розташування гідромоторів, збільшимо діаметр для зменшення втрат тиску

$$d_t = 40 \text{ мм} = 0.04 \text{ м}$$

$$V = \frac{4 * Q_t}{\pi * d^2} = \frac{4 * 0,000725}{\pi * 0.04^2} = 0,63 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$Re = \frac{V_p * d_T}{\nu} = \frac{0,63 * 0,04}{0.0001} = 254$$

$$\lambda = \frac{75}{Re} = \frac{75}{254} = 0,29$$

$$\Delta P_t = \frac{0,5 * \lambda * l * \rho * V^2}{d_t} = \frac{0,5 * 0,29 * 116,40 * 880 * 0,63^2}{0,04} = 0,1528 \text{ МПа}$$

Всмоктувальна лінія:

Довжина ділянки

$$l = 0,3041 \text{ м}$$

Витрата на ділянці

$$Q_T = 0,0008 \text{ м}^3/\text{с}$$

Середню швидкість рідини приймаю [1]

$$V = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Розраховую всмоктувальну лінію:

$$d_t = \sqrt{\frac{4 * Q_t}{\pi V_{cp}}} = \sqrt{\frac{4 * 0,0008}{\pi * 1}} = 0,03191 \text{ м} = 31,91 \text{ мм}$$

Приводимо до стандартного значення [посилання]

$$d_t = 32 \text{ мм} = 0,032 \text{ м}$$

Визначаю дійсну швидкість рідини: 0,994718

$$V = \frac{4 * Q_t}{\pi * d^2} = \frac{4 * 0,0008}{\pi * 0,032^2} = 0,994 = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Число Рейнольдса на всмоктувальній лінії

$$Re = \frac{V_p * d_T}{\nu} = \frac{1 * 0,032}{0,0001} = 318$$

Коефіцієнт тертя

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

$$\lambda = \frac{75}{Re} = \frac{75}{318} = 0,24$$

$$\Delta P_t = \frac{0,5 * \lambda * l * \rho * V^2}{d_t} = \frac{0,5 * 0,24 * 116,4 * 880 * 1^2}{0,032} = 0,00097 \text{ МПа}$$

Розрахунок втрат на місцевих опорах

Втрати на місцевих опорах визначаються за формулою[2]

$$\Delta P_m = 0,5\rho(\xi_1 + \xi_2 + \dots + \xi_n) * V_p$$

Де ξ – коефіцієнт місцевого опору.

Ділянка	Вид опору	Кількість	Коефіцієнт ξ
Напірна	Плавний поворот 90°	26	0.2
	Трійник	2	3
Зливна	Плавний поворот 90°	21	0.2
	Трійник	2	3
	Поворот 30°	2	0.1
Всмоктувальна	Плавний поворот 90°	3	0.2

Табл.6 Перелік місцевих опорів

Втрати тиску на напірні лінії:

$$\Delta P_m = 0,5 * 880 * (26 * 0,2 + 2 * 3) * 0,57 = 0,00164 \text{ МПа}$$

Втрати тиску на зливній лінії:

$$\Delta P_m = 0,5 * 880 * (21 * 0,2 + 2 * 3 + 2 * 0,1) * 0,63 = 0,00185 \text{ МПа}$$

Втрати тиску на всмоктувальній лінії:

$$\Delta P_M = 0,5 * 880 * (2 * 0.2) * 0,57 = 0,00026 \text{ МПа}$$

Загальні втрати

$$\Delta P_M = 0,00026 + 0,00185 + 0,00164 = 0,00376 \text{ МПа}$$

Розрахунок втрат в гідроапаратах

Втрати на гідроапаратах визначаються за допомогою документації обладнання по графіках.

Втрати в гідроапаратах на напірній лінії

Втрата тиску на розподільниках Р1 Р2 Р3 при витраті 48л/хв становить $\Delta P_T = 0.8$ МПа на кожному.

Втрата тиску на дроселях ДР1 ДР2 при витраті 48л/хв становить $\Delta P_T = 0.3$ МПа на кожному

Втрата тиску на зворотньому клапані К31 при витраті 48л/хв становить $\Delta P_T = 0.2$ МПа

Втрати на гідроапаратах на зливній лінії

Втрата тиску на розподільнику Р4 при витраті 48л/хв становить $\Delta P_T = 1.1$ МПа

Втрата тиску на зворотньому клапані К32 при витраті 48л/хв становить $\Delta P_T = 0.2$ МПа

Втрата тиску на зворотньому фільтр Ф1 при витраті 48л/хв становить $\Delta P_T = 0.01$ МПа

Втрати на гідроапаратах на зливній лінії

Втрата тиску на фільтрі Ф2 витраті 48л/хв становить $\Delta P_T = 0.05$ МПа

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Загальні втрати тиску на напірній, зливній і всмоктувальних лініях:

$$\Delta P_{\text{нап}} = \Delta P_{\text{Т}} + \Delta P_{\text{М}} + \Delta P_{\text{Г}} = 0,1358 + 0,00164 + 3,2 = 3,3440 \text{ МПа}$$

$$\Delta P_{\text{зл}} = \Delta P_{\text{Т}} + \Delta P_{\text{М}} + \Delta P_{\text{Г}} = 0,1528 + 0,00185 + 1,35 = 1,5 \text{ МПа}$$

$$\Delta P_{\text{всм}} = \Delta P_{\text{Т}} + \Delta P_{\text{М}} + \Delta P_{\text{Г}} = 0,00097 + 0,00026 + 0,01 = 0,0112 \text{ МПа}$$

2.10 Висновок до розділу

В данному розділі розроблено гідравлічну схему і електрорелейну схему керування управління воротами, також було здійснено підбір обладнання і розрахунок діаметру трубопровод нагнітальних ліній і зливних

