

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

**Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки**

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри  
\_\_\_\_\_Олександр ЛУГОВСЬКИЙ

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 р.

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

**на тему: Машина для обв'язки труб** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Виконав (-ла): студент (-ка) 4 курсу, групи МА-71

Мирошник Дмитро Олександрович \_\_\_\_\_ (підпис)  
(прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник доцент, к.т.н., Гришко Ігор Анатолійович \_\_\_\_\_ (підпис)  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

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

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

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

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

Студент \_\_\_\_\_ (підпис)

Київ – 2021 року

**Національний технічний університет України**  
**«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**  
**Механіко-машинобудівний інститут**

**Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки**

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 131 Прикладна механіка

Освітньо-професійна програма «Автоматизовані та роботизовані механічні системи»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о. завідувача кафедри

Олександр ЛУГОВСЬКИЙ

(підпис)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на дипломний проєкт студенту**

Мирошник Дмитро Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту Машина для обв'язки труб

керівник проєкту Гришко Ігор Анатолійович, доцент, к.т.н.

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

затверджена наказом по університету від “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 року №

2. Термін подання студентом проєкту

3. Вихідні дані до проєкту Розробити гідравлічну систему завдяки якій буде можливим зв'язувати труби у стрічці діаметр якої складає 400мм та запобігти перетисненню сталевих труб

4. Зміст пояснювальної записки Розділ 1. Огляд різних видів труб, їхнє призначення та способи транспортування та пакування, Розділ 2. розробка гідравлічної схеми та розрахунок гідроприводу, Розділ 3 Технологія виготовлення деталі, Розділ 4 Охорона

Праці.

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

**Креслення формату А1 ( перший лист - схема гідравлічна, другий лист - Вигляд**

**загальний креслення машини для обв'язки труб, третій лист – Схема гідравлічний**

**з'єднань, четвертий лист – Монтажна плита )**

#### 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 16.04.2021

#### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Аналіз та огляд різних видів труб	16.04.2021	
2	Розробка гідравлічної схеми	28.04.2021	
3	Гідравлічний розрахунок	10.05.2021	
4	Розрахунок втрат та вибір робочого обладнання	15.05.2021	
5	Технологія виготовлення	25.05.2021	
6	Охорона праці	01.06.2021	

Студент

\_\_\_\_\_ ( підпис )

(Власне ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

Керівник проєкту

\_\_\_\_\_ ( підпис )

(Власне ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## АНОТАЦІЯ

До бакалаврської роботи Мирошника Дмитра Олександровича  
на тему “Машина для обв’язки труб”

Дана дипломна робота присвячена розробці гідравлічної машини для зв’язування труб з метою поліпшення процесу обв’язки та зменшення кількості негативних факторів на труби.

У дипломній роботі проведено аналіз існуючих видів сталевих труб та їх різноманітні види пакування. Були також розглянуті норми їх зберігання та транспортування. Було обґрунтовано необхідність приділення уваги до проблеми пошкодження сталевих труб

Було розроблено гідравлічну схему, розраховані все необхідні параметри та підібрано необхідне обладнання для правильного функціонування системи.

Дипломна робота була виконана завдяки використанню програмних засобів та комп’ютерних технологій таких як, MS Word( для оформлення текстової частини), Компас -3D v17.1 ( для розробки графічного матеріалу дипломної роботи) та Internet (для опрацювання науково-теоретичних матеріалів)

					<i>ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ANNOTATION

To the bachelor's work of Myroshnyk Dmytro Oleksandrovykh  
on the topic "Pipe tying machine"

This thesis is dedicated to the development of a hydraulic machine for connecting pipes in order to improve the strapping process and reduce the number of negative factors on the pipes.

The thesis analyzes the existing types of steel pipes and their various types of packaging. Norms of their storage and transportation were also considered. The need to pay attention to the problem of damage to steel pipes was justified.

The hydraulic scheme was developed, all the necessary parameters were calculated, and the necessary equipment was selected for the proper functioning of the system.

Thesis was performed using software and computer technologies such as MS Word (for text design), Compass -3D v17.1 (for the development of graphic material for the thesis) and the Internet (for the study of scientific and theoretical materials)

					<i>ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## Пояснювальна записка до дипломного проєкту

на тему: Машина для обв'язки труб \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Київ – 2021 року

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ЗМІСТ

<u>ВСТУП</u> .....	9
<u>РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД РІЗНИХ ВИДІВ ТРУБ, ЇХНЄ ПРИЗНАЧЕННЯ ТА СПОСОБИ ТРАНСПОРТУВАННЯ ТА ПАКУВАННЯ</u> .....	9
<u>1.1. Види сталевих труб</u> .....	10
<u>1.1.1 Оцинковані труби</u> .....	10
<u>1.1.2. Профільні труби</u> .....	11
<u>1.1.3Безшовні труби</u> .....	12
<u>1.1.4. Водогазопровідні труби</u> .....	13
<u>1.1.5. Електрозварні труби</u> .....	15
<u>1.2.Загальна інформація</u> .....	17
<u>1.3 Висновок:</u> .....	20
<u>РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ГІДРАВЛІЧНОЇ СХЕМИ ТА РОЗРАХУНОК ГІДРОПРИВОДУ</u> .....	21
<u>2.1. Розробка гідравлічної схеми</u> .....	21
<u>2.2.Визначення розмірів гідроциліндра та розмірів підводів</u> .....	25
<u>2.3Розрахунок трубопроводів</u> .....	30
<u>2.4. Вибір робочої рідини</u> .....	32
<u>2.5. Розрахунок гідравлічних втрат по довжині трубопроводу</u> .....	33
<u>2.6.Вибір робочого обладнання та її характеристика</u> .....	38
<u>2.7 Висновок</u> .....	47
<u>РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ</u> .....	48
<u>3.1. Опис деталі</u> .....	48

					ДП01.МА7107.00.00.00.ПЗ						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Машина для Обв'язки труб Пояснювальна записка			Лит.	Аркцш	Аркцшів	
Розроб.		Мирошник								7	76
Перевір.		Гришко						КПІ ім.Сікорського			
Реценз.											
Н. Контр.											
Затверд.											

<u>3.2. Обґрунтування вибору виготовлення заготовки та розроблення її креслення.</u>	49
<u>3.2.1. Вибір методу виготовлення заготовки.</u>	49
<u>3.2.2. Характеристики хімічних та фізико-механічних властивостей матеріалу деталі.</u>	49
<u>3.3. Розробка технологічного процесу</u>	49
<u>3.3.1. Проектування технологічних послідовностей оброблення поверхонь деталі</u>	49
<u>3.3.2. Проектування маршрутного технологічного процесу виготовлення деталі</u>	51
<u>3.4. Розрахунок часу обробки однієї деталі</u>	56
<u>3.4.1 Розрахунок часу точіння</u>	56
<u>3.4.2. Розрахунок часу обробки при фрезуванні</u>	58
<u>3.5. Розрахунок собівартості інструменту</u>	59
<u>3.6. Висновки</u>	60
<u>РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ</u>	62
<u>4.1. Аналіз шкідливих і небезпечних факторів при роботі з стендовим обладнанням</u>	62
<u>4.2 Електробезпека виробничого приміщення</u>	62
<u>4.3 Пожежна безпека</u>	63
<u>4.4. Освітлення виробничого приміщення</u>	64
<u>4.5 Ультразвук і виробничий шум</u>	67
<u>4.6. Санітарно-гігієнічні характеристики приміщення</u>	68
<u>4.7. Засоби індивідуального захисту при роботі з гідравлічним обладнанням</u>	69
<u>4.8. Мікроклімат виробничих приміщень</u>	70
<u>ВИСНОВКИ</u>	72
<u>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</u>	73
<u>ДОДАТОК А. СПЕЦИФІКАЦІЇ</u>	75

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## ВСТУП

Наразі, у сучасному світі, використовують різноманітні способи пакування та транспортування труб малого та великого діаметра. Зазвичай, труби складають, та зв'язують спеціальними пістолетами, або ж вручну перетягують джгутом. При такому типі пакування, може утворюватися проміжок між трубами, які упаковані як шестикутник або ж коло, із за чого будуть місцеві пошкодження труб, виникати тертя при їх транспортуванні. Недбале поводження може призвести до пошкодження захисних шарів (наприклад, цинку), які внаслідок цього втрачають свою захисну функцію, викликаючи корозію.

Через такі проблеми, термін придатності труб зменшується в рази та з'являється необхідність технічного огляду, для подовження терміну придатності, або ж повної заміни.

Саме тому, метою моєї роботи стало об'єднання процесу обв'язки труб. Для реалізації поставленої мети необхідно виконати наступні задачі:

Розглянути призначення труб, їх типи та різні види пакування та транспортування для його подальшого удосконалення.

Розробити гідравлічну схему.

Розрахувати та підібрати компоненти для пристрою який буде допомагати та полегшувати процес пакування труб.

Забезпечити безпеку роботи та життєдіяльність працівників з цим пристроєм.

Гідросистема яку я пропоную, дозволяє щільно пакувати та зв'язувати сталеві та пластикові труби невеликого та середнього діаметра, залізні прутки для його подальшого транспортування.

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД РІЗНИХ ВИДІВ ТРУБ, ЇХНЄ ПРИЗНАЧЕННЯ ТА СПОСОБИ ТРАНСПОРТУВАННЯ ТА ПАКУВАННЯ

Сталеві труби мають безліч критеріїв класифікації. Наприклад, за профілем перетину виділяють круглі, квадратні, овальні, капле видні труби.

Якщо розділяти труби на класи по способам обробки торців, то тут можна виділити нарізні, висаджені по краю, конусоподібні труби. Спосіб формування окремих виробів також буває різним. Труби можуть бути звареними, паяними, з прямим швом або взагалі без нього.

Сталеві труби можуть виготовлятися в різних температурних режимах: холодному і гарячому. За технологією виробництва вони поділяються на деформовані, пресовані, ковані, відцентрово-литі і катані. Якість обробки стали теж може бути різним. Наприклад, готові труби можуть бути полірованими, шліфованими, оцинкованими і обточеним.

Нарешті, по області застосування сталеві труби діляться на вироби для загальних цілей, спеціальні (бурильні, насосні, обсадні і т.д.), магістральні, цільові, термостійкі і жаростійкі.

Вибираючи труби, важливо орієнтуватися не тільки на їх зовнішні параметри, але і на марку стали, з якої вони виготовлені. Виготовляються з киплячою, напівспокійну і спокійної сталі. Найбільш низькоякісними визнані вироби з киплячою сталі. У ній розчинені бульбашки газу, через які труба може деформуватися. Спокійна сталь є дуже якісною, але коштує досить дорого. Найчастіше її використовують на серйозних виробництвах. Оптимальним варіантом для більшості проектів можна назвати труби з напівспокійної сталі. Вони досить надійні і мають прийнятну вартість.

Також в наш час широко використовуються пластикові труби, і вони виробляються з різних матеріалів, і мають ряд переваг над сталевими трубами, так як на них менше впливає навколишнє середовище, в них не відкладаються солі, та вони не підлягають корозії.

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.1. Види сталевих труб

Через велику різноманітність у використанні різних сталевих труб виникає потреба огляду різних їх видів та типів.

### 1.1.1 Оцинковані труби

Для запобігання корозії на труби з вуглецевої сталі наноситься спеціальне цинкове покриття (рис.1.1). Такі вироби активно використовуються для монтажу побутових і промислових трубопроводів. Крім того, вони відмінно себе зарекомендували для застосування на відкритому повітрі.

- Водогазопровідні. Цей вид труб використовується для організації водопостачання всередині приміщень. Найбільш поширені труби з параметрами від Ду 15 до Ду 50 .
- Профільні. Використовуються для спорудження внутрішніх і зовнішніх металоконструкцій. Також в такі труби закладають електричні кабелі для їх захисту. Найбільш поширеним розміром перетину є 15х15х1,5 - 80х80х4 мм.



Рис.1.1 оцинковані труби

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

Зазвичай сталеві оцинковані труби упаковують в зв'язки вагою 1-7 тон. Для надійності кріплення зв'язки перетягують дротом в трьох місцях. На кожній пачці обов'язково повинна бути бирка, на якій вказано діаметр виробів, марка сталі, довжина, номер партії і товщина покриття. Якщо оцинковка була проведена методом гарячого оцинкування, то транспортування можна здійснювати без упаковки.

Зберігаються труби на відкритих майданчиках з рівною і твердою поверхнею. Для транспортування найчастіше використовують піввагони або автотранспорт з відкритим кузовом. Оцинковані труби не можна перевозити зі звичайним металопрокатом, так як це може пошкодити їх покриття.

### 1.1.2. Профільні труби

Профільні електрозварні труби (рис.1.2.) виготовляються зі сталевих стрічок. Існує кілька способів виробництва подібних виробів, проте процес в цілому схожий на виготовлення круглих електрозварних труб.



Рис.1.2. Профільні труби

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Профільні труби підрозділяються на прямокутні та квадратні. Вони можуть виготовлятися з гарячекатаної або холоднокатаної сталі в залежності від сфери застосування.

Профільні труби зазвичай упаковують в пачки вагою від 1 до 9 тонн в залежності від їх розмірів. На кожній пачці повинна бути наклеєна бирка, в якій вказані зовнішні розміри, товщина стінок, марка стали і номер партії.

Якщо труби виготовлені з холоднокатаної сталі, то їх упаковують в спеціальні коробки для захисту від погоди і механічних пошкоджень. Профільні труби зберігаються на відкритих майданчиках з рівним і твердим покриттям. Зазвичай вироби транспортуються в відкритих піввагонах або автомобілях з відкритим кузовом. Тонкостінні труби не можна перевозити зі звичайним металопрокатом, так як це може викликати їх деформацію.

### 1.1.3Безшовні труби

На відміну від інших видів труб, в безшовних відсутній зварений шов. Такий спосіб виробництва труб досить складний і вимагає великих енергетичних витрат.

Як правило, безшовні труби (рис1.3.) виготовляються довжиною від 2,5 до 9 метрів. Але на вимогу замовника довжина виробів може бути будь-хто. Такі індивідуально виготовлені труби істотно дорожче, тому їх замовляють досить не часто.

Безшовні труби зазвичай упаковують в партії вагою не більше 7 тонн. Вироби можуть бути упаковані в зв'язки або лежати окремо. Якщо їх діаметр перевищує 159 мм, то всі характеристики труб повинні бути обов'язково нанесені на тіло самої труби.

