

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

на тему: Вдосконалення конструкції ротора аксіально-поршневої гідромашини з похилим блоком

Виконав: студент 4 курсу, групи МА-71

Кап'юнкін Іван Андрійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник: к.т.н. доцент Коваль О.Д.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

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

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

(підпис)

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

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
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 проект студенту

Кап'юнкіна Івана Андрійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту: Вдосконалення конструкції ротора аксіально-поршневої гідромашини з похилим блоком

Керівник проекту: Коваль Олексій Дмитрович к.т.н. доцент

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

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

2. Термін подання студентом проекту _____

3. Вихідні дані до проекту: наукові статті, наукові джерела з питань автоматизованих та механічних систем, нормативно-правові джерела щодо охорони, захисту та управління інтелектуальною власністю.

4.Зміст пояснювальної записки 1) Проектування конструкції ротора гідромашини; 2) Розрахунок та розробка; 3) Конструкторський супровід технічного проекту; 4) Технології машинобудування; 5) Охорона праці.

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

Складальне креслення; деталювання; гідравлічна схема; інструкція до збирання; плакат загального вигляду.

6. Консультанти розділів проекту

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

7. _____ Дата _____ видачі _____
завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Ознайомлення з правилами охорони праці	10.09.2020	
2	Аналіз літературних джерел	30.09.2020	
3	Проведення розрахунків	10.10.2020	
4	Розробка конструкторської документації	15.10.2020	
5	Розробка інструкції по збиранню	20.10.2020	
6	Розробка технологічної документації	10.11.2020	
7	Конструкторський супровід	15.12.2020	
8	Аналіз даних по випробуванням	30.12.2020	
9	Оформлення пояснювальної записки	30.05.2021	
10	Узгодження розділів технології машинобудування та охорони праці	07.06.2021	

Студент

(підпис)

(Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проекту

(підпис)

(Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: Вдосконалення конструкції ротора аксіально-поршневої гідромашини з
похилим блоком

Київ – 2021 року

АННОТАЦІЯ

Дипломний проект бакалавра на тему: «Вдосконалення конструкції ротора аксіально-поршневої гідромашини з похилим блоком». Складається з 5 розділів, обсяг пояснювальної записки ____ сторінок, об'єм графічного матеріалу 5 плакатів.

Метою даного дипломного проекту є введення вдосконалення в конструкцію аксіально-поршневої гідромашини за допомогою зміни конструкції механічного підтиску відповідно до технічного завдання підприємства ПРАТ «Гідросила АПМ» що виробляє зазначену серію аксіально-поршньових гідромашин.

Введення даної конструкції підтиску дозволить підвищити ресурсну спроможність вузлів, попередить швидку відмову вузлів у споживача, підвищить економічну раціональність виробництва вузлів за рахунок здешевлення виготовлення одиниці виробу.

Для введення конструкції у виробництво було поставлено наступні задачі:

- проаналізувати наявні конструкції на ринку;
- провести перевірні розрахунки для визначення функціонування вузлів заданої конструкції;
- розробити конструкторську документацію для деталей що пов'язані з вдосконаленням;
- здійснити конструкторське супроводження виробництва та випробувань вузлів оновленої конструкції:

Перший розділ даного дипломного проекту слугує для пояснення проблематики пов'язаної з наявною конструкцією. Проведення дослідження методів рішення та вибір конструкції що буде найбільш раціональною.

Другий розділ має за мету навести методику перевірних розрахунків за якими відбудеться перевірка та узгодження наведеної у дипломному проекті конструкції.

Третій розділ описує процес конструкторського супроводу деталей нової конструкції та наводить дані що були отримані в результаті проведення функціональних та ресурсних випробувань.

Четвертий розділ розглядає технологічний процес виготовлення деталі, що є основною відмінністю від наявної конструкції.

П'ятий розділ слугує для розгляду потреб охорони праці для забезпечення комфорту та безпеки при проведенні конструкторської роботи.

Таким чином дипломний проект є послідовним описом по введенню конструктивної зміни у наявну конструкцію аксіально-поршньової машини. Що є важливим для розуміння інженерних навичок проектанта набутих за час навчання і роботи на підприємстві.

Ключові слова: аксіально-поршньові гідромашини, механічний підтиск, підвищення надійності конструкції, вдосконалення гідромашини.

ANNOTATION

Bachelor's thesis project on the topic: "Improving the design of the rotor of an axial-piston hydraulic machine with an inclined block." It consists of 5 sections, the volume of the explanatory note ____ pages, the volume of graphic material 5 posters.

The purpose of this diploma project is to introduce improvements in the design of axial-piston hydraulic machines by changing the design of mechanical pressure in accordance with the terms of reference of the company PJSC "Hydrosila APM" which produces this series of axial-piston hydraulic machines.