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

3 РОЗДІЛ. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

В даному розділі було проведено етап технології виготовлення поршня блокувального гідравлічного циліндра. Матеріалом заготовки є сталь. Розміри поршня: $L = 28$ мм; $D = 77$ мм;

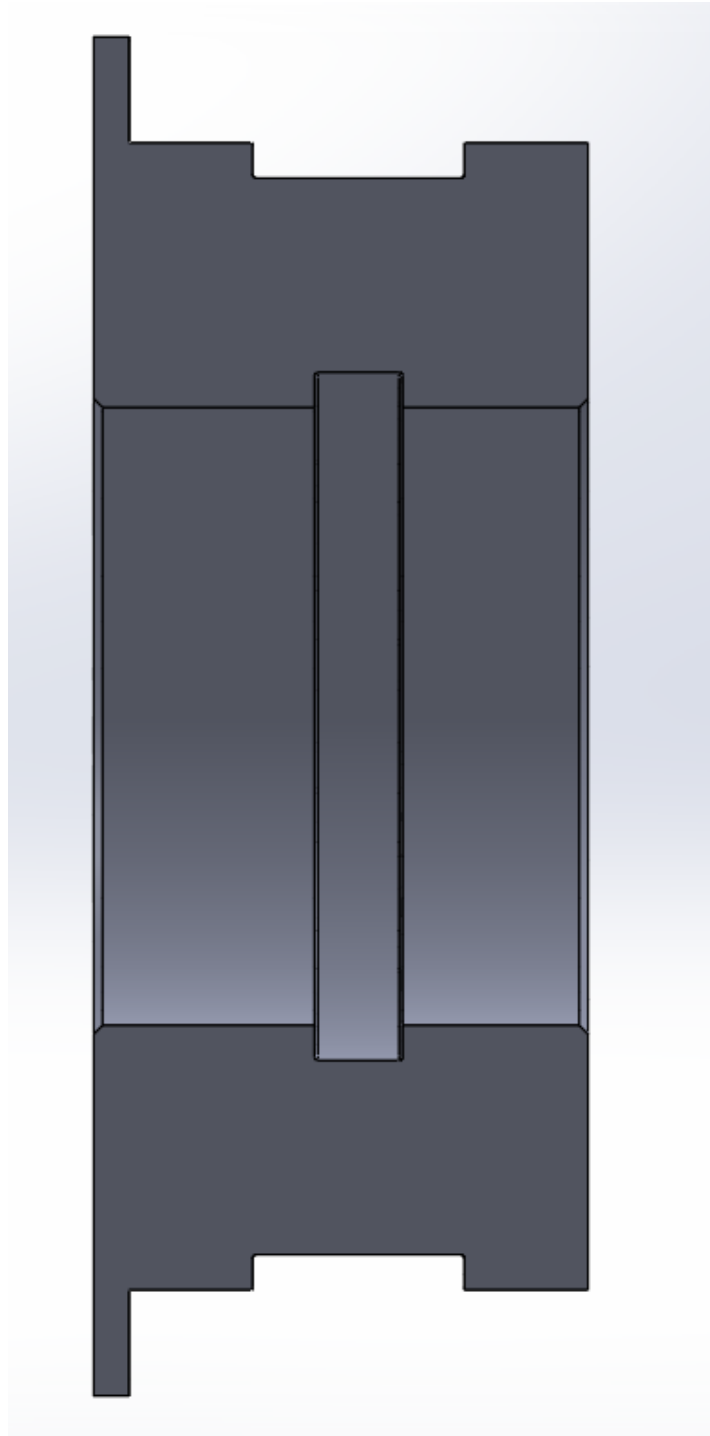


Рис. 3.1 Загальний вигляд деталі в розрізі

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

3.1 Аналіз технологічної конструкції деталі

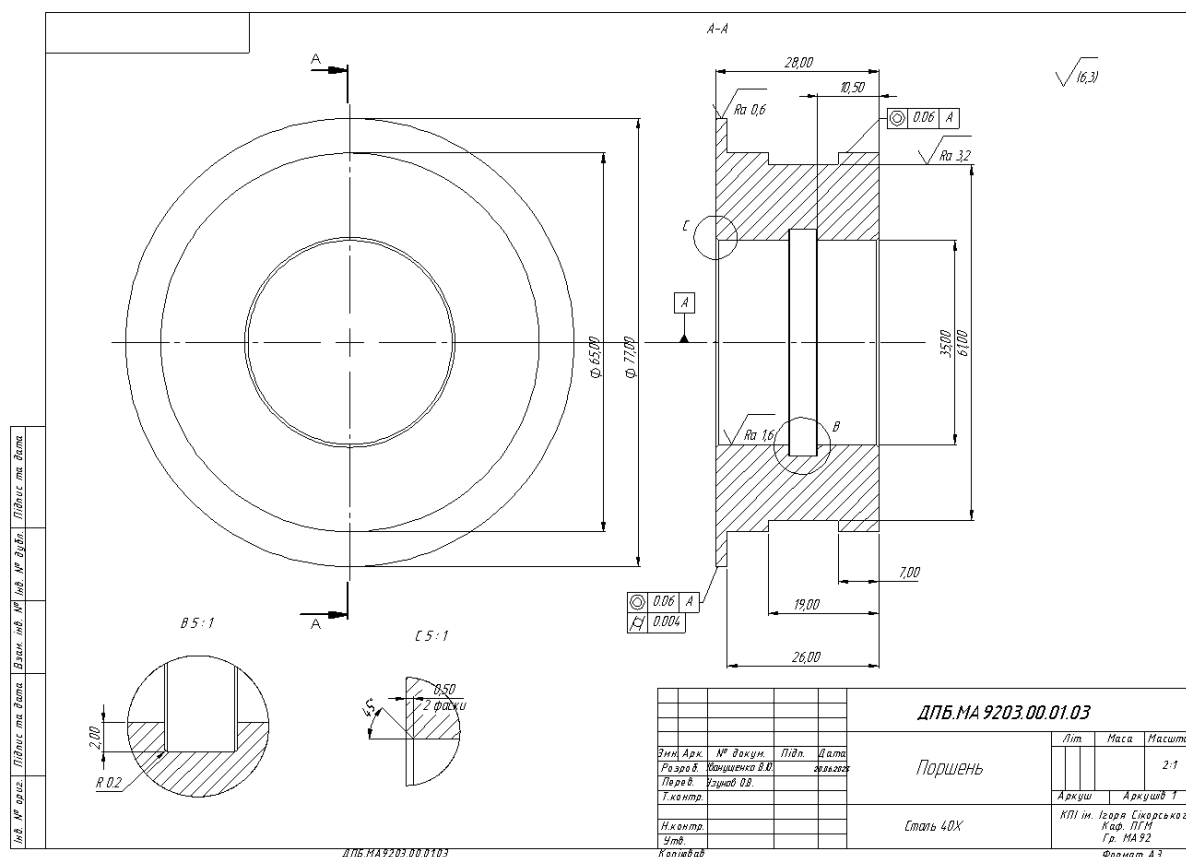


Рис. 3.2 Креслення деталі поршень

Найбільш доречним прокатним виробом для виготовлення поршня є сталевий прокатний круг. Судячи із форми деталі можна зробити висновок, що найбільш придатним прокатним виробом для його виготовлення є сталевий