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис.1.3. безшовні труби

#### 1.1.4. Водогазопровідні труби

Водогазопровідні сталеві труби (рис.1.4.) призначені для організації водопостачання, монтажу опалювальних систем, а також для побутових газопроводів. Такий тип труб виготовляється з металевого штрипса методом зварювання. Особливо велика увага приділяється якості зварювального шва. Він обов'язково повинен бути газо- і водонепроникним і, крім того, повинен витримувати досить великий тиск. Водогазопровідні труби прийнято розділяти на звичайні, легкі і посилені в залежності від товщини стінок.

До подібного типу труб пред'являються високі стандарти якості. Це означає, що на виробках не повинно бути ніяких тріщин, розшарувань або здуття.



Розрізати труби можна тільки під кутом 90 градусів. Вм'ятини дозволяються тільки в тому випадку, якщо вони не мають негативного впливу на цілісність труб. Якщо вироби оцинковуються, то на їх поверхні не допускається наявність відслоювань, міхурів і сторонніх включень.



Рис.1.4. Водогазопровідні труби

Як правило, водогазопровідні труби застосовуються для транспортування холодної і гарячої води. Крім того, за ним також передається газ, що знаходиться під низьким тиском. З'єднання окремих труб допускається методом зварювання або за допомогою спеціальних з'єднань з різьбленням.

Інше призначення таких труб - створення різноманітних металоконструкцій. Наприклад, зборів, будівельних лісів або предметів меблів.

В основному покупцями водогазопровідних труб є будівельні організації та житлово-комунальні господарства. Велика частина сучасних будинків і квартир оснащені подібними трубами.

Найчастіше в роботі використовуються шестиметрові вироби. Вони найбільше зручні в монтажі і подальшій експлуатації. Однак виробники пропонують труби і більшого розміру.

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

Водогазопровідні труби упаковують в зв'язки по 2-5 тонн. Для більшої надійності пачки перетягують дротом або сталевую стрічкою. Кожна упаковка повинна супроводжуватися спеціальної биркою, на якій вказано діаметр виробів, марка стали, товщина стінок і інші дані.

Зберігання водогазопровідних труб здійснюється на відкритих майданчиках з твердим і рівною поверхнею. Якщо товщина стінок становить 0,7-2 мм, то такі труби зберігають в закритих коробах або в опалювальних приміщеннях.

Транспортування труб виробляють в піввагонах або на машинах з відкритим кузовом. Тонкостінні вироби перевозяться окремо від звичайних через великий ризик їх пошкодження.

#### 1.1.5. Електрозварні труби

Для виготовлення електрозварювальних труб (рис.1.5.) також використовуються сталевий штрипс. Готові труби прийнято поділяти на прямошовні та спіральні шовні. Як очевидно з назви, прямошовні вироби мають один прями́й шов, що проходить уздовж всього тіла труби. Спіральний шов проходить навколо труби і має форму спіралі.

Найбільш вимогливими є прямошовні. Довжина їх шва мінімально, що надає готовим виробам велику міцність і надійність. Спіральні шовні труби не так поширені і мають в основному великий діаметр. Труби, які мають довжину більше 10,5 метрів, часто мають один поперечний зварний шов.

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





Рис.1.5 електрозварні труби

На ринку є великий вибір електрозварювальних труб. Виробники пропонують вироби з зовнішнім діаметром 10 - 1420 мм і товщиною стінок від 1 до 16,5 мм.

Для виготовлення таких труб зазвичай використовується вуглецева, низьковуглецева або низьколегована марка стали. Крім того, подібні вироби також роблять з нержавіючих матеріалів або легованої сталі.

Електрозварні труби мають різні сфери застосування в залежності від марки стали, з якої вони виготовлені. Найчастіше такі вироби використовуються для монтажу трубопроводів холодної і гарячої води або побутового газу. Прямо шовні труби відмінно підходять для транспортування води та спорудження теплотрас. Магістральні труби підходять для монтажу газо- та нафтопроводів, які перебувають під високим тиском.

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Залежно від діаметра труб їх прийнято упаковувати в пачки вагою від 1 до 8 тонн. Найчастіше зустрічаються упаковки по 2-5 тонн. Вироби, чий діаметр перевищує 159 мм, в зв'язки не упаковуються. Це робить їх транспортування більш зручною.

Для перевезення електрозварювальних труб використовують вантажні автомобілі або напіввагони, куди можна завантажувати вантажі з допомогою підйомного крана. Труби, чиї стінки складають менше 1,5 мм, зберігаються в коробах під навісами або на закритих складах. Якщо товщина стінок більше 1,5 мм, то такі вироби зберігають на відкритих рівних площадках.

### 1.2. Загальна інформація

В цьому розділі проведено огляд загальних норм, правил для зберігання, пакування та транспортування труб.

Сталеві труби не повинні укладатися безпосередньо на землю, сталеву плиту або бетонну підлогу. Відстань між першим шаром сталевих труб та землею не повинно бути меншою, аніж 0,2 м. Задля уникнення попадання пилу, вологи та забруднення, заборонено розміщувати труби у вологих місцях. Кінці сталевих труб можуть бути упаковані у поліетилен для запобігання потрапляння пилу у труби.

При зберіганні і складуванні труби повинні бути розсортовані партіями за розмірами і марками сталі, що запобігають можливість їх змішування. Труби повинні зберігатися на стелажах або майданчиках відкритого зберігання, при цьому вони повинні мати консерваційні покриття для категорій умов транспортування і зберігання.[7]

Нижній і наступні ряди труб укладаються на прокладки. Як прокладки застосовують дерев'яні рейки, довгомірні гумові або армовані вироби, а також сталеві канати, труби або прокат.

Допускається зберігання труб без прокладок на спеціальних стелажах, що виключають перекошування і контакт труб.

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

Щоб запобігти згину або пошкодженню верхнього шару труби, пучок труб слід розмістити на палетах з відповідним інтервалом та на одному рівні. Для мідних та алюмінієвих труб слід розміщувати ізолюючі подушки.

Холоднокатані труби не слід зберігати на відкритому повітрі, задля уникнення корозії.

Однією з найчастіших причин пошкодження є іржа через морську воду, дощ, конденсат води у транспортному засобі, піт вантажу або конденсат всередині упаковки. Непридатні транспортні засоби, судна з поганою кришкою люків або без вентиляційних установок, пошкоджені контейнери, непокриті залізничні вантажні вагони та вантажівки, неправильне зберігання на відкритому повітрі, використання непридатних брезентів, відкрите навантаження у вологих погодних умовах та коливання температурних та кліматичних умов під час тривалих подорожей може призвести до пошкодження іржею.

Автомобіль повинен бути чистим, без каменів, цегли та інших твердих предметів, щоб запобігти пошкодженню сталевих труб.

Для не в'язаних або в'язаних сталевих труб палети слід розміщувати внизу відсіку. Транспортні засоби, що використовують сталевий каркасний кронштейн для бортової платформи, повинні бути забезпечені захисним гумовим килимком по всій довжині сторони, яка контактує зі сталевими трубами.

Труби повинні транспортуватися в транспортних засобах, що мають узголів'я ліжка та бічні стінки (стійки) з достатньою міцністю та вантажопідйомністю. Неслизкий матеріал також повинен розміщуватися під вантажем та між шарами.

Слід уникати зазорів між вантажем та узголів'ям ліжка та бічними стінками. Зокрема, зазори в поздовжньому напрямку можуть призвести до пробуксування труб при жорсткому гальмуванні. Якщо зазорів у вантажі неможливо уникнути з причин належного розподілу навантаження, вантаж повинен бути закріплений відповідно до передбачуваних прискорень шляхом прямого закріплення (наприклад, щільне прилягання, закріплення петлею) та /

або за допомогою фрикційного закріплення (наприклад, прив'язування).

ДІЛОВА ІНФОРМАЦІЯ

Арк.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

Яскравим прикладом неправильного завантаження показаний на (рис1.6.) . Сталеві труби, завантажені із зазором перед вантажем і з неадекватним кріпильним кріпленням. Забезпечення навантаження було б достатнім, якби використовувались посилюючі тертя килимки. Верхній шар сталевих труб завантажувався в канаву, тому збільшувався бічний тиск на нижні труби. Як результат, необхідне більше забезпечення навантаження.



Рис1.6 Перевезення у вантажівці

Залежно від діаметра труб, вони транспортуються окремо (великий діаметр) або в пучках (малий діаметр). У комплекті труб утримуються разом з поперечною металевою обв'язкою або дротом. У цьому випадку слід подбати, щоб обв'язка була дуже щільною, щоб окремі труби не могли тертись одна об одну, що спричиняє пошкодження.

Залежно від маршруту та тривалості транспортування та частоти обробки, пов'язані в комплекті труби можуть, наприклад, бути обмотані пластиковою / джутовою тканиною та забезпечені захисниками з листового металу на кінцях пучка та в точках стропування.

Спеціальні труби повинні бути захищені від корозії і, як правило, покриті або упаковані у відповідну футеровку ящиків або дерев'яних / гофрованих картонних конструкцій.

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		



Труби (труби середнього розміру) з чутливими внутрішніми стінками, різьбленням або фасками (скошені краї) забезпечені захисними пластиковими або металевими торцевими ковпачками.

Пакети труб масою від 3 до 5 т повинні бути ув'язані не менше ніж в трьох місцях, а масою понад 5 до 10 т - не менше ніж в чотирьох місцях. Допускається пов'язувати пакети масою до 10 т не менше ніж в трьох місцях при ув'язці їх в поперечному напрямку не менше ніж в 5 витків.

Як приклад неправильного завантаження та пакування є рис.1.7. Труби змащуються і скріплюються між собою в пучки. Як недолік: зазор перед вантажем та неналежне закріплення на зав'язуванні можуть призвести до прослизання вантажу.



Рис.1.7.Труби, завантажені у вантажівку

### 1.3 Висновок:

Було розглянуто найпопулярніші види сталевих труб, особливості їх пакування. Були розглянуті норми транспортування та зберігання.

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ГІДРАВЛІЧНОЇ СХЕМИ ТА РОЗРАХУНОК ГІДРОПРИВОДУ

Враховуючи інформацію яку було розглянуто в попередньому розділі мною було запропоновано схему машини для обв'язки труб яка буде зв'язувати труби з мінімальним зазором та без перетиснення.

### 2.1. Розробка гідравлічної схеми

Розробка принципової схеми відповідає заданому циклу роботи привода 1-2-2-1.

В початковому положенні всі вісім циліндрів кожної секції втягнуті. В нашій системі присутні чотири пари циліндрів які працюють відповідно до нашого циклу. Вони були пронумеровані до їхньої відповідності у циклі, та по порядку (рис 2.1.).

Всі лінії котрі ведуть до циліндрів оснащені дроселями, для того щоб регулювати швидкість висування циліндрів. Для їх регулювання я використав універсальну систему для заміру тиску в різних порожнинах з манометром.

Нагнітальна лінія оснащена фільтром що передує насосу, для грубої очистки робочої рідини перед потраплянням у насос. КТ5 використовується як запобіжник для нашої насосної станції. Також після насосу стоїть зворотній клапан, для запобігання потрапляння рідини назад в насос. РЗ необхідний для того щоб в моїй системі рідина циркулювала. При початку роботи системи за циклом цей розподільник не активний.

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

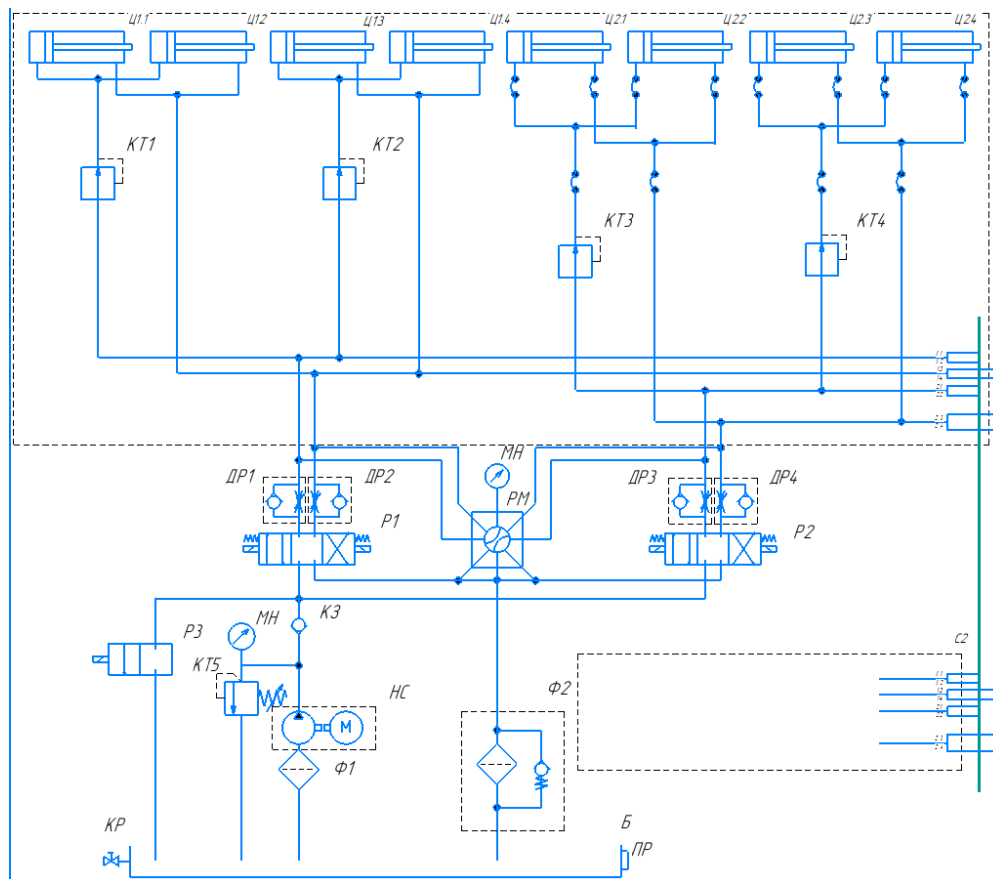


Рис 2.1. Загальний вигляд схеми гідравлічної

Я використав у цій системі трьох позиційні розподільники P1 та P2. Їхня друга позиція повністю відокремлена від інших ліній та є закритою для того, щоб при екстреній ситуації, вимкнення світла або аварійній ситуації, наші циліндри під великою вагою не впали, та не нанесли шкоди металопродукту який буде зв'язуватись, або ж самій собі.