Introduction of this design of a pressure will allow to increase resource capacity of knots, will prevent fast failure of knots at the consumer, will increase economic rationality of production of knots at the expense of reduction of production of unit of a product.

The following tasks were set for the introduction of the structure into production:

- analyze existing designs on the market;
- perform test calculations to determine the functioning of the nodes of a given structure;
- develop design documentation for details related to improvement;
- to carry out design support of production and tests of knots of the updated design;

The first section of this thesis project serves to explain the issues related to the existing design. Carrying out of research of methods of the decision and a choice of a design which will be the most rational.

The second section aims to provide a method of verification calculations, which will be checked and agreed on the design given in the diploma project.

The third section describes the process of design support of parts of the new structure and provides data obtained as a result of functional and resource tests.

The fourth section considers the technological process of manufacturing parts, which is the main difference from the existing design.

The fifth section serves to consider the needs of labor protection to ensure comfort and safety during design work.

Thus, the diploma project is a consistent description of the introduction of a structural change in the existing design of the axial-piston machine. What is important for understanding the engineering skills of the designer acquired during training and work at the enterprise.

Keywords: axial-piston hydraulic machines, mechanical pressure, increasing the reliability of the structure, improving the hydraulic machine.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
Розділ 1. ПРОЕКТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОТОРА ГІДРОМАШИНИ	7
1.1. Загальний огляд існуючих конструкцій.....	9
1.2. Розгляд різновидів пружин.....	13
1.3. Висновки за розділом	15
Розділ 2. РОЗРАХУНОК ТА РОЗРОБКА.....	17
2.1. Гідравлічний розрахунок	17
2.2. Розрахунок пружини	23
2.3. Проектування основних деталей	26
2.4. Розробка інструкції збирання.....	28
2.5. Висновки розрахунків	35
Розділ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ СУПРОВІД ТЕХНІЧНОГО ПРОЕКТУ	37
3.1. Введення конструкції у виробництво.....	38
3.2. Конструкторський супровід	40
3.3. Висновок конструкторського супроводу	51
Розділ 4. ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ	52
4.1. Опис деталі що буде проектуватися.....	52
4.2. Розробка технологічного процесу	53
4.3. Можливі дефекти під час обробки	58
4.4. Висновок по технології машинобудування	59
Розділ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	60
5.1. Санітарно-гігієнічна характеристика приміщень	61
5.2. Мікроклімат.....	62
5.3. Вимоги до освітлення під час роботи	63
5.4. Електробезпека	66
5.5. Пожежна безпека	67
ВИСНОВОК ПО РОБОТІ	69
ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	70

					<i>ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Кап'янкін І. А.			<i>Вдосконалення конструкції ротора аксіально-поршньової гідромашини з похилим блоком</i>		
Перевірив		Коваль Д. О.					
					<i>КПІ ім. Ізгоря Сікорського</i>		
					Літ.	Арк.	Акресив
						1	70

ВСТУП

Гідравліка є важливою складовою сучасної промисловості за рахунок створення значного зусилля при відносно невеликих габаритах. Гідравліка розповсюджена у всіх сферах життя:

- промисловість: ковальсько-пресові механізми, лиття під тиском, промислові роботи, миючі машини, метало ріжучі станки, прокатні станки.
- транспортна техніка: крани, навантажувачі, маніпулятори, конвеєри, гідравлічні підіймачі, екскаватори
- медицина: апарати для здачі крові та компонентів;
- сільське господарство: трактори, сівалки, комбайни;

Одним із найважливіших питань гідравліки у промисловості є перетворення енергії з механічної у гідравлічну і навпаки. Для цих цілей використовуються насоси і мотори відповідно. Звідси і виникла велика різноманітність гідромашин (рис.1).