прокатний круг. Металобаза КТ-Сталь пропонує круг Сталь 40X діаметром 80 мм за ГОСТ 2590-06, при довжині однієї штуки виробу – 12 м; вага одного метру виробу – 480 кг, для виготовлення партії поршнів 100 шт. знадобиться $100 \cdot 0,28 = 28$ метри, отже потрібно 3 прутка по 12 м, з усього закупленого матеріалу можна виготовити 128 деталей. Вартість матеріалів становить 48988,8 грн без урахування доставки.

3.2 Вибір типового технологічного процесу і типових схем обробки деталі

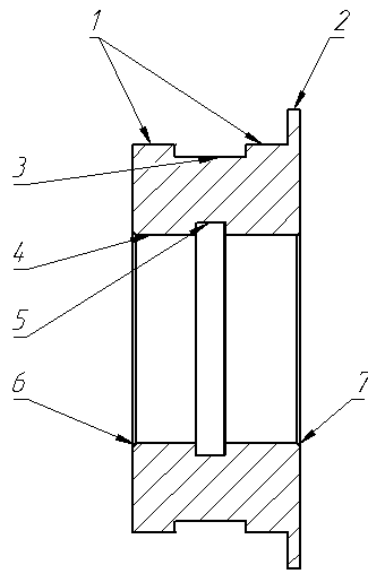


Рис. 3.3 Поверхні обробки заготовки

- Токарні операції: 4 (обробка зовнішніх поверхонь 1, 2, 3)
- Токарна операція: 1 (обробка внутрішніх поверхонь 4)
- Центрування та свердління отвору 4
- Операції фрезерування: 3 (фаски 6,7 , внутрішня канавка 5)