На зливній лінії був встановлений фільтр тонкої очистки зі зворотнім клапаном, щоб уникнути клиннтя системи у разі якщо фільтр заб'ється. Зворотній клапан оснащений пружиною, для того щоб рідина йшла лише у напрямку фільтра, і лише в разі його забивання, та супротив пружини буде меншим за гідравлічну силу, зворотній клапан відкриється.

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

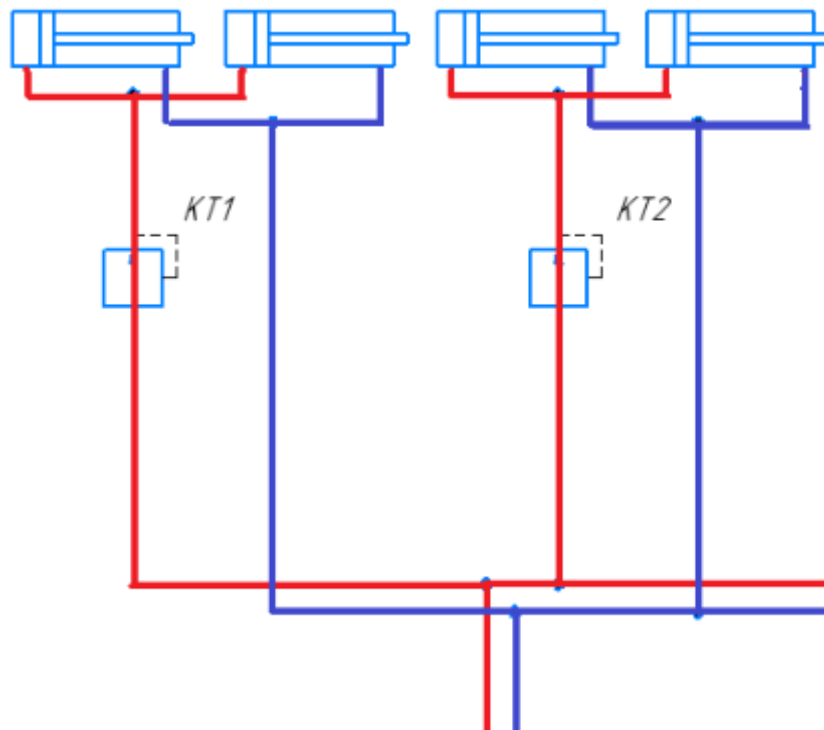


Рис 2.2. Рух рідини від першого розподільника

На Рис. 2.2. показано двома кольорами, червоним и синім, рух рідини для висування та засування циліндру. Це зображення допомагає краще зрозуміти як відбувається підключення в нашій системі. На червоних лініях, лініях висування циліндру, стоять КТ1 та КТ2 для контролю по вазі нашого прокату.

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



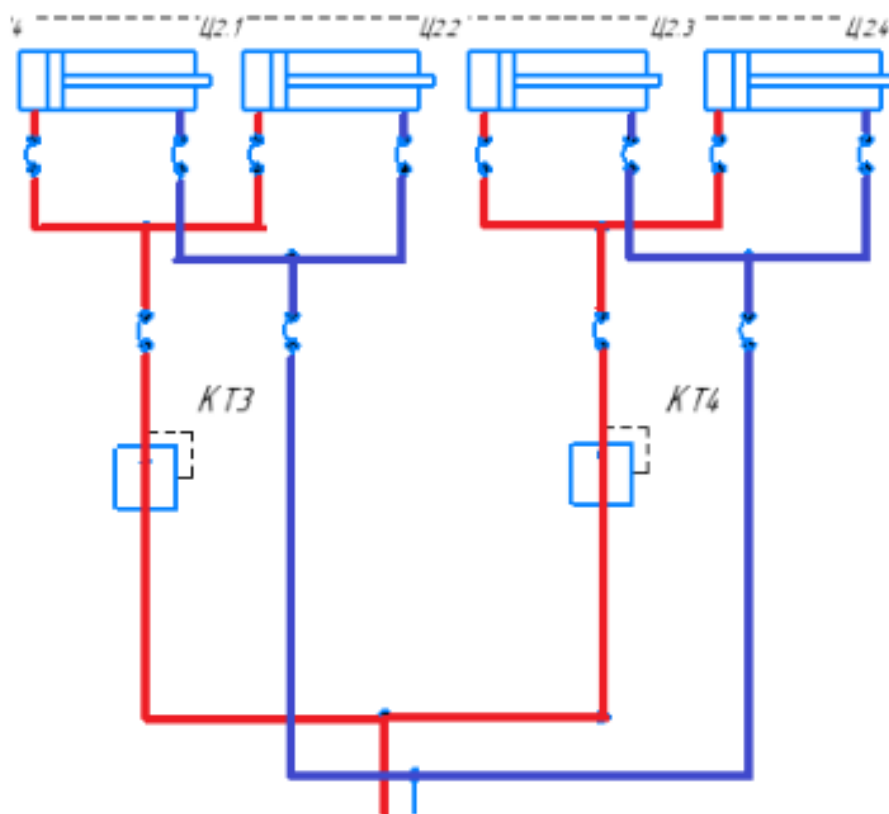


Рис 2.3 рух рідини від другого розподільника

На рис.2.3 також показана схема руху рідини кольорами, червоним та синім. КТ3 та КТ4 необхідні нам для того, щоб при затисканні заготовок які необхідно щільно зв'язати у циліндричну форму, не перетиснути та не деформувати її, ці клапани покажуть нам, що коли наші циліндри прикладають навантаження до нашого прокату, необхідно перемкнути розподільник.

Моя система також оснащена блоком розподільником для заміру тиску (рис.2.4.) в різних порожнинах. Це було зроблено з ціллю практичності, адже якщо необхідно заміряти тиск у різних камерах це можна зробити завдяки одному манометру з розподільниками, а не за допомогою декількох (в моєму випадку 4) розміщених в різних точках системи.

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

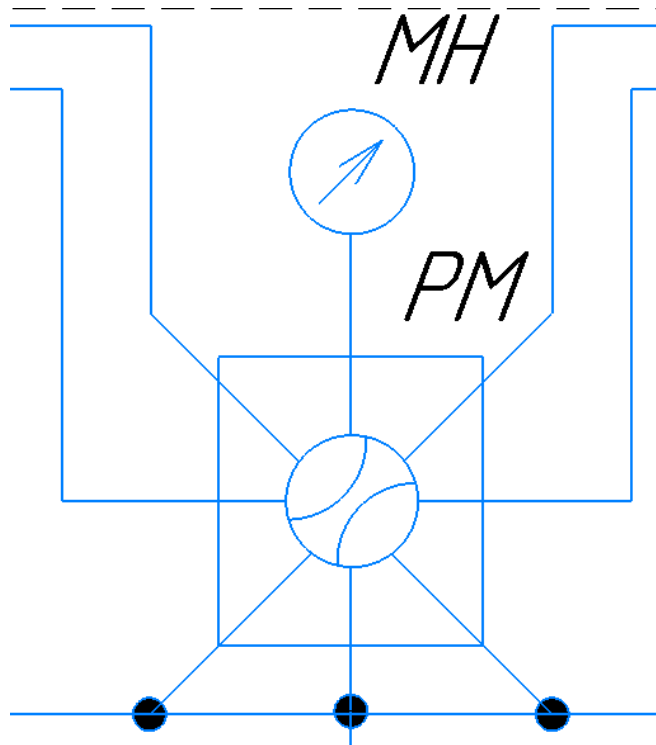


Рис.2.4 Розподільник манометру

## 2.2.Визначення розмірів гідроциліндра та розмірів підводів

Внутрішній діаметр гідроциліндра визначається в залежності від значення і напрямку чинного навантаження.

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

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

де  $p_1$ ,  $p_2$  – тиски в порожнинах циліндра, сполучених відповідно з напірною і зливною гідро лініями;  $F_1$ ,  $F_2$  – площі поршня з боку відповідно напірної і зливної гідро ліній;  $P'$  – повне навантаження,  $P' = P + P_{тр}$ ;  $P$  – повне зусилля (корисне) утворюване на штоку;  $P_{тр}$  – сила тертя і ущільненнях і направляючих поршня і штока.

$p_1$  попередньо заданий 5.5 МПа

З урахування механічного ККД гідроциліндра:

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P' = P / \eta_m$$

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

$$D = \sqrt{\frac{4P}{\pi(p_1 - p_2 / \Psi) \eta_m}},$$

де  $P$  – задане робоче зусилля, Н;  $p_1, p_2$  – тиск відповідно в напірній і зливній порожнинах гідроциліндра, Па;  $\Psi = F_1 / F_2 = D^2 / (D^2 - d^2)$  – відношення площини поршня з боку відповідно поршневої і штокової порожнин.[13]

Тиск  $p_2$  визначається гідравлічними втратами, що дорівнюють сумі втрат на лінійних і місцевих опорах трубопроводів і гідроапаратів, встановлених на зливальній гідро лінії.

Коефіцієнт відношення площ у залежності від виконання циліндра може приймати різні значення, із нормальним діаметром штока  $\Psi = 1,33$ .

Механічний ККД гідроциліндра залежить від виду застосовуваних ущільнень. Для гідроциліндра із гумовими ущільненнями  $\eta_m = 0,97$ .

Для розрахунку я візьму сталний прокат діаметром 15. Вага одного метра такого прутка дорівнює 1.387кг. (Таблиця 2.1.). Необхідно розрахувати максимальне навантаження на всі три секції, і саме тому я візьму прокат довжиною 12м.

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1

## Основні параметри і розміри

Номинальный диаметр $d$ , мм	Предельное отклонение, мм, при точности прокатки						Площадь поперечного сечения, см <sup>2</sup>	Масса 1 м длины проката, кг
	A1	B1	B1	AO1 <sup>1)</sup>	A2 <sup>1)</sup>	B2 <sup>1)</sup>		
5,0	+0,1 -0,2	+0,1 -0,5	+0,3 -0,5	-	±0,15	±0,4	0,196	0,154
5,5							0,238	0,187
6,0							0,283	0,222
6,3							0,312	0,245
6,5							0,332	0,261
7,0							0,385	0,302
8,0							0,503	0,395
9,0							0,636	0,499
10,0	+0,1 -0,3			±0,12	±0,20	±0,5	0,785	0,617
11,0							0,950	0,746
12,0							1,131	0,888
13,0							1,327	1,042
14,0							1,539	1,208
15,0							1,767	1,387
16,0				±0,15			2,011	1,578
17,0							2,270	1,782
18,0							2,545	1,998
19,0							2,835	2,226
20,0							3,142	2,466
	+0,1 -0,4	+0,2 -0,5	+0,4 -0,5					

В мою гумову стрічку діаметром 400мм вписується 611 сталених прутків діаметром 15мм. З цього випливає що:

$$m=1.387*12*611=10169 \text{ кг}$$

Також необхідно врахувати вагу рухомих частин нашої гідросистеми і ця вага дорівнює 283 кг тому