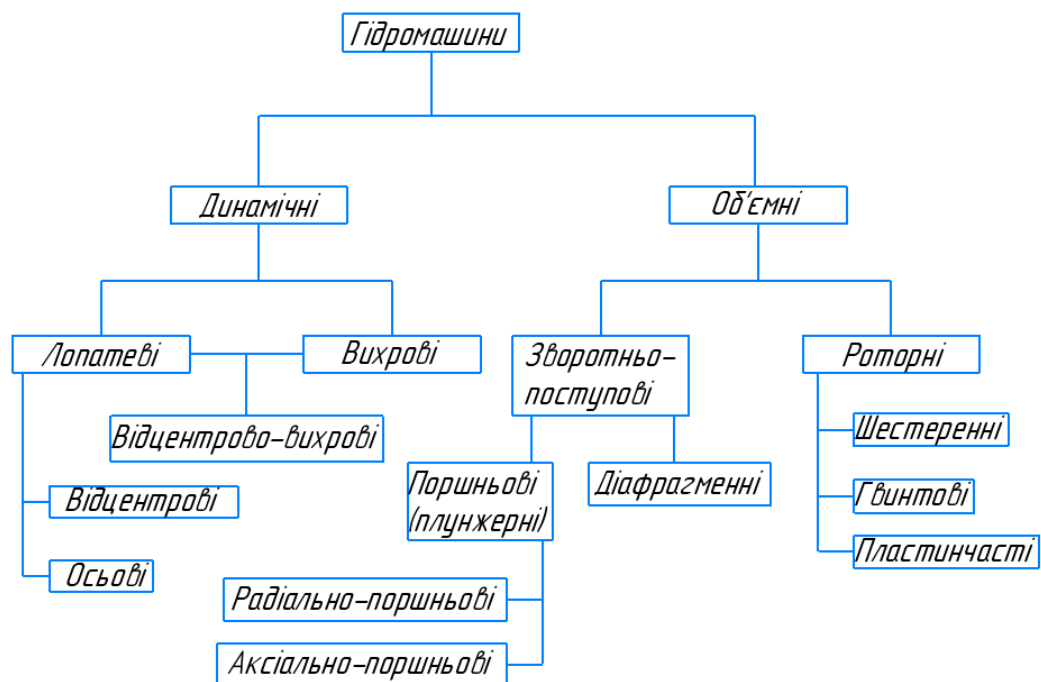


Рис. 1. Схема різновидів гідромашин

З представлених різновидів гідромашин – одними із найбільш розповсюджених є аксіально-поршньові гідромашини, які в свою чергу поділяються на:

- з похилим блоком – тип аксіально-поршньової гідромашини у якого вісь обертання валу і вісь обертання блоку циліндрів з камерами в яких відбувається нагнітання (рис. 2).

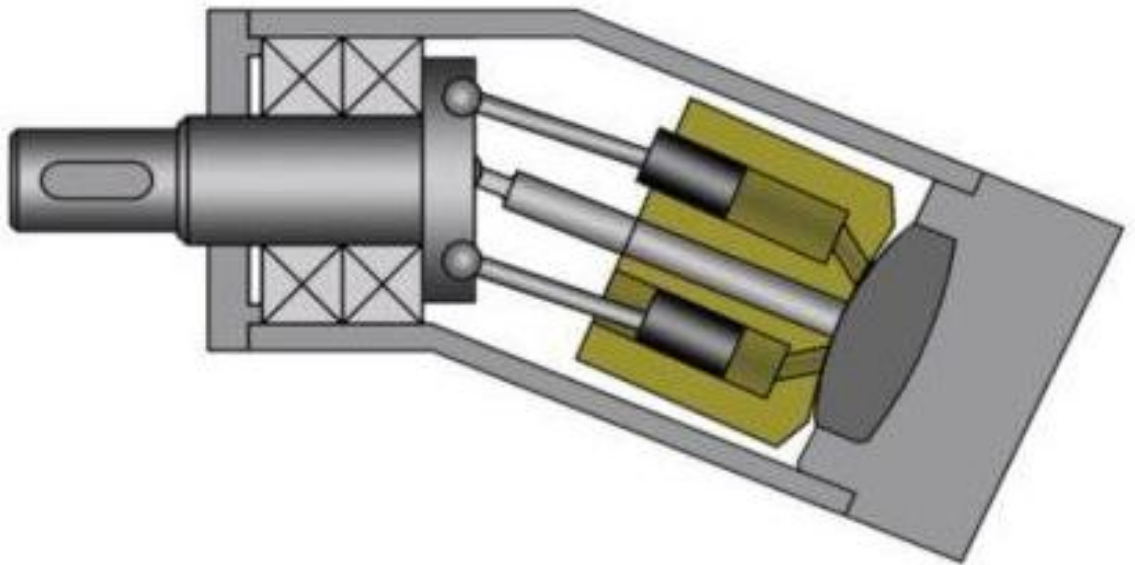


Рис. 2. Аксіально-поршньова машина з похилим блоком

- з похилим диском – тип аксіально-поршньових гідромашин у якого вісь обертання валу та вісь обертання блоку циліндрів співпадають, а зміна робочого об'єму відбувається за рахунок нахилу деталі диску, до якої кріпляться поршні(плунжери) (рис. 3).