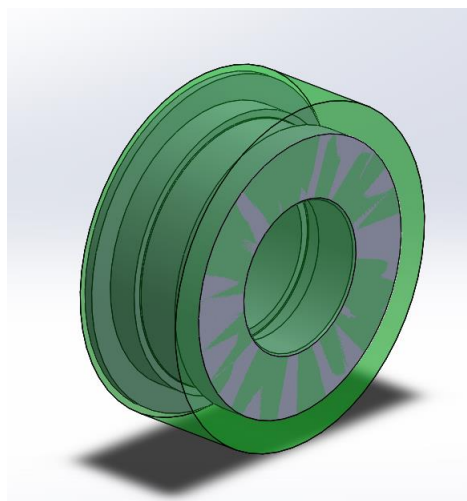


Рис. 3.4 Заготовка

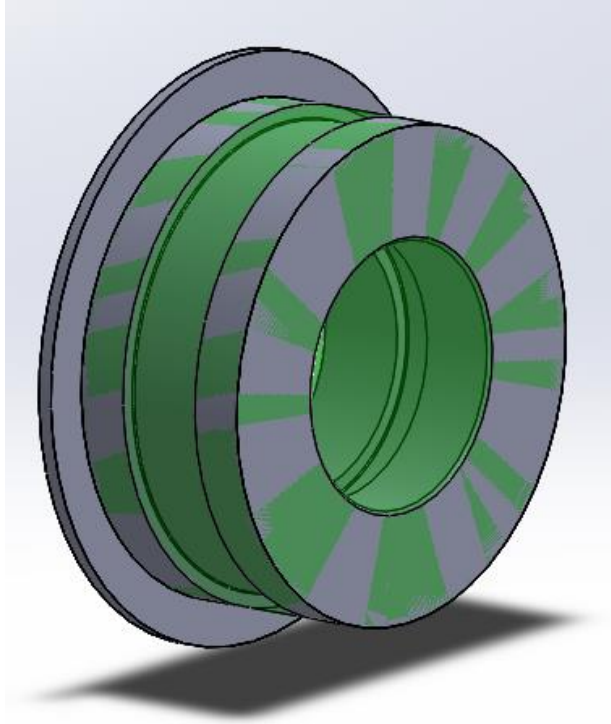


Рис. 3.5 Токарна операція 1

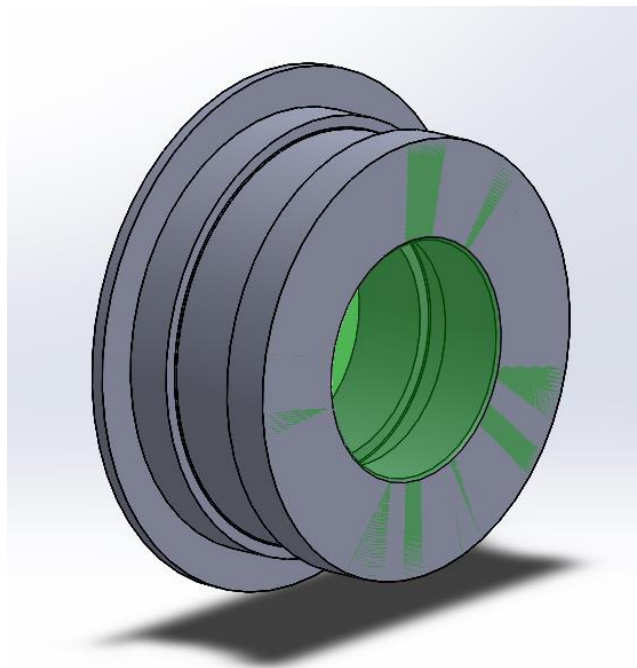


Рис. 3.6 Токарна операція 2

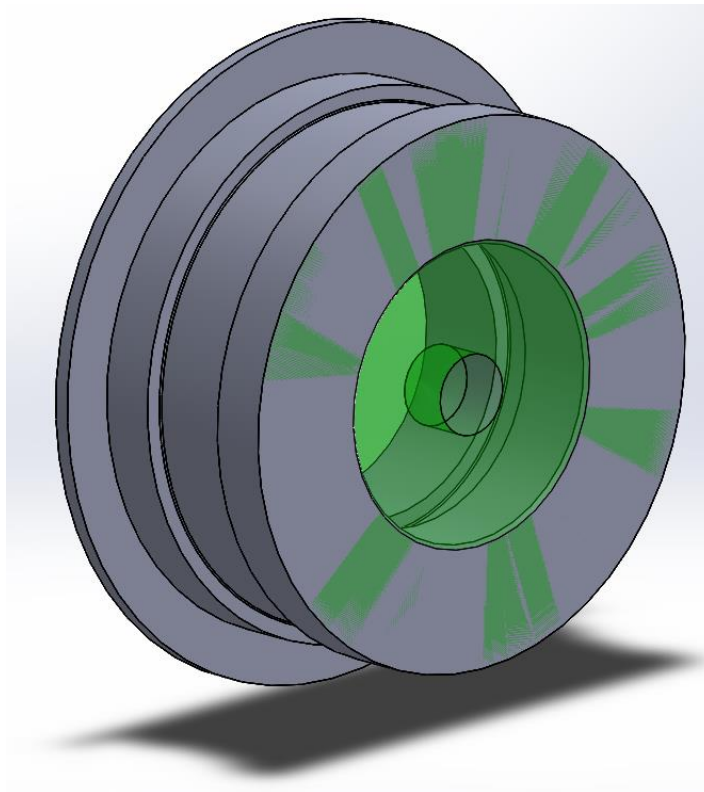


Рис. 3.7 Операція центрування отвору 3

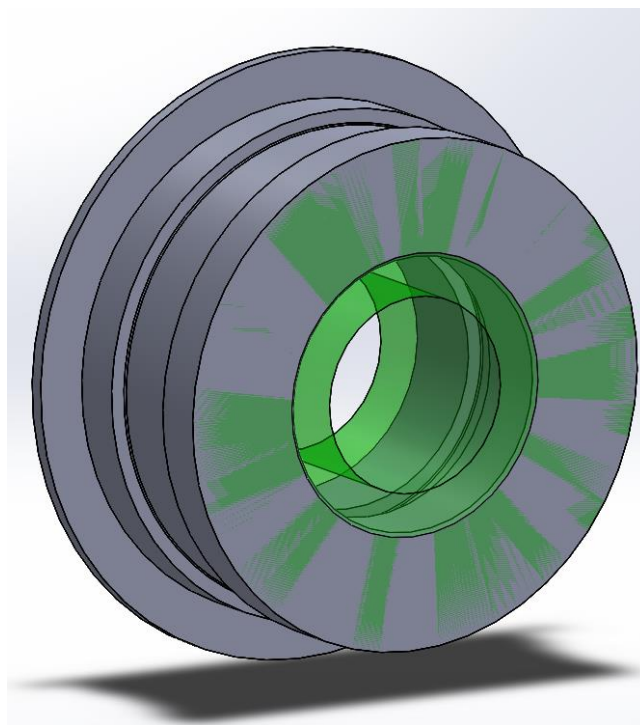


Рис. 3.8 Операція сверління 4

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		62

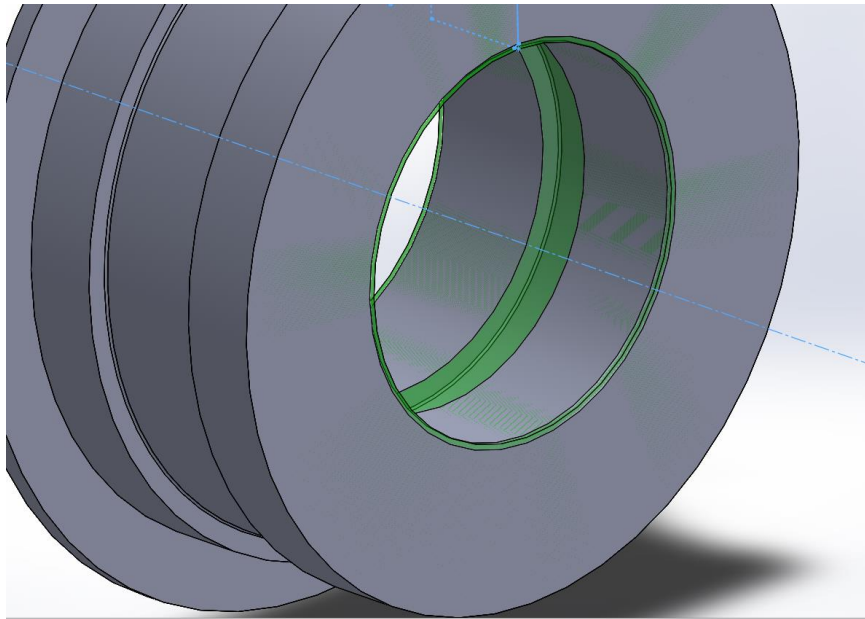