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

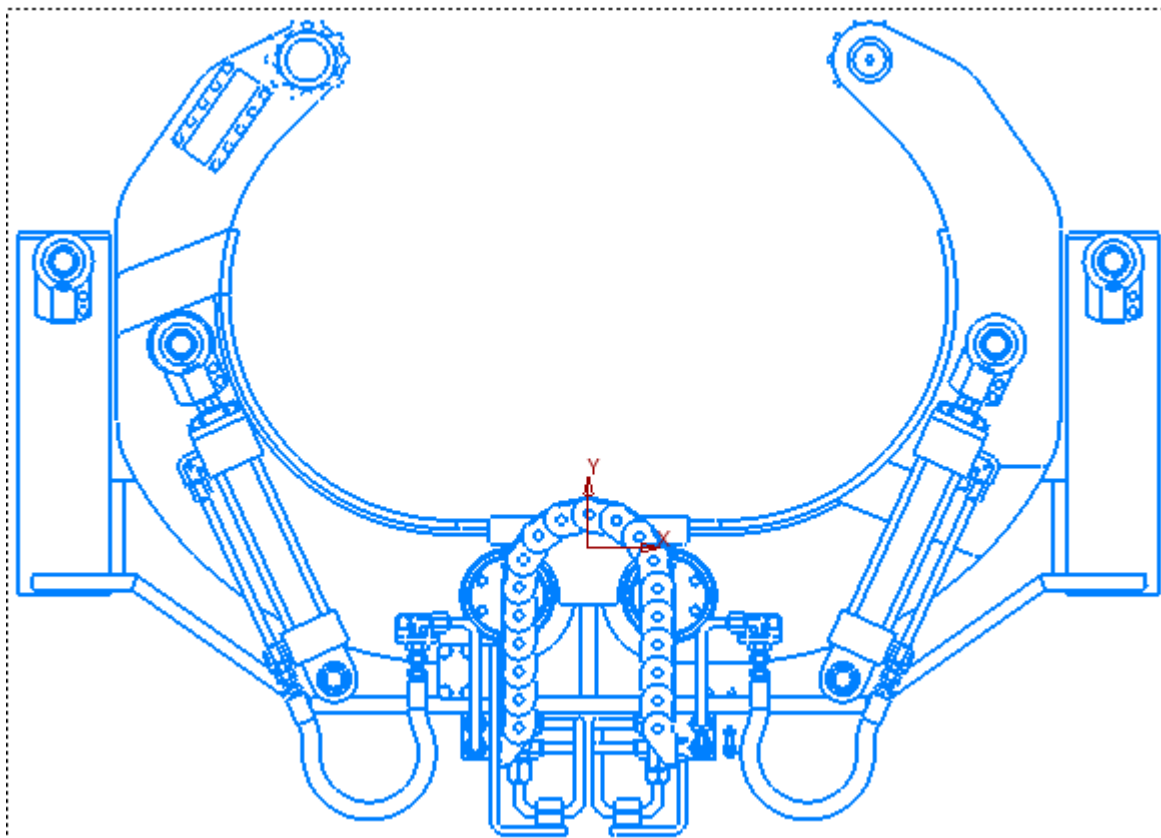


Рис.2.4. схема рухомої частини системи

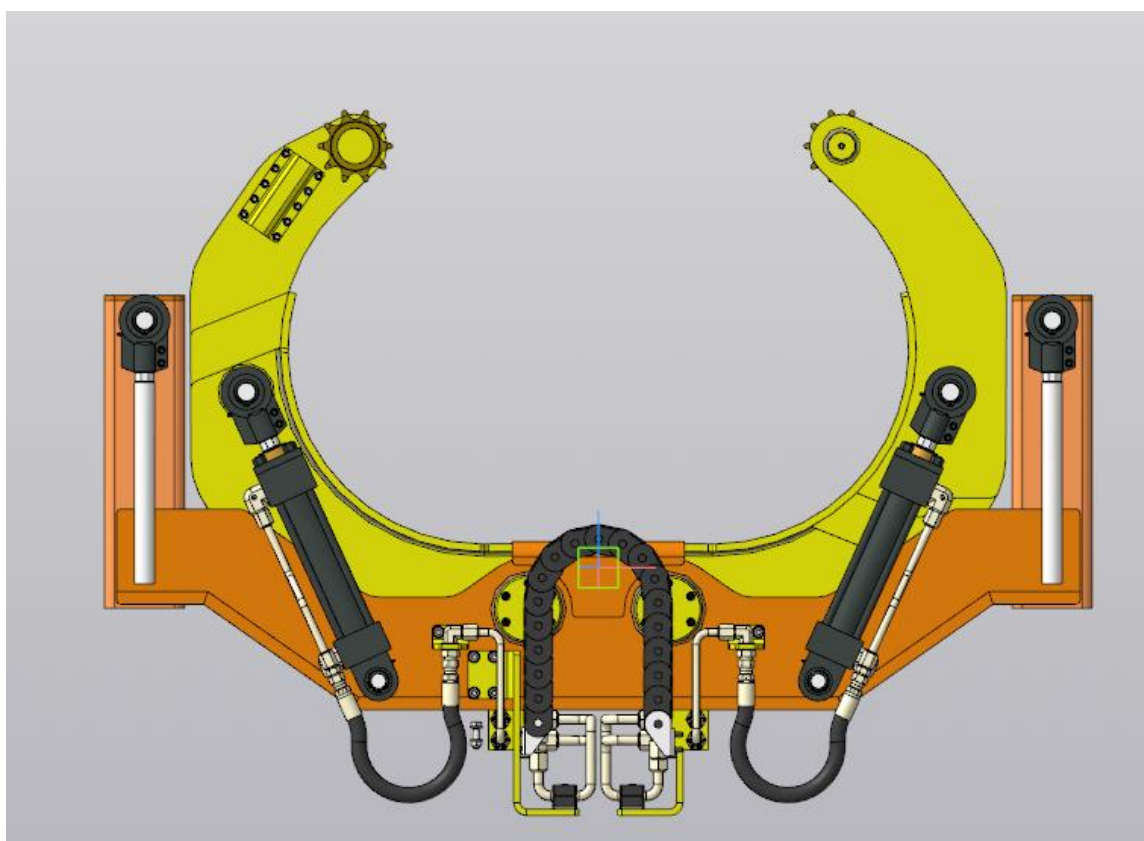


Рис.2.5. малюнок рухомої частини системи

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$$m=10169+283=10452\text{кг}$$

Маса яку я отримав діє на три секції по чотири циліндри. Тому для того щоб отримати навантаження на один циліндр необхідно поділити нашу масу на три секції по чотири циліндри та помножити на  $g=9,8$ .

$$P=\frac{10452*10}{4*3}=8710 \text{ Н}$$

Далі необхідно визначити тиск необхідний нам для підняття маси

Розрахунок розмірів гідроциліндра

$$D = \sqrt{\frac{4P}{\pi * p_1 * \eta_m}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4*8,7*1000}{\pi(5,5*10^6)0.97}} = 0,0448 = 44 \text{ мм}$$

Приймаємо, що  $D=50 \text{ мм}$ .

Діаметр штока:

$$d = D\sqrt{1 - 1/\psi}$$

$$d = 45\sqrt{1 - 1/1.33}=22,5\text{мм.}$$

Приймаємо: 28 мм.

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Діаметр отворів підводу, м:

$$d_n = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$$

Середню швидкість прямування рідини приймаємо  $v = 5$  м/с

$$V = 0.01 \text{ м/с}$$

$$Q = v \cdot f = v \cdot \pi D^2 / 4 = 15,9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$$

Подача яку ми отримали дорівнює подачі необхідній для висування одного циліндру. В трьох секціях які ми використовуємо підіймає вантаж 12 циліндрів, тому цю подачу ми множимо на 12

$$Q_T = 0,00014 \cdot 12 = 0,00019 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$d_n = \sqrt{\frac{4 \cdot 190 \cdot 10^{-6}}{\pi \cdot 5}} = 0,0068 \text{ м}$$

Приймаємо: 10 мм

## 2.3 Розрахунок трубопроводів

Розрахуємо внутрішній діаметр:

$$d_T = \sqrt{4Q_T / \pi v_{cp}} ,$$

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $Q_T$  – витрата рідини в даній частині трубопроводу,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $v_{\text{cp}}$  – середня швидкість рідини,  $\text{м}/\text{с}$ .

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

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

Середню швидкість рідини вибираємо в залежності від призначення трубопроводу:

для всмоктувальних ліній  $v_{\text{вс}} = 1 \text{ м}/\text{с}$

для зливних ліній  $v_{\text{зл}} = 2 \text{ м}/\text{с}$

для напірних ліній  $v_{\text{н}} = 4 \text{ м}/\text{с}$

Розрахуємо діаметр ліній нагнітання та дійсну швидкість рідини:

Для Ц1:

$$d_{\text{н1}} = \sqrt{4 * \frac{190 * 10^{-6}}{\pi 5}} = 0,0077 \text{ м}$$

приймаємо  $d_{\text{н1}} = 10 \text{ мм}$

$$v_{\text{н1}} = \frac{4Q_T}{\pi d_{\text{н1}}^2} = \frac{4 * 190 * 10^{-6}}{\pi 0,01^2} = 2,4 \text{ м}/\text{с}$$

Розрахуємо діаметр зливної лінії та дійсну швидкість рідини:

$$d_{\text{зл}} = \sqrt{4 * \frac{190 * 10^{-6}}{\pi 5}} = 0,0077 \text{ м}$$

приймаємо  $d_{\text{зл}} = 10 \text{ мм}$

$$v_{\text{зл}} = \frac{4Q_T}{\pi d_{\text{зл}}^2} = \frac{4 * 190 * 10^{-6}}{1000 * 60 * \pi 0,01^2} = 2,4 \text{ м}/\text{с}$$

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 2.4. Вибір робочої рідини

загальна характеристика:

HFC 46 – це гліколева гідравлічна рідина підвищеної вогнестійкості, що захищає промислове обладнання. Ця гідравлічна рідина експлуатується в тяжких умовах. Призначена для гідравлічних систем з лопатевими, шестерними і поршневими насосами, які застосовуються у металургійній промисловості. Ця рідина стійка до деструкції при зсувних навантаженнях, володіє поліпшеними характеристиками захисту від корозії і сумісності з ущільненнями, що забезпечує умови для високоефективної роботи насосів гідросистеми, та сприяє збільшенню терміну служби обладнання[5]

HFC 46 володіє наступними потенційними перевагами:

- Висока стійкість до займання
- Відмінні протизносні властивості, що сприяють продовженню терміну служби компонентів
- Тривалий термін експлуатації рідини завдяки стійкості до окислення

Застосування

HFC 46 рекомендована для застосування в:

- гідравлічних системах з лопатевими, шестерними і поршневими насосами,
- гідравлічних і циркуляційних системах, що експлуатуються в умовах пожежної небезпеки.

Основні параметри наведені у таблиці 2.2

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Табл.2.2

## Основні параметри робочої рідини HFC46

ПАРАМЕТРИ	ОДИНИЦІ	СТАНДАРТНІ ЗНАЧЕННЯ
кінематична в'язкість при температурі 40 ° С	мм <sup>2</sup> / с	46,4
щільність при темп. 20 ° С	° С	1,07
індекс в'язкості	-	226
температура плинності	° С	-40
вміст води	% (М / м)	48
стабільність піни, обсяг піни · при температурі 25 ° С · при температурі 50 ° С	мл	20/0 20/0

## 2.5. Розрахунок гідравлічних втрат по довжині трубопроводу

Гідравлічні втрати мають три складові: втрати на гідравлічне тертя  $\Delta p_T$ , втрати у місцевих опорах  $\Delta p_M$ , втрати у гідроапаратах  $\Delta p_G$ . [7]

Для розрахунку втрат тиску на тертя використовують формулу:

$$\Delta p_T = (0,5 \lambda l p v^2) / d_T,$$

де  $\lambda$  - коефіцієнт тертя;  $l$  - довжина ділянки;  $p$  - щільність рідини;  $v$  - дійсна середня швидкість рідини;  $d_T$  - діаметр труби.

При ламінарній течії рідини ( $Re < 2300$ )

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\lambda = 64 / Re.$$

Враховуючи можливості звуження і викривлення перерізу труби при практичних розрахунках приймають

$$\lambda = 75 / Re.$$

При турбулентній течії ( $Re \geq 2300$ ), та коефіцієнт тертя залежить від числа Рейнольдса та від відносної шорсткості стінок каналу по якому протікає рідина. Сталеві труби мають шорсткість  $\Delta = 0,03\text{мм}$ ,

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

Розрахуємо число Рейнольда для різних ділянок трубопроводу:

$$Re = \nu d_T / \nu$$

При 0 °С:

$$V = 270 \text{ мм}^2/\text{с}$$

$$Re_{\text{вс}} = 2.4 * 0,01 / (270 * 10^{-6}) = 88, < 2300 - \text{рух ламінарний},$$

$$\lambda = 75 / 88 = 0.85,$$

$$Re_{\text{зл}} = 2.4 * 0,01 / (270 * 10^{-6}) = 88, < 2300 - \text{рух ламінарний},$$

$$\lambda = 75 / 88 = 0.85.$$

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для Ц1:

$$Re_H = 2.4 * 0,01 / (270 * 10^{-6}) = 88, < 2300 - \text{рух ламінарний},$$

$$\lambda = 75 / 88 = 0.85,$$

Для Ц2:

$$Re_H = 2.4 * 0,01 / (270 * 10^{-6}) = 88, < 2300 - \text{рух ламінарний},$$

$$\lambda = 75 / 88 = 0.85,$$

При 70 °C:

$$V = 36 \text{ мм}^2/\text{с}$$

$$Re_{вс} = 2.4 * 0,01 / (36 * 10^{-6}) = 667, < 2300 - \text{рух ламінарний},$$

$$\lambda = 75 / 667 = 0.112,$$

$$Re_{зл} = 2.4 * 0,01 / (36 * 10^{-6}) = 667, < 2300 - \text{рух ламінарний},$$

$$\lambda = 75 / 667 = 0.112.$$

Для Ц1:

$$Re_H = 2.4 * 0,01 / (36 * 10^{-6}) = 667, < 2300 - \text{рух ламінарний},$$

$$\lambda = 75 / 667 = 0.112,$$

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для Ц2:

$$Re_n = 2.4 * 0,01 / (36 * 10^{-6}) = 667, < 2300 - \text{рух ламінарний},$$

$$\lambda = 75 / 667 = 0.112,$$

Розрахуємо втрати тиску на тертя:

При 0 °С:

Густина, кг/м3 =( 1070 )

$$\Delta p_{\text{тзл}} = (0,5 \lambda l p \nu^2) / d_{\text{зл}} = 0,5 * 0,85 * 1 * 1070 * 2,4^2 / 0,01 = 26\,193 \text{ Па},$$

Для Ц1:

$$\Delta p_{\text{тн1}} = (0,5 \lambda l p \nu^2) / d_n = 0,5 * 0,85 * 5 * 1070 * 2,4^2 / 0,01 = 130\,968 \text{ Па},$$

Для Ц2:

$$\Delta p_{\text{тн2}} = (0,5 \lambda l p \nu^2) / d_n = 0,5 * 0,85 * 5 * 1070 * 2,4^2 / 0,01 = 130\,968 \text{ Па}.$$

При 60 °С:

Густина, кг/м3 = (1030)

$$\Delta p_{\text{тзл}} = (0,5 \lambda l p \nu^2) / d_{\text{зл}} = 0,5 * 0,112 * 1 * 1030 * 2,4^2 / 0,01 = 33\,233 \text{ Па}.$$

Для Ц1:

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta p_{\text{тн1}} = (0,5 \lambda l p \nu^2) / d_{\text{н}} = 0,5 * 0,112 * 5 * 1030 * 2,4^2 / 0,01 = 166\,118 \text{ Па},$$

Для Ц2:

$$\Delta p_{\text{тн2}} = (0,5 \lambda l p \nu^2) / d_{\text{н}} = 0,5 * 0,112 * 5 * 1030 * 2,4^2 / 0,01 = 166\,118 \text{ Па},$$

Визначимо втрати на місцевих опорах:

$$\Delta p_{\text{м}} = 0,5 \rho \xi \nu^2,$$

де  $\xi$  коефіцієнт місцевого опору.

При 0 °С:

$$\Delta p_{\text{мзл1}} = 0,5 * 1070 * (9 * 1,5 + 4 * 1,5^2 + 0,15^2 + 3 * 2) * 2,4^2 = 91\,994 \text{ Па},$$

$$\Delta p_{\text{мн1}} = 0,5 * 1070 * (0,15^2 * 3 + 4 * 3 * 1,5 + 3^2 + 2,5^2) * 2,4^2 = 122\,955 \text{ Па},$$

$$\Delta p_{\text{мзл2}} = 0,5 * 1070 * (2 * 3 * 0,15 + 7 * 2,5 + 3^2 + 3 + 0,15 * 3) * 2,4^2 = 76\,577 \text{ Па},$$

$$\Delta p_{\text{мн2}} = 0,5 * 1070 * (2 * 3 * 0,15 + 6 * 2,5 + 2,5^2 + 2,5^2 + 3 + 0,15 * 3 * 3) * 2,4^2 = 142\,655 \text{ Па},$$

При 60 °С:

$$\Delta p_{\text{мзл1}} = 0,5 * 1030 * (9 * 1,5 + 4 * 1,5^2 + 0,15^2 + 3 * 2) * 2,4^2 = 88\,554 \text{ Па},$$

$$\Delta p_{\text{мн1}} = 0,5 * 1030 * (0,15^2 * 3 + 4 * 3 * 1,5 + 3^2 + 2,5^2) * 2,4^2 = 118\,358 \text{ Па},$$

$$\Delta p_{\text{мзл2}} = 0,5 * 1030 * (2 * 3 * 0,15 + 7 * 2,5 + 3^2 + 3 + 0,15 * 3) * 2,4^2 = 73\,714 \text{ Па},$$

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta p_{\text{мн2}} = 0,5 \cdot 1030 \cdot (2 \cdot 3 \cdot 0,15 + 6 \cdot 2,5 + 2,5 \cdot 2 + 2,5 \cdot 2 + 3 + 0,15 \cdot 3 \cdot 3) \cdot 2,4^2$$

$$= 137\,322 \text{ Па,}$$

Розрахунок загальних втрат в системі

При 0

$$\Delta p = 26\,193 + 130\,968 + 130\,968 + 91\,994 + 122\,955 + 76\,577 + 142\,655 =$$

$$= 722\,310 \text{ ПА}$$

При 60

$$\Delta p = 33\,233 + 166\,118 + 166\,118 + 88\,554 + 118\,358 + 73\,714 + 137\,322 =$$

$$= 783\,417 \text{ ПА}$$

## 2.6. Вибір робочого обладнання та її характеристика

Насос/

Необхідно щоб наш насос (рис.2.6.) забезпечував необхідним навантаженням та подачею. Мінімально необхідна нам подача дорівнює 11.2 л/хв. Обраний мною насос, при 1450 обертах дає 11,9 л хв (табл.2.3). Це трошки більше ніж необхідно, адже потрібно щоб був запас потужності.