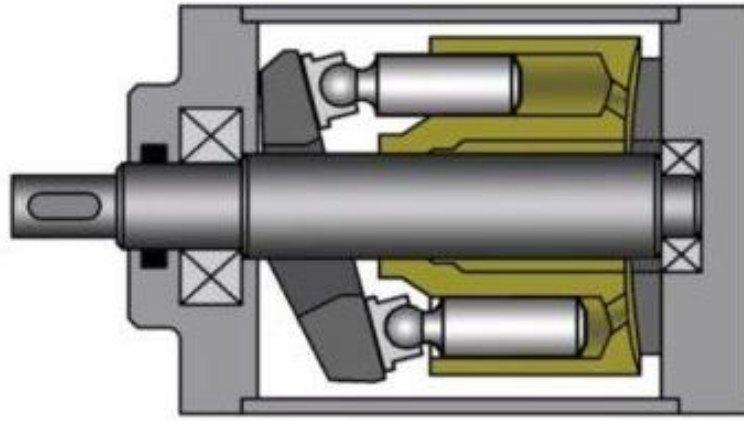


Рис. 3. Аксиально-поршньова машина з похилим диском

У цій роботі мова піде саме про тип з похилим блоком. Він набув широкого застосування. Основними причинами розповсюдженості гідромашин цього типу є такі переваги:

- високий ККД;
- висока продуктивність;
- можливість високих тисках;
- можливість створювати високі тиски;
- низька пульсація рідини;
- можливість роботи при великих обертах.

Саме тому важливим є питання оптимізації та підвищення їх ресурсу та забезпечення надійності впродовж гарантійного строку. Одними із основних складових працездатності є конструкційне виконання ротора, адже саме в роторі відбувається нагнітання рідини. Яка б не була конструкція – ротор завжди включає в себе такі деталі:

- поршні(плунжери) – зазвичай кількість поршнів є непарною, це пов'язано з необхідністю згладжування пульсацій;
- вал – слугує для передачі крутного моменту вузлу;
- блок циліндрів – необхідний для створення закритого об'єму в якому відбуватиметься нагнітання робочої рідини;

- розподільний золотник (іноді виконаний як частина кришки гідромашини як приклад вузли) – слугує для розподілу та розділення рідини між лінією високого і низького тиску.

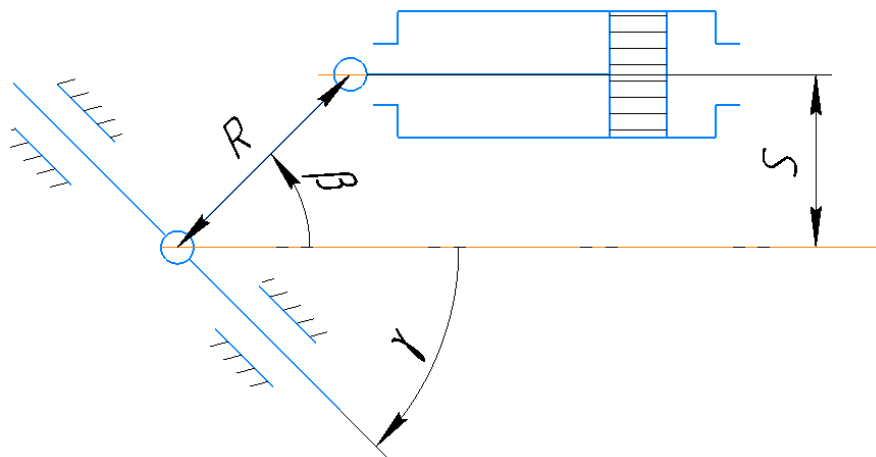


Рис. 5. Кінематична схема аксіально-поршньової гідромашини.

Розділ 1. ПРОЕКТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОТОРА ГІДРОМАШИНИ

Тема дипломного проекту напряму пов'язана з покращенням працездатності аксіально-поршньової гідромашини. На основі підприємства ПРАТ «Гідросила АПМ» виникла необхідність у вдосконаленні вузлів серії RBF/MBF10. Причинами потреби у вдосконаленні була підвищена частота відмов вузлів у споживача, що ставить під питання якість виготовлення вузлів.

Таким чином чинники що викликали потребу у вдосконаленні є:

- часта відмова вузлів даної серії у користувачів;
- складності у виробництві пов'язані з особливостями дійсної конструкції, а саме відносно велика чутливість вузлів до точності виробництва;
- часта потреба вузлів в додатковому доопрацюванні, пов'язана з відмовами при функціональних випробуваннях на базі Служби Технічного Контролю.

Після проведення експертизи вузлів було виявлено, що більшість поломок та відмов було пов'язане з недоліками конструкції та точністю виконання деталей механічного підтиску. А саме основними недоліками були:

- не витримані розміри деталей фіксуючих пакет тарілчастих пружин;
- завищене або занижене значення притискаючого зусилля.
- завищена частота руйнування пакету тарілчастих пружин в процесі роботи;
- поступове зниження об'ємного ККД гідромашини.

Наведенні дефекти були тісно пов'язані з проблемами виконання механічного підтиску. Механічний підтиск – частина ротора яка відповідає за

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

притискання блоку циліндрів до розподілюючого золотника з ціллю центрування та попередньої фіксації блоку циліндрів.