Рис. 3.9 Токарна операція 5

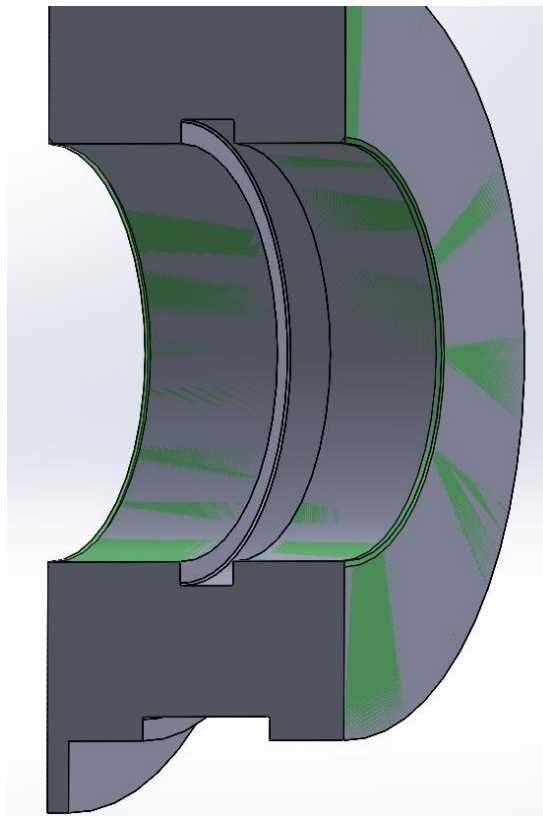


Рис. 3.10 Операція фрезерування канавки 6

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		63

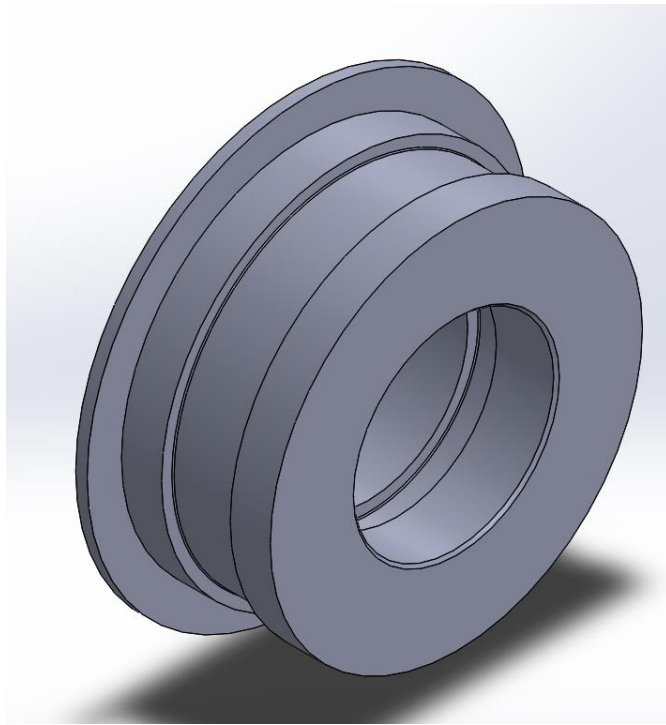


Рис. 3.11 Операція точіння фасок 7

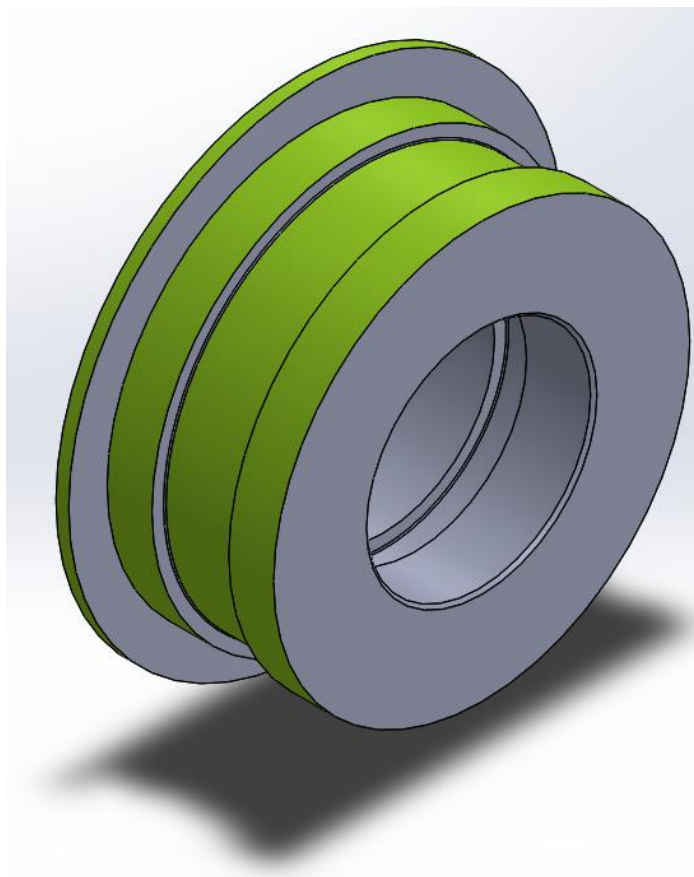


Рис. 3.12 Фінішна обробка зовнішніх поверхонь 8

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Після всіх операцій необхідно шліфувати деталь. Торцеві поверхні шліфувати з точністю 0,02мм.