Обираємо насос моделі PGH2-2x/008re07VU2 компанії Bosch Rexroth

					<i>ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис.2.6. Насос Bosch Rexroth

Таблиця 2.3

### Технічні дані насосу

Технічні дані		
Вага	: 4,6	[кг]
Об'єм водотоннажності	: 8,2	[см³]
Діапазон швидкостей	: Від 600 до 3000	[об / хв]
Максимальний потік	: 11,9	[л / хв]
(при $n = 1450$ об / хв, $v = 46$ мм² / с, $v = 40$ ° C, $p = 10$ бар)		
Робочий тиск, періодичний		
- Вхід P min-max.	: Від 0,8 до 2	[бар]
- Розетка, безперервна P макс.	: 315	[бар]
- вихід, переривчастий P макс.	: 350	[бар]
Діапазон в'язкості	: Від 10 до 300	[мм² / с]
Навколишнє середовище - діапазон температур	: Від -20 до +60	[° C]
Діапазон температур рідини під тиском	: Від -10 до +80	[° C]

### Гідроциліндр

У моїй системі, використовується 8 гідроциліндрів на одній станції (таких станцій 3). Циліндри для підймання нашої конструкції та стиснення

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



труб я використовую однакового діаметру. Обираємо циліндр моделі HC2G-55/28W/12W/1000-K1-0-11/2/2, компанії Пневмакс(рис.2.7.).



Рис.2.7. Гідроциліндр Пневмакс

#### Розподільник 2/2

Для розвантаження моєї системи використовується розподільник двох лінійний двох позиційний(рис2.9.) з розміщенням ліній показаному на рис (2.8.). Обираємо розподільник моделі KKDEN8NA/SN0V компанії Bosch Rexroth. На рис.2.10 показана його технічна характеристика

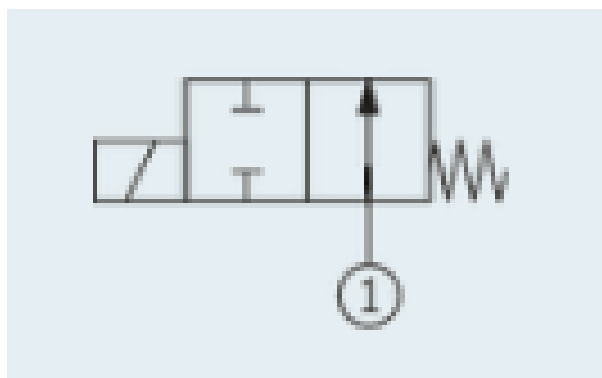


Рис.2.8. Розташування ліній

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис2.9. Розподільник двох позиційний

- Розмір 1
- Складова серія А
- Максимальний робочий тиск 350 бар
- Максимальний витрата 55 л / хв

Рис. 2.10 Технічна характеристика розподільника двох позиційного

#### Розподільник 4/3

У моїй системі використовується 2 трьох позиційних розподільника(рис. 2.12.)для керування циліндрами у моїй системі. Ці циліндри мають розташування ліній зображене на рис 2.11. Модель розподільника 4WE6E6X/E24XEZ2/B10 компанії Bosch Rexroth. На рис. 2.13 зображено конструкцію розподільника.

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

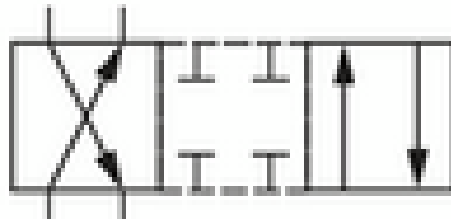


Рис.2.11 Розташування ліній трьох позиційного розподільника

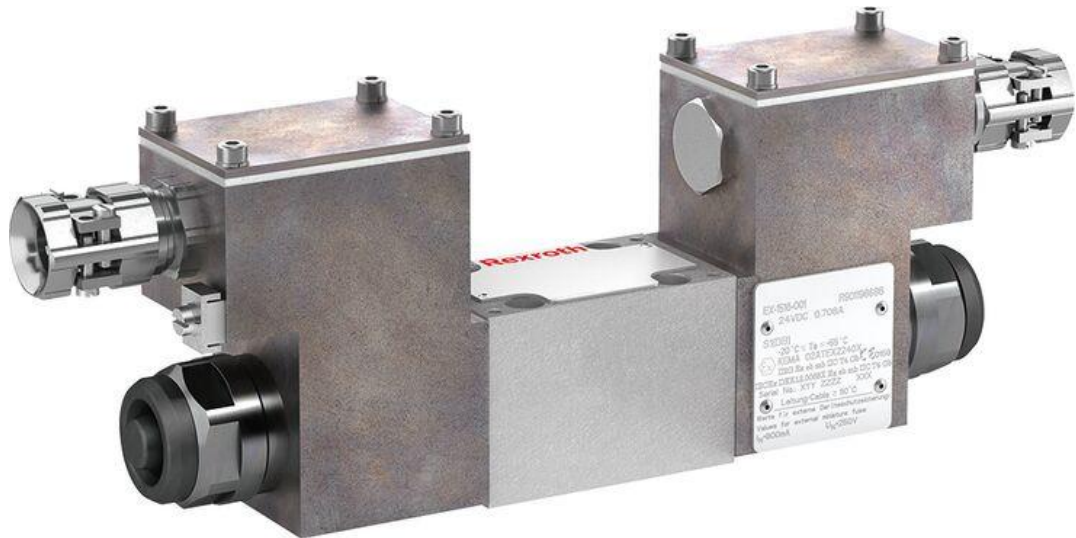


Рис. 2.12 Загальний вигляд трьох позиційного розподільника

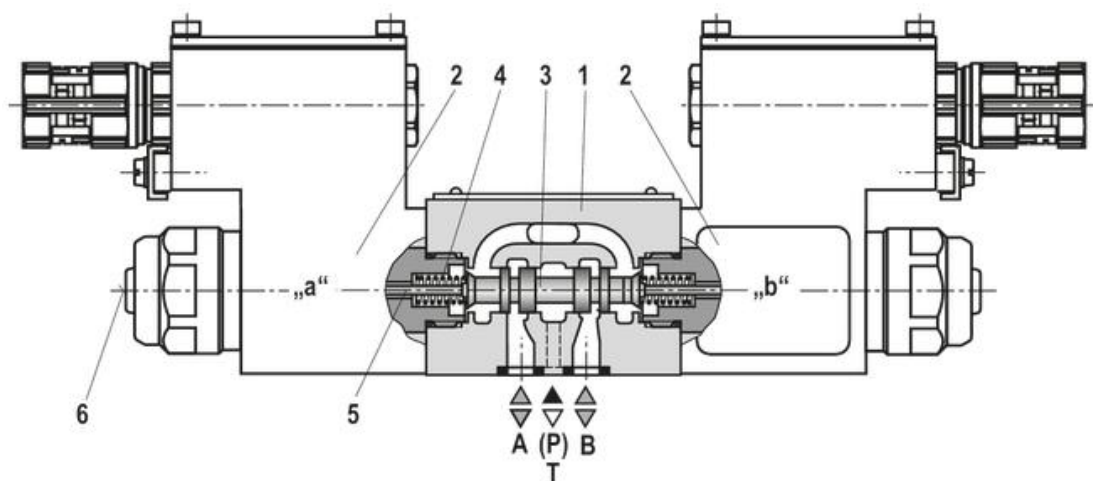


Рис 2.13. Конструкція розподільника

(корпус (1), соленоїди (2), золотник керування (3) зворотна пружина(4)  
плунжер (5) ручний вимикач (6))

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Розмір 6
- Серія компонентів 6X
- Максимальний робочий тиск 350 бар
- Максимальний витрата 70 л / хв

Рис.2.14 Характеристика розподільника

### Зворотній клапан

У моїй системі необхідно встановити зворотній клапан на випадок аварійної зупинки системи, для запобігання потрапляння рідини назад в насос. Зворотній клапан (рис2.15) був обраний у компанії Bosch Rexroth за необхідними параметрами. Був обраний зворотній клапан моделі R901454043.



Рис. 2.15. зворотній клапан

		Фільтр			ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кожна гідравлічна система має бути обладнана фільтрами(рис.2.16.), для запобігання пошкодження компонентів нашої системи, та подовження терміну її роботи. Саме тому у моїй системі було встановлено 2 фільтри, один грубої очистки, інший же тонкої очистки. Фільтр грубої очистки (25TE0101-2X/PWR20E00-0-V-R4-M Bosch Rexroth) встановлюється безпосередньо перед насосом. Фільтр тонкої очистки (25TE0101-2X/G100E00-0-V-R4-NB Bosch Rexroth) також оснащений зворотнім клапаном, для того щоб при забиванні фільтрового елементу, рідина все одно на зливній лінії потрапляла у бак, через зворотній клапан.



Рис. 2.16 Фільтр

#### Манометр

Для налаштування клапану тиску, який встановлений в системі як запобіжник насоса, був встановлений манометр(рис.2.17) моделі ABZMM40-100BAR/MPA-UVG Компанії Bosch Rexroth.

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 2.17. Манометр

### Клапан Тиску

Клапан тиску (рис.2.18.) встановлений одразу після насосу як запобіжник. Клапан тиску моделі ZDB6DP1-2X/100V компанії Bosch Rexroth. У таблиці 2.5. зображено його технічну характеристику.



Рис. 2.18 Клапан Тиску

Таблиця 2.5.

### Технічна характеристика Клапану клапану

				Типорозмір		6		
				Робочий	p max	бар	350	
				Діагност. МА / 107.00.00.00.00 ПЗ				Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

тиск			
витрата	q V max	л / хв	60

### Датчик тиску

Датчик тиску (рис.2.19) встановлений у кількості 4 одиниць на лініях висування циліндру. Як було описано в попередніх пунктах, він необхідний для того щоб перемикати розподільник у середнє положення.

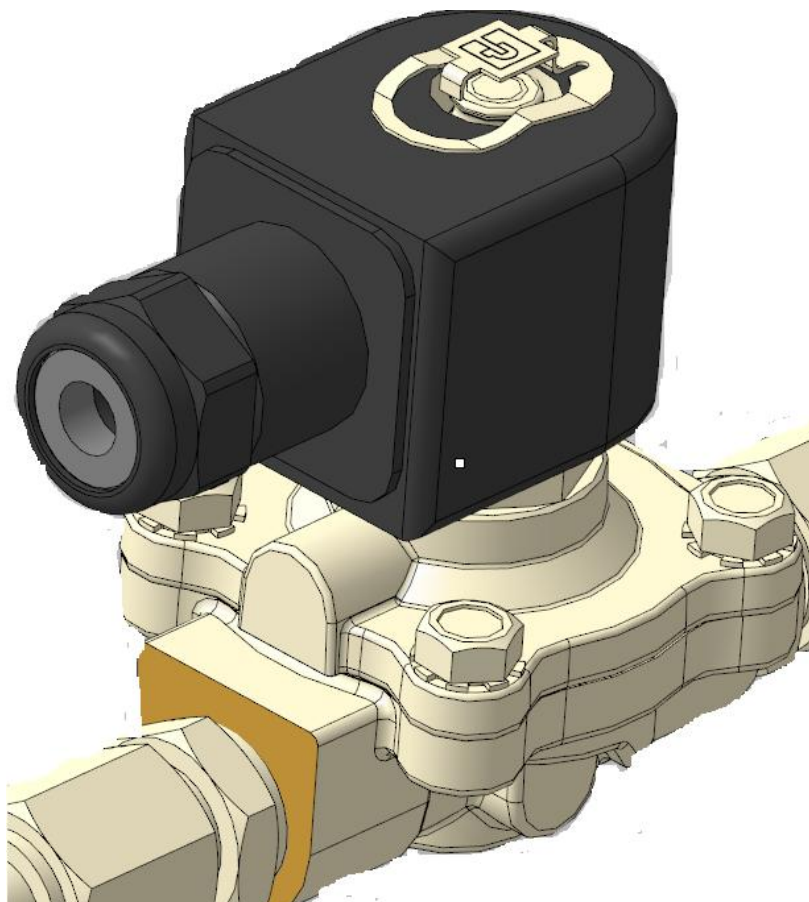


Рис. 2.19 Датчик тиску Yuken

### Дросель

Обраний дросель рис.1.20. включає в себе два дроселі встановлені на різні лінії як показано на рис 1.19. Модель обраного дроселя Z1FG6P8-4X/V компанії Bosch Rexroth.

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

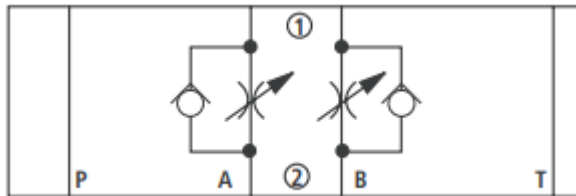


Рис.1.20. схематичне зображення обраного дроселя



Рис. 2.21. Здвоєний дросель зі зворотнім клапаном

## 2.7 Висновок

У цьому розділі ми розрахували всі необхідні параметри гідросистеми, обрали робочу рідинну, розглянули гідравлічну схему та підібрали необхідне обладнання.