Звідси постає необхідність у конструкторській модернізації дійсної конструкції відповідно до наступних вимог:

- простіша конструкція з меншою кількістю деталей, що підвищить загальну надійність;
- можливість більш плавно регулювати силу підтиску;
- пружні елементи, що застосовуються, мають мати більшу стійкість до втрат механічних властивостей з часом.

Для того щоб витримати ці вимоги – необхідно ретельно пропрацювати конструкцію виробу. При аналізі працездатності виділяють різні типи відмов (рис.1.1). Дані причини відмов потребують додатково пропрацювати можливість зниження вірогідності:

- виробничих відмов – за рахунок спрощення конструкції і зменшення кількості деталей;
- експлуатаційних відмов – за рахунок підвищення надійності конструкції.

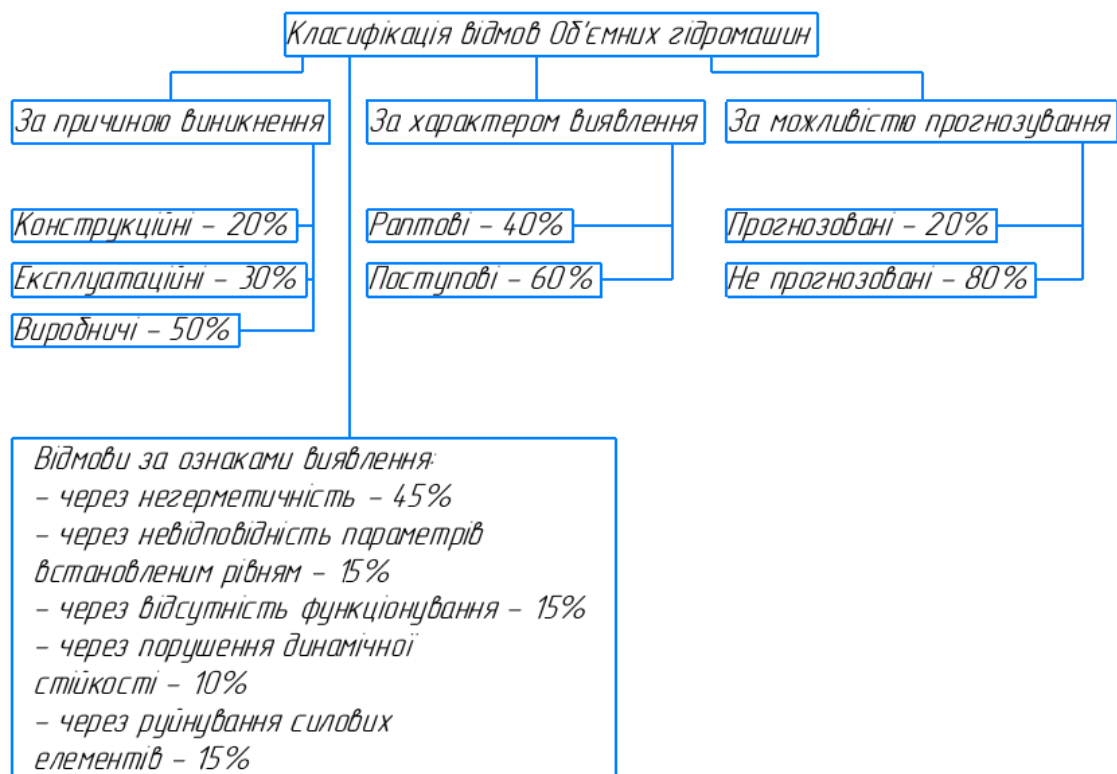


Рис. 1.1. Класифікація відмов об'ємних гідравлічних машин з відсотковою вірогідністю [3]

1.1. Загальний огляд існуючих конструкцій

Для розробки нової конструкції – необхідно провести аналіз існуючих реалізацій механічного підтиску що були впровадженні у фірмах виробниках аксіально-поршньових машин. Найбільшими виробниками аксіально-поршньових машин на сьогодні являються фірми: Bosch Rexroth, Parker, PSM Hydraulics, Eaton, Kazel, DANFOSS POWER SOLUTIONS та ін.

Діюча конструкція досліджуваної серії PBF/MBF10 під час розробки була частково розроблена на основі 210 серії гідромашин виробництва PSM Hydraulics, на момент розробки серія користувалася значним попитом. Особливістю даної серії є наступні конструктивні рішення:

- кут нахилу блоку циліндрів відносно осі обертання складає 20° ;
- плунжери складаються з двох частин – шатуна та власне тіла плунжера яке вальцюється на шатун;
- в якості притискаючого елемента у складі механічного підтиску використовуються пакети тарілчастих пружин.