Табл. 7 Технологічна послідовність оброблення поверхонь заготовки

№	Параметр шорсткості, Ra	Технологічна послідовність операцій
1	6.3	Точіння зовнішніх поверхонь
2	3.2	Точіння зовнішніх поверхонь
3	-	Центрування
4	3.2	Свердління
5	1.6	Точіння внутрішніх поверхонь
6	3.2	Фрезерування канавки
7	3.2	Фрезерування фасок
8	0.6	Точіння чистове

3.3 Вибір обладнання

Для виготовлення деталі багатопільовий обробляючий верстат з числовим програмним управлінням моделі HAAS ST 10 який для більшості представлених доцільно операцій використати



Рис. 3.13. HAAS ST 10 [14]

Табл. 8 Характеристика вибраного верстату

Переміщення по осі X	200мм
Переміщення по осі Z	406мм
Розмір патрона	165мм
Максимальний діаметр деталі	419мм
Максимальний діаметр обробки	356 мм
Прискорене переміщення по X і Y	30,5 м/хв
Швидкість шпинделя	50-6000 об/хв
Мкр макс при n=500 об/хв	102 Нм
Максимальна потужність	11,2 кВт

Табл.9 Розрахунок режимів роботи для операцій[15]

Операція	Інструмент	V, м/хв	S, мм/об	Ціна, Грн	n, об/хв
1 Точіння зовнішніх поверхонь	Різець прохідний прямий	25	0,6	84	4000

	12x12x70 T5K10					
2 Точіння зовнішніх поверхонь 	Різець прохідний прямий 12x12x70 T5K10	25	0,6	84	4000	
3 Центрування 	Свердло центрувальне 6,3 рбм5к5 DJT		0,6	316	4000	
4 Свердління 	Фреза кінцева 25x50 ц/х z=6 P- 18		0,6	343	4000	
5 Точіння внутрішніх поверхонь 	Різець розточний 12x12x100 T5K10 19410	25	0,6	125	4000	
6 Точіння канавки 	Різець канавковий внутрішній T15K10 a=4 16x16x105	25	0,6	92		

<p>7 Точіння фасок</p> 	<p>Різець підрізний відігнутий 16x12x100 T5K10</p>	25	0,6	73	
<p>8 Фінішна обробка поверхонь</p> 	<p>Різець прохідний відігнутий 12x12x100 T15K6</p>	25	0,15	65	

Обчислимо технологічний час за формулою

$$T = \frac{26 \cdot 26}{4000 \cdot 0,6} + \frac{12 \cdot 12}{4000 \cdot 0,6} + \frac{10 \cdot 1}{4000 \cdot 0,6} + \frac{28 \cdot 1}{4000 \cdot 0,6} + \frac{28 \cdot 28}{4000 \cdot 0,6} + \frac{5 \cdot 5}{4000 \cdot 0,6} + \frac{35 \cdot 1}{4000 \cdot 0,6} + \frac{28 \cdot 28}{4000 \cdot 0,15} = 2,01 \text{ хв}$$

Де l – довжина поверхні, що оброблюється, l_1 – довжина переходу інструменту, n – частота обертів шпинделя, S – подача шпинделя на один оберт.

Загальний час T обробки приблизно = 2 хвилини на одну деталь

3.4 Висновки до розділу

В цьому розділі було розглянуто виготовлення поршня блокуючого гідроциліндра. Технологія виготовлення цієї деталі складається з таких операцій: операції токарної обробки внутрішніх і зовнішніх тіл обертання, операції центрування та сверління, операції фрезерування канавки і фасок. Підібрано необхідні інструменти та токарний верстат, розглянуто поетапний процес виготовлення. Загальна вартість на матеріали і інструменти склала 51 756,8 грн., а загальний час виготовлення розглянутої партії деталей 256 хв

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		68

4 РОЗДІЛ. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності. (Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 №2694-12.)

Шкідливі виробничі фактори – це фактори середовища і трудового процесу, що можуть спричинити професійну патологію, тимчасове або стійке зниження працездатності, підвищити частоту захворювань. Тому так важливо, на робочому місці, раціонально організувати працю, щоб унеможливити вплив шкідливих факторів на стан здоров'я працівників та їх працездатність.

4.1 Загальний опис об'єкту охорони праці

В даній роботі спроектований гідропривід управління ангарними воротами – технологічне обладнання для керованого відкривання і закривання воріт ангару і блокуванням дверей в зачиненому положенні. До складу приводу входить насосна станція, яка підключена до мережі електроживлення, комунікації з гідравлічною рідиною, що сполучають виконавчі органи з насосною станцією: гідромотор і гідроциліндр.

4.2 Умови експлуатації насосної станції

Експлуатація насосної станції має бути здійснювана відповідно до певних умов, щоб забезпечити безперебійну та ефективну роботу системи. Основні умови експлуатації насосної станції включають:

Надійне живлення: Насосна станція повинна мати постійне та надійне живлення електроенергією або будь-яким іншим джерелом енергії, яке забезпечує роботу насосів та інших пристроїв у системі.

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		69

Вентиляція: Насосна станція повинна мати належну вентиляцію, щоб уникнути перегріву обладнання та забезпечити оптимальні умови роботи.

Контроль тиску: Система повинна бути обладнана необхідними пристроями для контролю тиску, які забезпечують безпеку та стабільність роботи насосної станції.

Регулярне обслуговування: Насосна станція потребує регулярного обслуговування, включаючи перевірку стану обладнання, змащення, заміну зношених деталей та проведення необхідних ремонтів.

Безпека: Насосна станція має відповідати нормам техніки безпеки та мати необхідні заходи для запобігання аварійним ситуаціям, таким як захист від перевантаження, автоматичне вимкнення у разі несправності та інші заходи безпеки.