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

### 3.1. Опис деталі

Камера високого тиску являє собою циліндр радіусом 32 мм з фланцем радіусом 56,5 мм, і довжиною 138 мм, в якому зроблений осьовий отвір  $\varnothing 40$  мм довжиною мм.. На поверхні радіусом 56,5мм перпендикулярно осі на фланці зроблено отвір  $\varnothing 11$ , та на торці отвір  $\varnothing 10$  та різьба M14x 1,5.

На кресленні деталі є достатня кількість розмірів, видів та розрізів, що забезпечує повне розуміння конструктивних особливостей деталі.

Розмір деталі складає  $\varnothing 113$  мм, довжина 138 мм. Незазначені граничні відхилення розмірів H14, h14,  $\pm IT14/2$ .

Розміри представлені на кресленні нижче (див. рис.3.1).

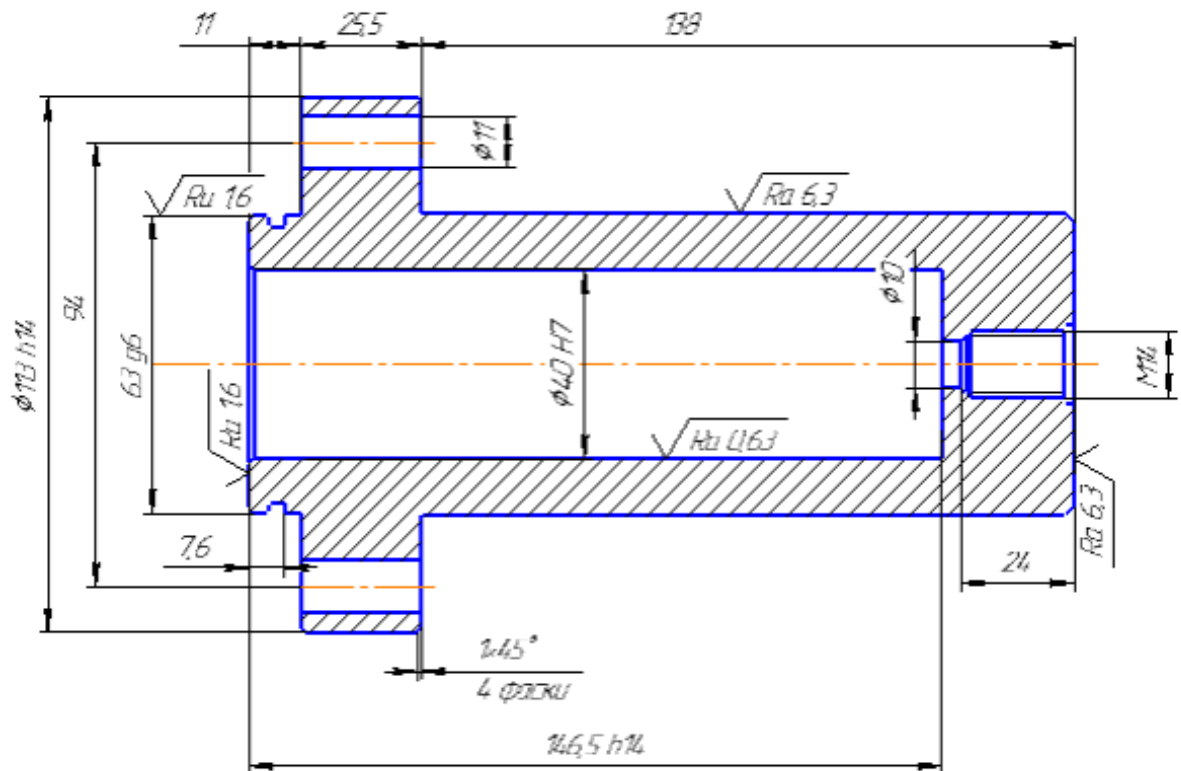


Рис 3.1. Креслення оброблюваної деталі з необхідними розмірами

ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

3.2. Обґрунтування вибору виготовлення заготовки та розроблення її креслення.

#### 3.2.1. Вибір методу виготовлення заготовки.

Аналіз конструктивних особливостей деталі, виконуваний за робочим кресленням, дозволяє зробити наступні висновки: габаритні розміри заготовки – Ø120×180 мм, матеріал деталі – Сталь 35 ДСТУ 4747:2007. До деталі пред'являються високі вимоги по забезпеченню точності та шорсткості робочих поверхонь.

3.2.2. Характеристики хімічних та фізико-механічних властивостей матеріалу деталі.

Характеризуючи хімічні та фізико-хімічні властивості матеріалу, необхідно навести його склад, указати числові значення відповідних параметрів. Деталь "Гільза" виготовляється з Сталь 35 ДСТУ 4747:2007. Хімічний склад, С %, Сталі 35 ДСТУ 4747:2007: С –0,3%. Фізико-механічні властивості сталі 35: тимчасовий опір при розтягуванні  $\sigma_B = 980$  МПа; густина  $\gamma = 7.8 \cdot 10$  кг/м<sup>3</sup>.

### 3.3. Розробка технологічного процесу

3.3.1. Проектування технологічних послідовностей оброблення поверхонь деталі

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

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідно до цього, практикою машинобудівного виробництва накопичено виробничий досвід технологічних послідовностей економічного оброблення типових поверхонь для забезпечення заданої точності розмірів та параметрів шорсткості робочих поверхонь. Практично всі технологічні довідники приводять такі послідовності. Типові технологічні послідовності оброблення поверхонь є типовими рекомендаціями, які необхідно додатково аналізувати та уточнювати при технологічному проектуванні (рис.3.2).

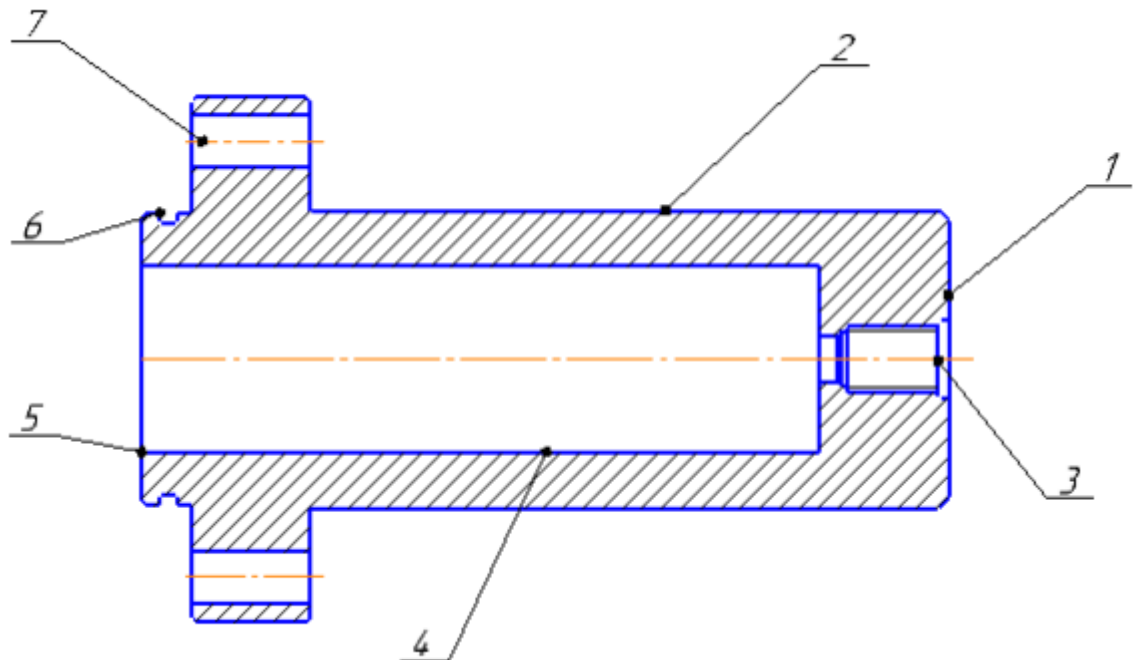


Рис 3.2. Креслення оброблюваної деталі з необхідними розмірами  
Послідовність обробки деталі наведено в таблиці 3.1.

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1.

## Послідовність обробки поверхонь

Поверхні	ITi	Ra	Послідовність обробки	ITi	Ra
	За кресленням			Після обробки	
1	14	6.3	Точіння торця Фрезерування	14	6.3
2	14	6,3	Точіння попереднє Точіння чистове	14	0.63
3	14	1,6	Свердлення Нарізання різьби	14 9	1.6 1.6
4	12	0,63	Розточування попереднє Розточування напівчистове Розточування чистове Притирка	14 12	12.5 6.3 0.63
5	12	6.3	Точіння торця Фрезерування Шліфування	12 8	1.6 1,6
6	12	1.6	Точіння попереднє Точіння чистове Притирка	14 10 9	12.5 6.3 1.6
7	14	1.6	Свердлення	12	1.6

3.3.2. Проектування маршрутного технологічного процесу виготовлення деталі .

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

"Камера високого тиску" Один з раціональних варіантів маршрутного технологічного процесу приведений нижче. 010 Фрезерна на верстаті ЧПУ Вид обладнання: верстат горизонтально фрезерний з ЧПУ 6904ВМФ2.

Система оснастки: оснастка універсальна. Різальний інструмент: фреза торцева ВК6М. А. Установити, закріпити, зняти. 010.01 Фрезерувати торці 1 і 2 (рис.3.3) витримуючи розмір 3.

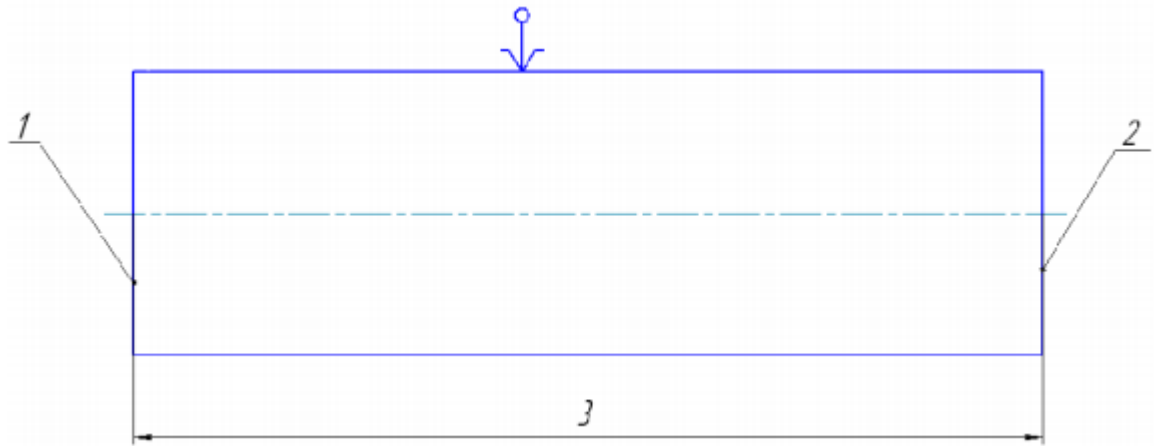


Рис 3.3. Креслення заготовки з необхідними розмірами

#### 020 Токарна з ЧПУ

Вид обладнання: горизонтально розточний верстат 2А620Ф2 з ЧПУ. Система оснастки: оснастка універсальна. Різальний інструмент: свердла спіральні Р6М6, різець карнабочний Т15К6, різець підрізний Т15К6. А. Установити, закріпити, зняти, перевернути. 020.01. Розточити поверхню витримуючи розміри 1,2 та 4,5. 020,02. Розточити фаски витримуючи розмір 3

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

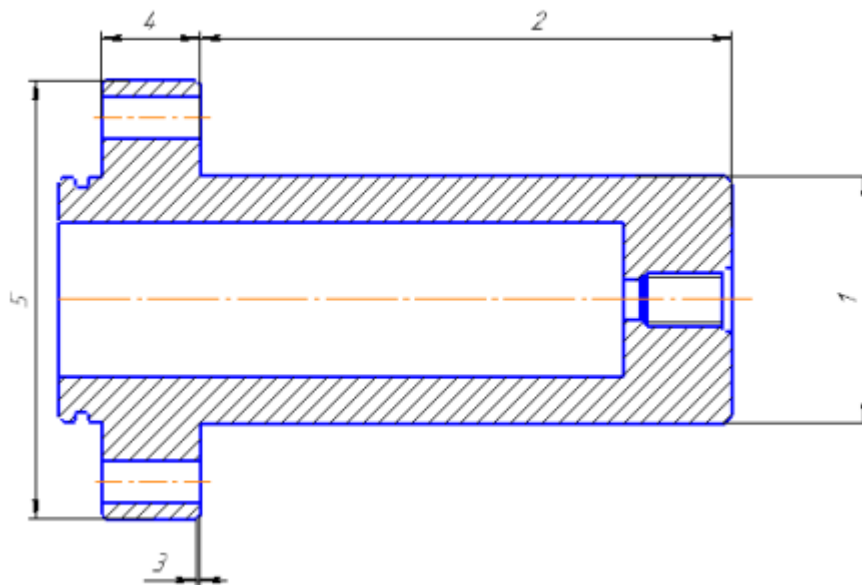


Рис 3.4. Креслення оброблюваної деталі з необхідними розмірами

### 030 Свердлильна

Вид обладнання: вертикально-свердлильний моделі 2P135Ф2-1. Система оснастки: оснастка універсальна. Різальний інструмент: свердло спіральне HSS PoinTEQ 2 608 577 174, 2 608 577 175, метчик P10M14. А. Установити, закріпити, зняти, перевернути. 030.01. Свердлити отвори витримуючи розміри 1, 2, 3. А. Замінити інструмент. 030.02 Нарізання різьби витримуючи розміри 4.