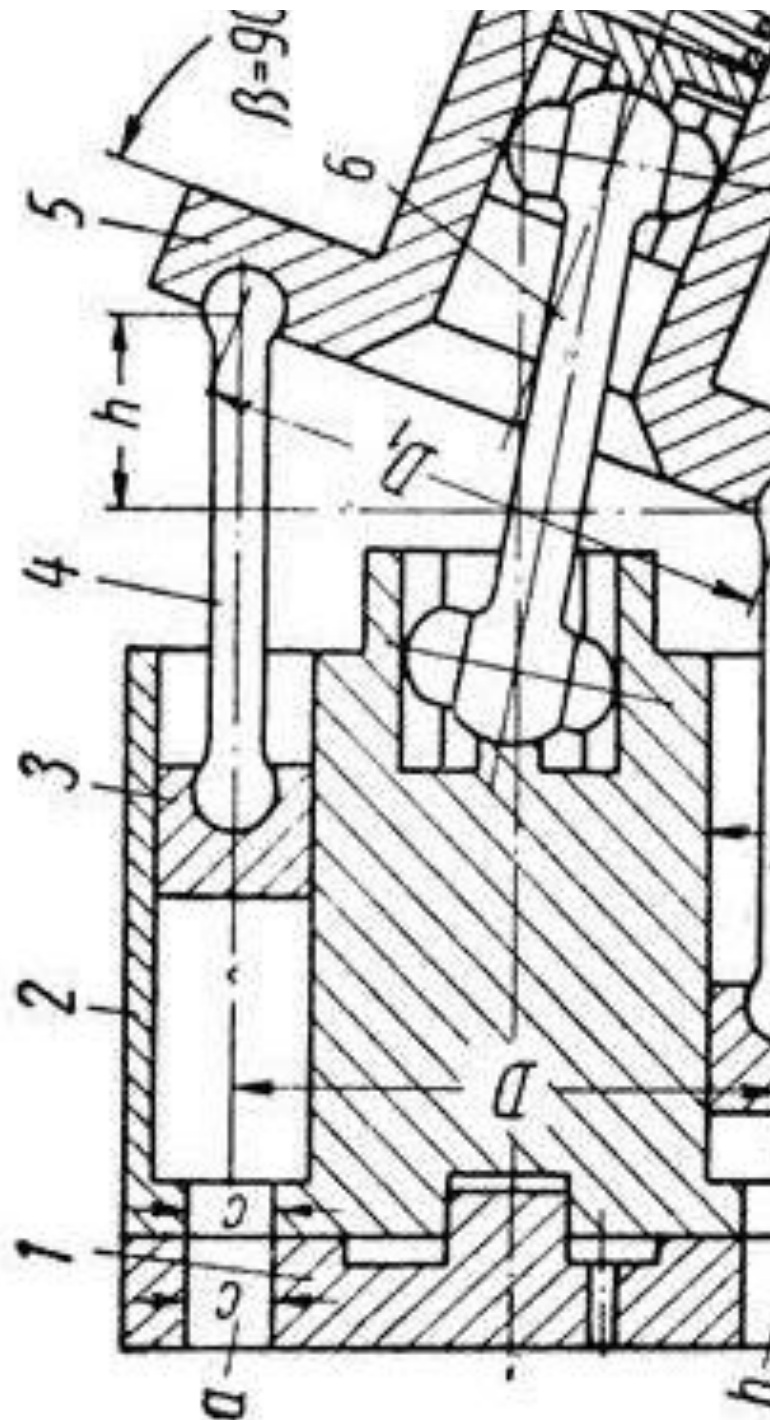
Станом на сьогодні підприємства переходять до реалізації підтиску у якій для отримання необхідного зусилля використовується кручена пружина що центрується спеціальною деталлю «пальцем». Розглянемо найбільш розповсюджені види підтиску:

- Підтиск за допомогою кардана (рис. 1.2).

Такий вид підтиску був дуже розповсюджений через відносну простоту виготовлення деталей проте кардан мав замалу рухливість і це часто призводило до виходу конструкції з ладу.

- Підтиск за допомогою шипа (рис. 1.3).