Моніторинг та керування: Насосна станція може бути обладнана системою моніторингу та керування, яка дозволяє відстежувати параметри роботи, виявляти несправності та забезпечувати оптимальне керування режимами роботи.

Доступ до обладнання: Насосна станція повинна мати належні умови для доступу до обладнання для проведення обслуговування та ремонту.

Враховуючи ці умови експлуатації, насосна станція зможе працювати надійно та ефективно, забезпечуючи потрібне забезпечення водою, перекачування рідин або інші вимоги системи, для якої вона використовується.

		<i>Іванущенко</i>			<i>ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						<i>70</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		



Рис. Загальний вигляд приміщення

4.3 Аналіз шкідливих і небезпечних факторів

Отже можливі шкідливих і небезпечних факторів при роботі з воротами і насосною станцією:

- Механічна небезпека
- Електронезбезпека;
- Пожежонебезпека
- Вплив гідравлічного масла
- Механічна небезпека

Механічна небезпека

Механічна небезпека при роботі з гідравлічним приводом може призвести до серйозних травм або навіть загибелі людини. Основна шкода, яку може завдати механічна небезпека,

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
						71
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

При роботі з гідравлічним приводом та безпосередньо воротами існує ризик механічної небезпеки. Основні джерела механічної небезпеки включають:

- Удари та стиснення: Рухомі частини гідравлічного приводу, такі як циліндри, поршні, штоки та механічні замки, можуть викликати травму, якщо людина потрапить у зону руху цих елементів. Ризик удару або стиснення може виникнути, коли блокувальний циліндр відкривається або закривається.
- Зіткнення: Рухомі ворота можуть зіткнутися зі статичними або рухомими об'єктами, такими як транспортні засоби або люди, що знаходяться у їхній зоні руху. Це може призвести до пошкодження обладнання, травм або навіть загибелі.

Деякі дії, які можуть попередити механічну небезпеку при роботі з гідравлічним приводом управління відкривання ангарних воріт, включають:

- Проведення навчання та інструктажу: Робітникам, які працюють з гідравлічним приводом, слід надавати належне навчання з безпеки та інструктаж щодо коректного використання пристрою. Вони повинні бути ознайомлені з правилами безпеки, процедурами експлуатації та небезпеками, пов'язаними з роботою.
- Використання захисного обладнання: Робітники повинні використовувати відповідне захисне обладнання, таке як рукавиці, захисні окуляри, наколінники або спеціальний одяг, щоб захистити себе від можливих ударів, стиснень або зіткнень.
- Дотримання правил безпеки: Важливо дотримуватись правил безпеки, таких як нестояння поблизу рухомих частин, уникання розташування під падаючими воротами та правильне використання пристрою.
- Регулярне обслуговування та перевірки: Гідравлічний привід повинен підлягати регулярному технічному обслуговуванню та перевіркам, щоб забезпечити його надійну роботу. Перевіряйте наявність пошкоджень,

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		72

витоків, зносу та інших проблем, які можуть призвести до виникнення небезпеки.

- Установлення захисних пристроїв: можливість встановлення захисних пристроїв, таких як бар'єри, світлові сигналізації або датчики безпеки, що можуть допомогти уникнути небезпечних ситуацій та зменшити ризик травм.

Ці заходи допоможуть попередити механічну небезпеку та забезпечити безпечну експлуатацію гідравлічного приводу управління відкривання ангарних воріт.

Електробезпека

Електробезпека – це система організаційних та технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики.

В приміщенні використовується електродвигун серії АІР, у доступному місці встановлюється аварійний вимикач та електричний щит з запобіжником, що може знеструмує його, крім освітлення.

Заземлення електричного щита виконано із заземленою нейтраллю, виконані з захисним зануленням. Для підключення іншої переносної електроапаратури використовуються гнучкі проводи в надійній ізоляції, також з додатковим запобіжником вимикання. Приміщення відповідає усім нормам електробезпеки за ПУЕ та є придатним та безпечним для роботи.

Пожежонебезпека

В описаній схемі гідроприводу є декілька варіантів потенційної пожежної небезпеки. Перший – займання робочого рідини, а другий – коротке замикання у разі не виконання умов експлуатації електричного обладнання. Спалахування

		<i>Іванущенко</i>			<i>ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						<i>73</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

робочої рідини відбувається при досягненні температури 180°C, хоча температура мастила при роботі в системі не досягає цих значень.

Якщо ж брати до увагу ризик короткого замикання, то електронні елементи, в тому числі і релейні мають бути укомплектовані у блок керування, що виконаний у вигляді боксу із негорючого матеріалу.

Так, для попередження пожежі необхідно вживати певні заходи безпеки. Основні заходи безпеки, які можна використовувати для запобігання пожежам, включають:

- Встановлення системи пожежної сигналізації
- Система пожежної сигналізації дозволяє вчасно виявити виникнення пожежі і автоматично сповіщати про це. Вона може включати детектори диму, тепла або вогню, а також звукові та світлові сигнали.
- Установлення системи пожежного гасіння:

В залежності від типу об'єкта та ризиків, може бути необхідна система пожежного гасіння, така як автоматичні пристрої з газом, піною або водою. За нормою z0554-04 [5] встановити пересувні вогнегасники із 20 кг вогнегасної речовини в мінімальній кількості 2-ох одиниць. Ці системи допомагають ефективно та швидко загасити пожежу та запобігти її поширенню.

- Матеріал будівлі не має сприяти розповсюдженню вогню
- Проведення регулярних перевірок та обслуговування

Важливо регулярно перевіряти та обслуговувати системи пожежної безпеки, включаючи детектори диму, системи оповіщення та пристрої гасіння. Це допоможе забезпечити їх правильну роботу в разі надзвичайної ситуації.