А. Установити, закріпити, замінити інструмент, зняти, перевернути

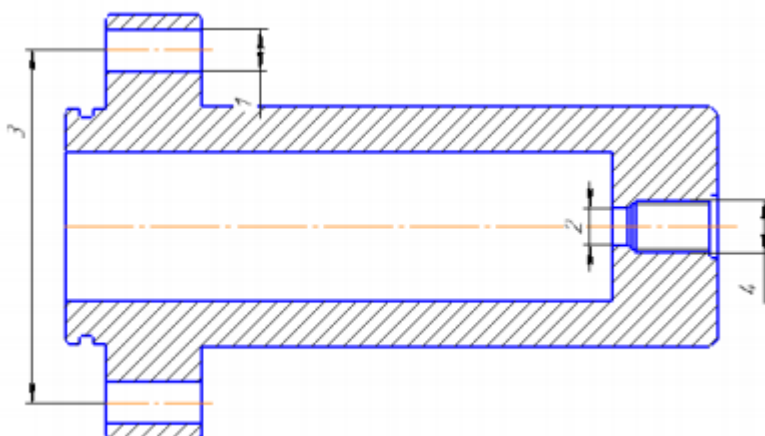


Рис 3.5. Креслення оброблюваної деталі з необхідними розмірами

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

040 Токарна з ЧПУ Вид обладнання: горизонтально розточний верстат 2А620Ф2 з ЧПУ. Система оснастки: оснастка універсальна. Різальний інструмент: різець прохідний Т15К6. А. Установити, закріпити, зняти. 040.01. Точити внутрішню поверхню витримуючи розмір 1, 2.

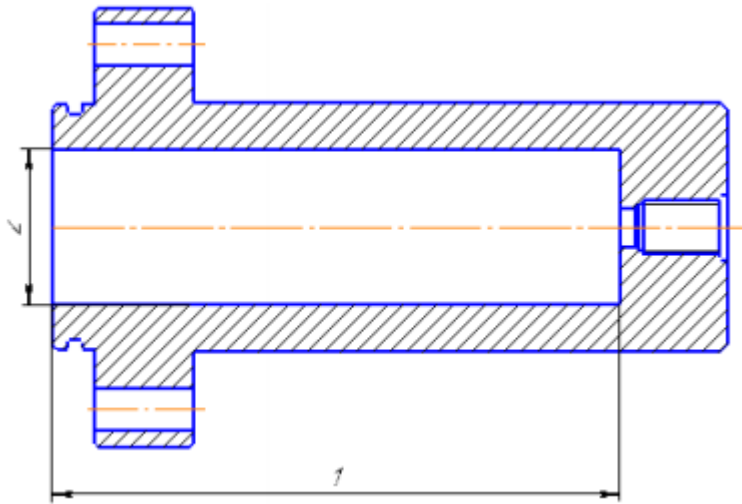


Рис 3.6. Креслення оброблюваної деталі з необхідними розмірами

050 Шліфувальна

Вид обладнання: круглошліфувальний верстат типу 3151. Система оснастки: оснастка універсальна. Різальний інструмент: круг типу 3Б25С1. А. Установити, закріпити, зняти. 050.01. Шліфувати зовнішню поверхню витримуючи розмір 1,2

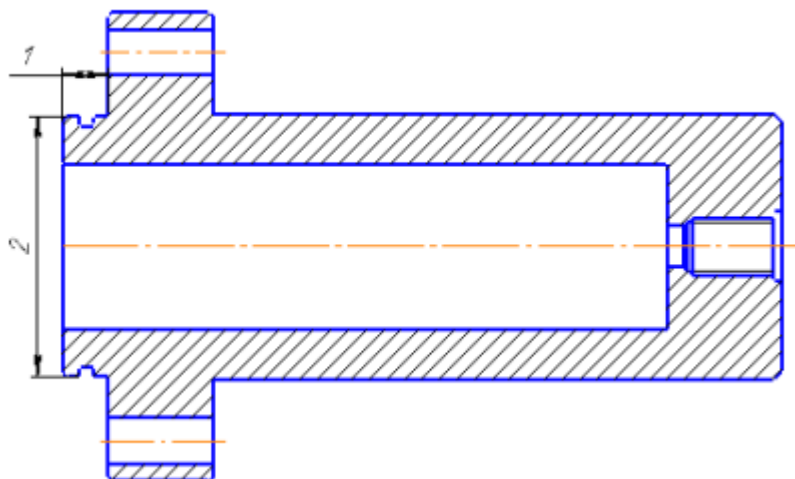


Рис 3.7. Креслення оброблюваної деталі з необхідними розмірами

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

060 Миюча 070 Слюсарна Вид обладнання: обладнання слюсарне. Система оснастки: УЗП. Різальний інструмент: різальний інструмент стандартний. 080 Хімічна Устаткування: газовий карбюратор. Товщина покриття  $h$  0.7... 0.9 мкм. 090 Доводочна Вид обладнання: доводочний верстат ОФ-26М. Система оснастки: оснастка універсальна. Різальний інструмент: притир.

А. Установити, закріпити, зняти. 080.01. Шліфувати внутрішню поверхню витримуючи розмір 1.

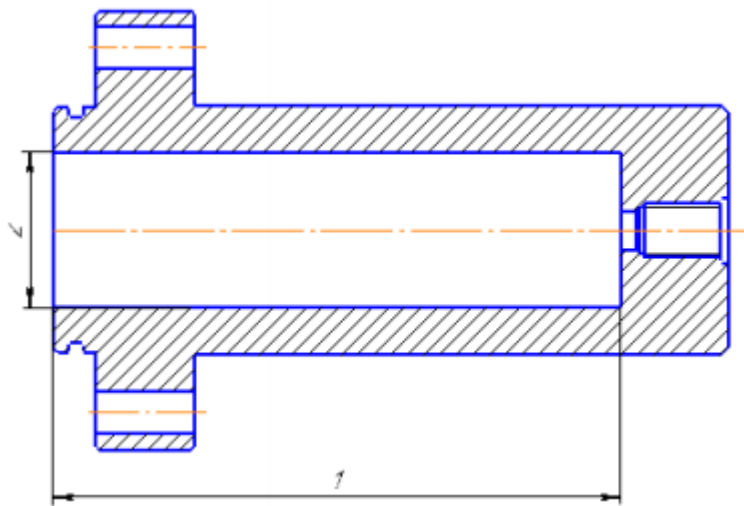


Рис 3.8. Креслення оброблюваної деталі з необхідними розмірами.

Характеристики інструментів які використовуються для обробки наведені в таблиці 3.2.

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Таблиця 3.2.

## Характеристики інструментів

Операція		Глибина різання, (мм).	Подача, (мм/хв).	Частота обертання, (об/хв).
0 10.01	Фрезування	5	200	2000
0 20.01.	Точіння зв. пов.	3	0,05	1500
0 20.02.	Точіння фаски	1x45	0,01	300
0 30.01.	Свердління	10	300	300
0 30.02.	Нарізання різьби	0,3	1,5 (мм/об)	1200
0 40.01.	Точіння вн. пов.	0,5	0,02	3000
0 50.01.	Шліфування	0,2	80	3000

## 3.4. Розрахунок часу обробки однієї деталі[14].

## 3.4.1 Розрахунок часу точіння.

Основний час  $T_0$  на зміну форми і розмірів заготовки визначаємо за формулою:

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}$$

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $L$  - довжина робочого ходу різця:

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

де  $l$  - довжина оброблюваної поверхні,  $l = 680$  мм;  $l_1$  - величина шляху врізання:

$$l_1 = t_1 \cdot \operatorname{ctg} \varphi + 2 = 2 \cdot \operatorname{ctg} 45^\circ = 4 \text{ мм}$$

$L_2$  - величина перебігаючи різця,  $l_2 = 1 \dots 3$  мм, приймаємо  $l_2 = 3$  ;

$l_3$  - величина шляху для зняття пробних стружок, мм.

У масовому виробництві при роботі на налаштованих верстатах  $l_3$  не враховується;  $i$  - число робочих ходів різця,  $i = 1$ .

Основний час дорівнює:

$$T_o = \frac{(257 + 4 + 3) \cdot 1}{250 \cdot 0.8} = 1.32 \text{ хв.}$$

Одиничний час, що витрачається на дану операцію:

$$T_{\text{од}} = T_{\text{доп}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{пер}};$$

де  $T_{\text{доп}}$  - допоміжний час, хв:

- час на установку і зняття деталі – 1.05 хв;

- час на робочий хід приймаємо 0,2 хв;

- час на вимірювання деталі приймаємо 0,2 хв;

$$T_{\text{доп}} = 1.05 + 0.2 + 0.2 = 1.45 \text{ хв.}$$

					<i>ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$T_{\text{оп}}$  - оперативний час:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_{\text{доп}} = 1.32 + 1.45 = 2.77 \text{ хв}$$

.

Час обслуговування робочого місця:

$$T_{\text{обс}} = (3...8\%) \cdot T_{\text{оп}} .$$

Час перерв у роботі:

$$T_{\text{пер}} = (4...9\%) \cdot T_{\text{оп}} .$$

Час, що витрачається на обробку однієї деталі:

$$T_{\text{од}} = 1.32 + 1.45 + 0.08 \cdot 2.77 + 0.09 \cdot 2.77 = 3.25 \text{ хв.}$$

### 3.4.2. Розрахунок часу обробки при фрезуванні.

Основний час  $T_o$  на зміну форми і розмірів заготовки визначаємо за формулою:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{84}{250 \cdot 0,167} = 2 \text{ хв}$$

Одиничний час, що витрачається на дану операцію:

$$T_{\text{од}} = T_o + T_{\text{доп}} + T_{\text{обс}} ,$$

					<i>ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $T_{\text{доп}}$  - допоміжний час, хв:

- час на установку і зняття деталі – 1.8 хв;
- час на робочий хід приймаємо 0,8 хв;
- час на вимірювання деталі приймаємо 0,2 хв;

$$T_{\text{доп}} = 1.8 + 0.8 + 0.2 = 2.8 \text{ хв.}$$

$T_{\text{оп}}$  - оперативний час:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{о}} + T_{\text{доп}} = 2 + 2.8 = 4.8 \text{ хв.}$$

Час обслуговування робочого місця та перерв у роботі:

$$T_{\text{обс}} = 10\% = 0.1 \cdot 4.8 = 0.48 \text{ хв.}$$

Час, що витрачається на обробку однієї деталі:

$$T_{\text{од}} = 2 + 2.8 + 0.48 = 5.28 \text{ хв.}$$

### 3.5. Розрахунок собівартості інструменту.

Ціна інструменту наведена в таблиці 3.3. Таблиця

					<i>ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3.

## Використаний інструмент та його ціна

Інструмент	Назва	Інд. Номер	Ціна, грн
Різці	T15K6	2130-0009	480
	T15K6	2130-0313	630
Свердла	HSS PoinTEQ 10	2 608 577 174	320
	HSS PoinTEQ 11	2 608 577 175	380
Фреза	BK6M	2220-0307	250
	T15K6	2230-0407	387
Метчик	метчик M14x1.5	76637	60
Круг шліфувальний	3Б25С1	845 256 25	300
Сума:			2807 грн.

Оренда станків для виготовлення деталі – 500 грн. Загальна вартість виготовлення однієї деталі - 3207 грн.

## 3.6. Висновки

Під час роботи над даною частиною дипломної роботи були отримані фундаментальні знання в сфері технології машинобудування. Після чого було

					<i>ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проведено розрахунок всіх необхідних параметрів а також підібрана апаратура.  
Також були описані всі необхідні операції по обробці деталі.

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці - це сукупність технічних, санітарно-гігієнічних, і правових заходів, спрямованих на створення безпечних і здоровіших умов праці. Найважливішим завданням є усунення причин виробничого травматизму, поліпшення умов праці, і зменшення рівня виробничих захворювань.

### 4.1. Аналіз шкідливих і небезпечних факторів при роботі з стендовим обладнанням

Тема мого дипломного проекту – «Машина для обв'язування труб». Робота проводилась експериментально та на персональному комп'ютері. Шкідливими та небезпечними чинниками є:

- електронебезпека;
- пожежонебезпека;
- вплив ультразвуку та шуму;
- вплив гідравлічного масла.

Токсична дія мастил може проявитися головним чином при попаданні масла на відкриті ділянки тіла, при тривалій роботі в одязі, просоченому маслом, а також при вдиханні масляного туману.

Масло і охолоджуючі суміші у вигляді аерозолів можуть мати шкідливу дію, потрапляючи в організм через органи дихання, а також вражати останні. При цьому найбільшу потенційну небезпеку представляють мастила, що містять у своєму складі леткі вуглеводні (бензин, бензол та ін.) або сірчисті з'єднання.

### 4.2 Електробезпека виробничого приміщення

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приміщення лабораторії, де буде працювати стенд, є приміщенням з підвищеною небезпекою. Трифазна чотирьох провідна електромережа з глухо заземленою нейтраллю джерела струму (380/220В).

Передбачається заземлення всіх неструмопровідних металевих частин електроустаткування в електроустановках напругою вище 1000 В, які можуть виявитися під напругою, для захисту обслуговуючого персоналу від поразки електричним струмом. Термостати заживлюються напругою 220 В і частотою 50Гц. Схема захисного занулення наведена на рис.4.1.

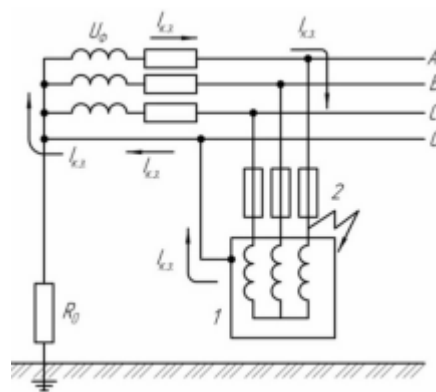


Рис. 4.1- Принципова схема захисного занулення

1 – корпус електроустановки; 2 – захисний пристрій;  $R_0$  – опір заземлення нейтралі джерела струму (нульового робочого провідника);  $I_{k.з}$  – струм короткого замикання.

#### 4.3 Пожежна безпека

У приміщенні, де відбувались експерименти, є ізолюючі матеріали проводки електромережі, столи, стільці, які відносяться до групи горючих і важко займистих речовин і матеріалів.

Робоче приміщення відноситься до категорії В (пожежонебезпечна) – приміщення, в яких знаходяться горючі і важко займисті речовини і матеріали, а також речовини і матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем, повітрям або один з одним тільки горіти. Можливими причинами пожежі в приміщенні є

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



несправності електроустаткування, коротке замикання в системі електроживлення, а також порушення протипожежного режиму.

Клас вибухонебезпечних зон і приміщень: В-Ia, в яких вибухонебезпечні суміші горючих газів або парів ЛЗР з повітрям можуть утворюватися тільки в разі аварій

Електричні кабелі електроустаткування мають струмові навантаження і з використанням важко займистої ізоляції  $R_{із}=1 \text{ кОм/В}$ .

Електропроводка прокладена в захисних коробах з матеріалів, що не згорають.

У електричних схемах електроустаткування передбачений захист від короткого замикання (використання автоматів максимального струмового захисту).