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		



д.п.ч. 1.1.2. Служба карданів

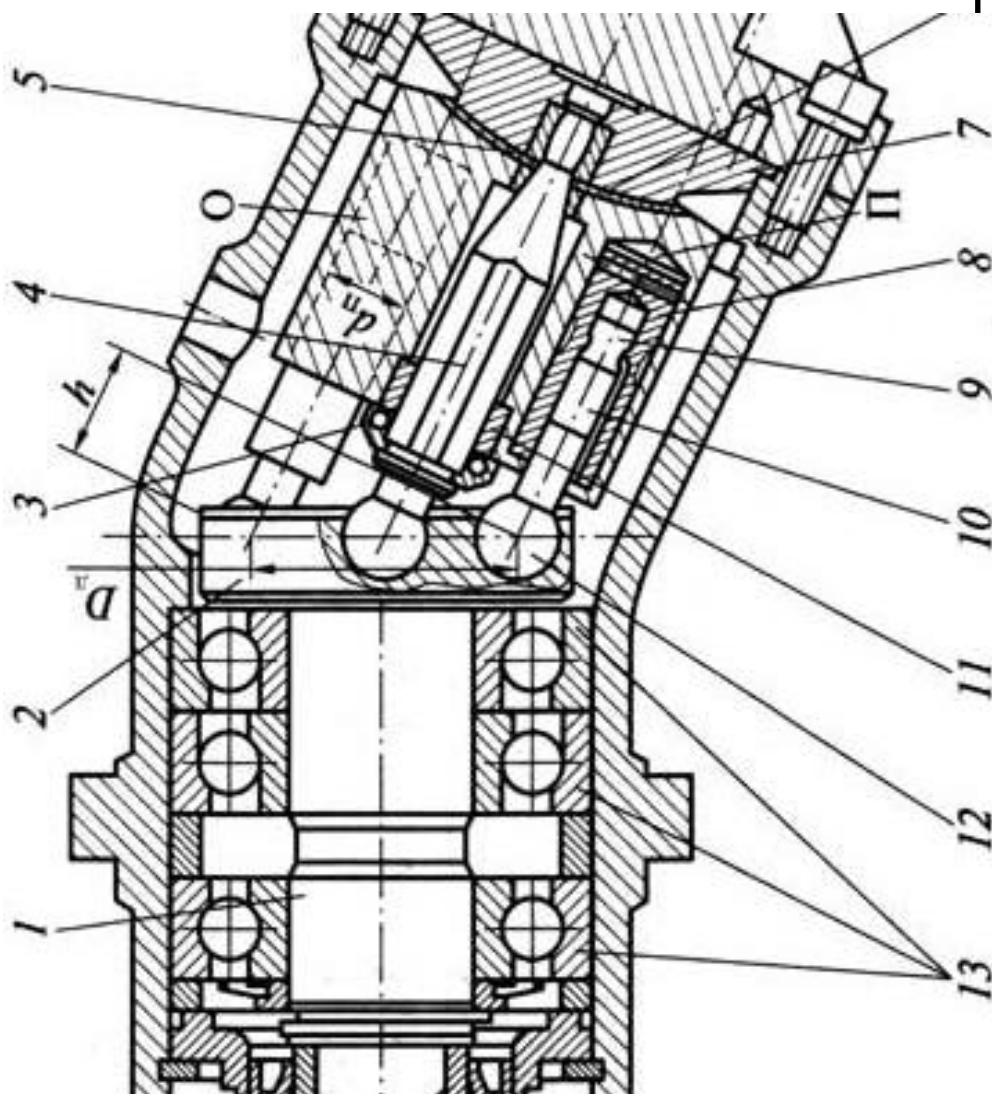
5- вал, 6- кардан, 7- серповидні отвори, 8-пружина

Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата

ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ

Арк.

10



Така конструкція має значні недоліки такі як:

- велика кількість деталей;
 - низька надійність пакетів тарілчастих пружин, що не дозволяє точно прогнозувати строк безперебійної роботи;
 - низька можливість регулювання зусилля підтиску за рахунок занадто великого перепаду зусиль.
- підтиск крученою пружиною за допомогою «пальця» (рис 1.4).