- Навчання персоналу:

Всі працівники повинні бути навчені правилам пожежної безпеки, включаючи процедури евакуації, використання пожежних екстинкторів та інших

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		74

засобів пожежогасіння. Регулярні тренування та навчання допомагають зберегти знання та навички персоналу в актуальному стані. Основні положення пожежної безпеки наведено у наказі НАПБ А.01.001-2014 [5]

- План евакуації із будівлі

Потенційно пожежонебезпечне устаткування має знаходитись на відстані від легкозаймистих матеріалів

Вплив гідравлічного масла

При роботі з гідравлічним приводом і контакті з гідравлічним маслом можуть виникати певні враження на організм людини. Основні аспекти, які варто врахувати, включають:

- Шкірні реакції

Прямий контакт з гідравлічним маслом може спричинити подразнення шкіри. Деякі люди можуть бути чутливішими до цього і можуть розвивати алергічні реакції. Тому рекомендується використовувати захисні рукавички та інші засоби індивідуального захисту для запобігання контакту з гідравлічним маслом.

- Вплив на дихальну систему

При роботі з гідроприводом може виникати пил гідравлічного масла або пари, що можуть бути інгальованими. Це може призвести до подразнення дихальних шляхів та здатність викликати ускладнення для людей з астмою або іншими дихальними проблемами. Використання вентиляції або дихальних пристроїв може допомогти знизити вплив гідравлічного масла на дихальну систему.

- Вплив на очі

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
						75
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Бризки гідравлічного масла можуть потрапляти в очі та спричиняти подразнення, запалення або появу неприємних відчуттів. В разі потрапляння гідравлічного масла в очі, слід негайно промити їх водою і звернутися до лікаря, якщо симптоми продовжуються.

- Токсичність

Деякі гідравлічні рідини можуть містити токсичні речовини, які можуть негативно впливати на організм при довготривалому контакті або випадковому вживанні. Тому важливо дотримуватись інструкцій виробника та безпеки при роботі з гідравлічним маслом.

Враховуючи ці аспекти, важливо бути обережним при роботі з гідроприводом та гідравлічним маслом. Дотримання правил безпеки, використання захисного спорядження та своєчасна обробка можуть допомогти запобігти враженням організму від гідравлічного масла.

4.4 Основні правила техніки безпеки при використанні воріт

Перед початком роботи оператор повинен перевірити ряд обладнання , а саме:

- Справність світлової та звукової сигналізації;
- Справність гальма і фіксатора;
- Відсутність тріщин, викривлення, вм'ятин та іншої деформації на полотні воріт;
- Відсутність сторонніх предметів (снігу, листя і т.д.) на шляху руху воріт до обмежувача ходу з обох сторін.

Під час експлуатації для запобігання травм, що можливі в наслідок механічної небезпеки суворо забороняється:

- проходити або пробігати під полотном воріт, що рухається;

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
						76
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

- чіпати руками рухомі частини воріт (ролики, бічні опори, панелі тощо) під час їх руху.
- піддавати ворота ударам і перешкоджати їх вільному відкриттю/закриттю;
- встановлювати додаткове обладнання чи загороджувати отвір воріт, а також
- проводити заміну чи регулювання окремих частин під час виконання операції.

4.5 Висновки до розділу

Технічне рішення було проаналізоване із метою виявлення можливих факторів виникнення небезпек на виробництві та було розроблені основні правила техніки безпеки при використанні воріт, які ураховують шляхи попередження та мінімізації виробничих аварій, шкоди здоров'ю людини, обладнанню та спорудам.

5 Загальні висновки

У дипломному проєкті була проведена розробка і проектування гідравлічного приводу управління кожної з двох пар секцій воріт в незалежному режимі. Для досягнення поставленої мети було розглянуто типові кінематичні схеми відкривання воріт з подальшим створенням принципової гідравлічної схеми гідроприводу відкривання воріт, проведені розрахунки основних параметрів гідравлічної системи і підбір обладнання.

		<i>Іванущенко</i>			<i>ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						<i>77</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Об'ємні насоси гідравлічні двигуни гідросистем. М. Машинобудування Башта Т. М. 1974р. 606 с.
- 2 Методичні вказівки до курс. проекту за курсом «Проектування об'ємних гідроприводів» Укладач В.К. БУСЛОВ – Київ, НТУУ «КПІ», 2008 – 60с.
- 3 Гідравліка, гідро- та пневмоприводи : конспект лекцій / укладач Е. В. Колісніченко, А. С. Мандрика, В. О Панченко. – Суми : Сумський державний університет, 2021. – 176 с.
- 4 Ворота ангарів і елінгів А. Л. Безвиконный, Н. Н. Всеволодов, Л. А. Иванова, М. А. Иняев, А. В. Леонтьев, Н. Я. Мальцев 1938 — 161 стр.
- 5 Офіційний вебпортал парламенту України: <https://zakon.rada.gov.ua>
- 6 Сайт виробника <https://i-vorota.com.ua/ua/p1101950741-angarnye-vorota-nestandardnyye.html>
- 7 Сайт виробника Italgrouр <https://www.italgroup.eu/en/>
- 8 Сайт виробника Argo-hytos <https://www.argo-hytos.com>
- 9 Сайт виробника Atos <https://www.atos.com>
- 10 Сайт виробника Marzocchipompe <https://www.marzocchipompe.com>
- 11 Сайт виробника Bosch Rexroth <https://apps.boschrexroth.com/products/compact-hydraulics/ch-catalog/>
- 12 Сайт виробника Filtrec <https://www.filtrec.com>
- 13 Сайт виробника OleodinamicaMarchesini <https://www.oleodinamicamarchesini.com>
- 14 Сайт виробника Haas <https://www.haascnc.com/ps/machines/lathes/st.html>
- 15 Інтернет каталог інструментів <https://likant.com.ua/katalog/metallorzhushhij>

		Іванущенко			ДПБ.МА9203.00.00.00 ПЗ	Арк.
						78
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		