Рішення системи протипожежного захисту призначене у разі виникнення пожежі обмежити її розповсюдження, виявити пожежу, забезпечити умови для її ліквідації, захистити працівників від небезпечних і шкідливих чинників, пов'язаних з пожежею, а матеріальні цінності – від знищення.

У лабораторії знаходяться вогнегасники марки ВВК-2 (вуглекислотний) для гасіння пожежі в приміщенні. Згідно НАПБ Б.03.001-2004 для приміщень категорії В площею від 25 до 50 м<sup>2</sup> з зарядом вогнегасної речовини 5 кг необхідно 3 вогнегасника.

Використовувати наявний вогнегасник необхідно з дверного отвору, зважаючи на токсичності газової суміші.

Для евакуації з приміщення використовується один вихід, подальший шлях евакуації людей при пожежі згідно схеми евакуації для поверху, наявної в коридорі.

#### 4.4. Освітлення виробничого приміщення

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Освітлення нашого лабораторного приміщення для роботи є природне і штучне, яке відповідає вимогам до СНиП II-4-79/85/86 “Естественное и искусственное освещение”[3].

Використовується двостороннє бокове природне освітлення (віконні прорізи)з площею світлових прорізів більш ніж - 25% від площі підлоги. Віконні прорізи обладнані регульованими пристроями ( занавісками). Але так як наша лабораторія знаходиться у підвальному приміщенні, то для нормальної роботи природного освітлення недостатньо.

Штучне освітлення в приміщенні і на робочих місцях забезпечує хорошу видимість інформації на екрані, машинописного і рукописного тексту, оптимальні співвідношення яскравості робочих і оточуючих поверхонь, виключення відбиття від екрана і клавіатури. Робочі місця і зони освітлюються в такій мірі, що працюючий добре бачить процес праці, не нахиляючись близько до виробу або інструменту (оптимальним вважається відстань 33... 35 см).

Штучне освітлення в приміщеннях з робочими місцями, обладнаними комп'ютерами, здійснюється системою загального рівномірного освітлення. У лабораторії проводилися роботи середньої точності (IV класу), для яких нормована величина освітленості згідно з ДБНВ 2.5-28-2006 у випадку використання люмінесцентних ламп дорівнює 300 Лм – в аудиторіях. Проведемо розрахунок штучного освітлення :

Для визначення кількості світильників визначимо світловий потік, падаючий на поверхню по формулі:

$$F = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{n} \quad (4.1)$$

де F – світловий потік, що розраховується, Лм; E – нормована мінімальна освітленість, Лк (визначимо по таблиці).

Роботу, відповідно до цієї таблиці, можна віднести до розгляду точних робіт, отже, мінімальна освітленість буде E=300 Лк при газорозрядних лампах:

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

$S$  – площа освітлювального приміщення (у нашому випадку  $S=42\text{м}^2$ );

$Z$  – відношення середньої освітленості до номінальної (зазвичай приймається рівним 1.1-1.2, нехай  $Z=1.1$ );

$K$  – коефіцієнт запасу, що враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників в процесі експлуатації (його значення визначається по таблиці коефіцієнтів запасу для різних приміщень і в нашому випадку  $K=1.5$ );

$n$  – коефіцієнт використання (виражається відношенням світлого потоку, падаючого на розрахункову поверхню, до сумарного потоку всіх ламп і обчислюється в долях одиниці;

Для цього необхідно обчислити індекс приміщення за формулою:

$$I = \frac{S}{h(A+B)} \quad (4.2)$$

Де :  $S$  – площа приміщення,  $S=42\text{м}^2$  ;

$h$  – розрахункова висота підвісу,  $h=2,5$  м;

$A$  – ширина приміщення,  $A=6$  м;

$B$  – довжина приміщення,  $B=7$  м.

Підставивши значення отримаємо:

$$I = \frac{42}{2,5(6+7)} = 1,29 \quad (4.3)$$

Знайшовши індекс приміщення по таблиці знаходимо  $n=0.28$ ;

Підставивши в початкову формулу знаходимо світловий потік:

$$F = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 42 \cdot 1,1}{0,28} = 74250 \text{ Лм} \quad (4.4)$$

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для освітлення вибираємо LED лампи FACTORY.PRS LED 50 IP54 5000K, світловий потік яких  $F = 6000$  Лм. Розрахуємо необхідну кількість ламп за формулою:

$$n = \frac{F}{F_n} \quad (4.5)$$

Де :  $N$  –число ламп;

$F$  – світловий потік;

$F_n$  – світловий потік однієї лампи.

$$N = \frac{74250}{6000} = 14 \text{ шт} \quad (4.6)$$

Отже, в даній лабораторії необхідно встановити 14 LED ламп, які задовольнятимуть величину світового потоку.

До системи загального освітлення в приміщенні також відносяться світильні настільні лампи. Які розташовані з боку стола робочого місця (переважно ліворуч), паралельно лінії зору працюючих.

#### 4.5 Ультразвук і виробничий шум

В роботі ми використовували діапазон частот 20...100 кГц для кавітаційних процесів в рідині. Вказаний діапазон продиктований технічною доцільністю. Але шум від роботи електродвигуна можливий і при нижчих частотах. Проте створюваний при цьому шум не дозволяє говорити про можливість якого б то не було промислового застосування. Шум повністю зникає тільки в області 20 кГц.[3]

Важливо забезпечити відсутність занадто довготривалого контакту людини з електро-гідравлічним обладнанням, тобто виконання лабораторних

дослідів повинно виконуватись чітко у виведений час.

ДП101.МА7107.00.00.00.00 ПЗ

Арк.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

Відносно шкідливості звукового тиску для організму людини слід зазначити, що, наприклад, на частоті 44 кГц санітарні норми допускають звуковий тиск в 140 дБ. У звуковому ж діапазоні частот такий рівень звукового тиску для людини недопустимий.

#### 4.6. Санітарно-гігієнічні характеристики приміщення

Робоче приміщення має розміри: 7х6 м; висота 3,5 м; площа 42 м<sup>2</sup> ; об'єм 147 м<sup>3</sup> . У приміщенні розташовано 3 робочих місця.

Параметри мікроклімату:

- температура 22-24° С;
- вологість 40-50 %;
- швидкість руху повітря 0.1м/с;
- концентрація пилу -1-5 мг/ м<sup>3</sup>
- матеріал підлоги - залізобетон.

Основне завдання вентиляції - вилучити з приміщення забруднене або нагріте повітря та подати свіже. Проведемо розрахунок вентиляційної установки для даного приміщення. [3]

Необхідний тиск, що створюється вентилятором з урахуванням запасу на непередбачене опір у мережі в розмірі 10 % складе.

$$P_{\text{необх.}} = 1,1P = 81,7674 \text{ Па} \quad (4.7)$$

У вентиляційній установці для даного приміщення необхідно застосувати вентилятор низького тиску, так як менше 1 кПа.

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибираємо осьовий вентилятор (для опорів мережі до 200 Па) по аеродинамічним характеристикам, тобто залежностей між повним тиском (Па), створюваним вентилятором і продуктивністю. З урахуванням можливих додаткових втрат або підсосу повітря в повітроводі необхідна продуктивність вентилятора збільшується на 10 %.

$$V_{\text{необх.}} = 1,1G = 9504 \text{ м}^3/\text{год} \quad (4.8)$$

За довідником вибираємо осьовий вентилятор типу 06-300 N4 з ККД першого виконання. ККД пасової передачі вентилятора .

Потужність електродвигуна розраховується за формулою:  $V_{\text{необх.}}$

$$N = \frac{P_{\text{необх.}} \cdot V_{\text{необх.}}}{3,6 \cdot \eta_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{в}}} \cdot 10^{-6} = 332 \text{ Вт} \quad (4.9)$$

За потужністю вибираємо електродвигун АОЛ - 22 - 2 з потужністю  $N = 0,6 \text{ кВт}$  і частотою обертання 2830 об/хв .

Дану вентиляційну установку було обрано у зв'язку з тим, що у лабораторному приміщенні проточно-витяжна система вентиляції і потрібна висока продуктивність при достатньо низькому опорі системи.

4.7. Засоби індивідуального захисту при роботі з гідравлічним обладнанням

Попередження несприятливої дії електричного, гідравлічного обладнання та супроводжуючого його шуму на організм працюючих насамперед повинно зводитися до скорочення до мінімуму інтенсивності шуму і часу його дії . [3]

Найбільш поширеними засобами індивідуального захисту при роботі з ультразвуком та гідравлічним обладнанням є проти шуми і рукавички. Останні доцільно мати двошарові: зовні гумові, а зсередини бавовняні або вовняні, вони краще поглинають коливання.

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Для роботи в лабораторії нам було рекомендовано носити спеціальний одяг (халат або комбінезон) та рукавички, що забезпечують захист від вібрацій та ураження мастилом.

#### 4.8. Мікроклімат виробничих приміщень

Установлені наступні норми на одного працюючого:

- мінімальний обсяг приміщення не менш  $15\text{м}^3$  ;
- мінімальна площа не менш  $4,5\text{ м}^2$  .

У нашому випадку:  $N_{\text{роб}} = 3$  чол.

$$S = \frac{s_n}{N_{\text{роб}}} = \frac{42}{3} = 14\text{м}^2 \quad (4.10)$$

$$N = \frac{v_n}{N_{\text{роб}}} = \frac{147}{3} = 49\text{м}^3 \quad (4.11)$$

Отримані значення величин S і N перевищують мінімально-допустимі значення по стандартних нормах.

Таблиця 4.1.

#### Мікроклімат в приміщенні лабораторії

Пора року	Категорія робіт	Температура, °С			Відносна вологість, %			Швидкість руху повітря, м/с		
		Опт.	Доп.	Факт	Опт.	Доп.	Факт	Опт.	Доп.	Факт
Холодна	1б	19-21	20-22	21	40-60	75	53	0,1	<0.1	0.1
Тепла	1б	22-24	22-26	23	40-60	55	55	0.1	<0.1	0.1

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідно до санітарних норм ДСН 3.3.6.042-99 “Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень” вимоги по площі і обсягу площі на одну людину виконуються. Норми мікроклімату виробничих приміщень можуть бути оптимальними і допустимими, в приміщеннях для роботи, пов’язаних з нервово-емоційним напруженням табл. 4.1.

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## ВИСНОВКИ

У даному дипломному проекті було здійснено розробку гідравлічної машини для обв'язки труб, призначення якого полягає у щільному стисненні без нанесення шкоди зовнішньому шару труб.

В процесі написання дипломної роботи було проаналізовано найпопулярніші види сталевих труб, їхнє призначення, норми їх пакування та транспортування, задля уникнення пошкоджень та забезпечення якості використання.

Було розроблено гідравлічну схему в якій було передбачене використання датчиків тиску, задля контролю кількості навантажених труб, та для контролю по стисненню металопрокату. Було проведено розрахунки, та обрані трубопроводи, та апаратура. Була підібрана робоча рідина HFC 46, яка забезпечить якісну роботу нашої системи.

Було розроблено відповідно до вимог охорони праці необхідні розрахунки з урахування таких негативних факторів як ультразвук та якість освітлення. Був виконаний розрахунок вентиляційних установок та розрахунок вибухонебезпечності. Були розглянуті гігієнічні вимоги до організації робочої схеми.

Було розраховане та підібране обладнання для всіх необхідних операцій по деталі.

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Учебник для машиностроительных вузов / Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов и др. — 4-е изд., стереотипное, перепечатка со второго издания 1982 г. — М: Альянс, 2010. — 423 с.
2. . Учебник для вузов. - Башта Т.М. Объемные насосы и гидравлические двигатели гидросистем - М.: Машиностроение, 1974. - 606 с.
3. Основи охорони праці: Навч. посіб. / В.В. Березуцький, Т.С. Бондаренко, Г.Г. Валенко та ін .; За заг. ред. В.В.Березуцького. - 2-х вид.,перероб і доп. - Х .: Факт, 2007. - 480 с
4. Вибір обладнання компанії Bosch Rexroth URL: <https://www.boschrexroth.com/>
5. <https://emberoil.com/industrialnie-masla/pyrotec-hfc-46-230kg>
6. Вибір гідроциліндрів компанії пневмакс URL: <https://www.pneumax.ru/catalog/tsilindry-gidravlicheskie/hc2-tsilindry-gidravlicheskie-po-standartu-iso-6020-2/>
7. Загальні положення державного стандарту URL: <https://egoist24.ru/uk/spravochynaya/mezhgosudarstvennyi-standarttruby-stalnye-chugunnye-i-soedinitelnye.html>
8. Методичні вказівки по розрахунку гідроприводу URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/lekciya-15-osnovy-proektuvannja-obyemnoho-hidropriyvodu-z-dyscypliny-hidravlika-hidro-ta-pnevmoPriyvodu-143-hm.pdf>
9. Стандарт сталюого горячекатаного прокату URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200004404>
10. Гост 2590 88 URL: <https://baxili.ru/uk/employment/krug-stalnoi-goryachekatanyi-gost-2590-88-stal-kruglaya-klassifikaciya-osnovnye.html>
11. Інформація про транспортування труб URL:

[http://www.sunsfoundry.com/en/info/user/view.asp?info\\_id=4](http://www.sunsfoundry.com/en/info/user/view.asp?info_id=4)

ДП01.МА/107.00.00.00.00 ПЗ

Арк.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

12. Інформація про зберігання труб URL: <https://studopedia.org/11-35666.html>
13. Розрахунок гідроприводу <https://vunivere.ru/work58525/page11>
14. Загальна інформація URL: [https://www.tis-gdv.de/tis\\_e/ware/stahl/rohre/rohre-hm/](https://www.tis-gdv.de/tis_e/ware/stahl/rohre/rohre-hm/)
15. Інформація про пакування труб URL: <https://www.findom.pro/handbook/upakovka-metalloprokata>
16. Інформація про пакування труб URL: <http://www.ipcpiping.com/quality/packaging.php>
17. Поліетиленові труби URL: [https://polyplastic.ua/news/choose\\_right\\_pipe.html](https://polyplastic.ua/news/choose_right_pipe.html)
18. Пакування та транспортування профільних труб URL: <https://tepsteel.com/novosti/upakovka-i-transportirovka-profilnyix-trub/>
19. Розрахунок тривалості процесу URL: <https://library.if.ua/book/106/7143.html>

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А. СПЕЦИФІКАЦІЇ

					ДП01.МА7107.00.00.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		