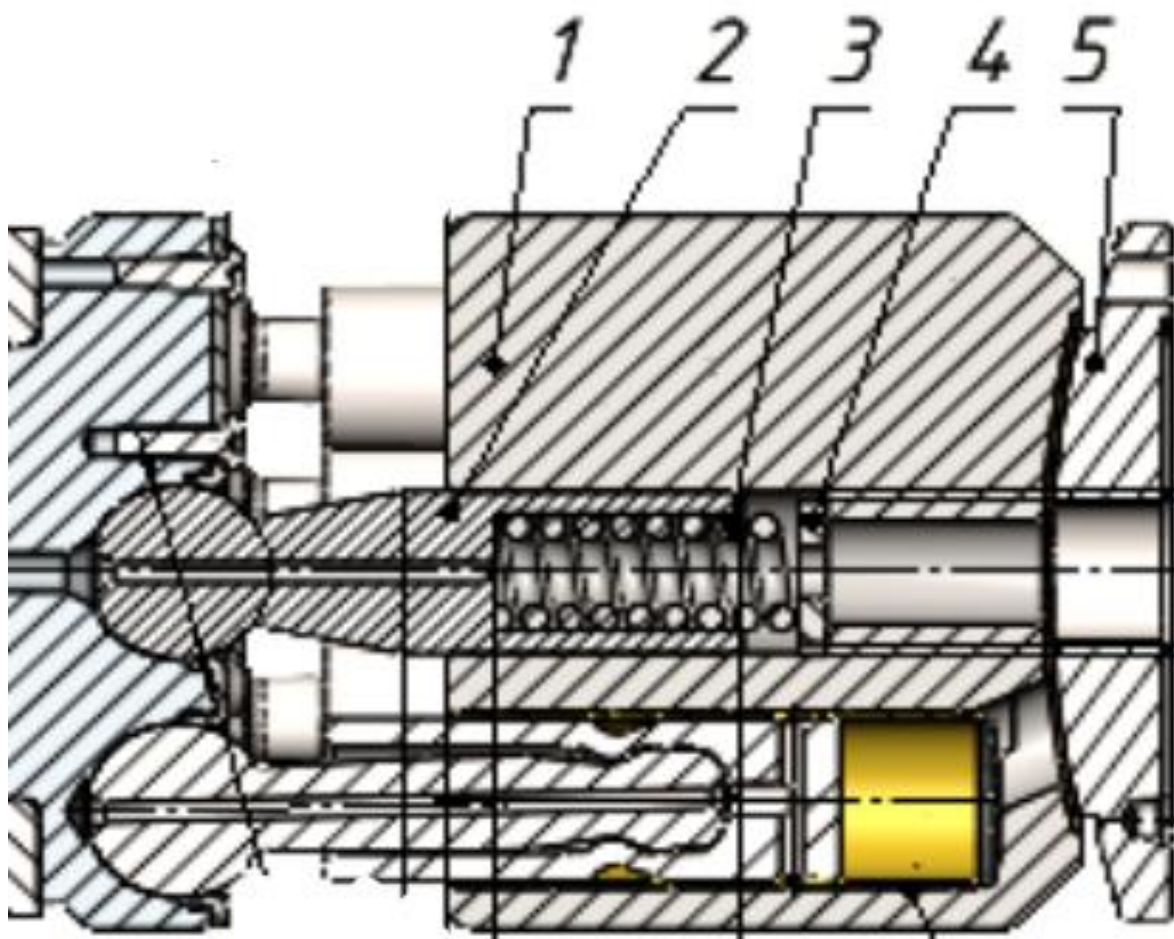


Рис.1.4. Схема механічного підтиску з використанням крученої пружини:

1 - блок циліндрів, 2- палець, 3- кручена пружина підтиску, 4- опорна шайба, 5- золотниковий розподільник потоку

Принцип роботи такого виду підтиску полягає у тому що при складанні вузла підтиск блока циліндрів до золотника відбувається за рахунок стиску крученої пружини. Ми маємо наступний ланцюг підтиску: палець впирається у вал, створюючи таким чином сферичний шарнір. В повздовжній отвір пальця входить кручена пружина, яка власне і створює зусилля стискаючись між пальцем і опорною шайбою. Опорна шайба власне впирається у блок циліндрів створюючи притискаюче зусилля на золотниковий розподільник, при цьому опорна шайба обов'язково повинна мати точно регламентуватися

Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата

ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ

Арк.

12

допусками, тому що інакше можлива ситуація в якій шайба увійде в контакт з пальцем, що призведе до виходу вузла з ладу.

Така конструкція підтиску на сьогодні є однією з найбільш розповсюджених на даний момент. Причиною цього є низка причин:

- а. відносна простота конструкції що забезпечує більшу передбаченість у роботі, а відповідно і більшу надійність;
- б. здатність до більш тонкого регулювання зусилля піджиму, адже кручені пружини при однаковому зусиллі з пакетами тарілчастих пружин мають менший діапазон регулювання зусилля;
- с. можливість більш точного центрування за рахунок великої площі контакту з центральним отвором блоку циліндрів.

1.2. Розгляд різновидів пружин

Пружини являють собою важливу частину промисловості. Вони застосовуються в різних машинах і приладах для розвитку зусилля направлено на натискання, натягу або крутного між деталями в приводі, машині, муфтах, гальмах. Важливою функцією пружини є використання їх для віброізоляції та гашення ударів у автоматичі. Також пружини дозволяють акумулювати енергію з подальшою передачею її до двигуна [7].

Основним нововведенням пропонованої конструкції – є введення у використання кручених пружин. Пружини поділяються на різні типи [6], за формою та направленням зусилля в роботі:

За напрямом зусилля:

- пружини розтягу;
- пружини стиску;
- пружини кручення.

За виконанням пружини:

- кручені;
- спіральні;

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

- тарілчасті;
- кільцеві.

В даному дипломному проєкті на більш за все цікавлять кручені (рис. 1.5) та тарілчасті пружини (рис. 1.6).

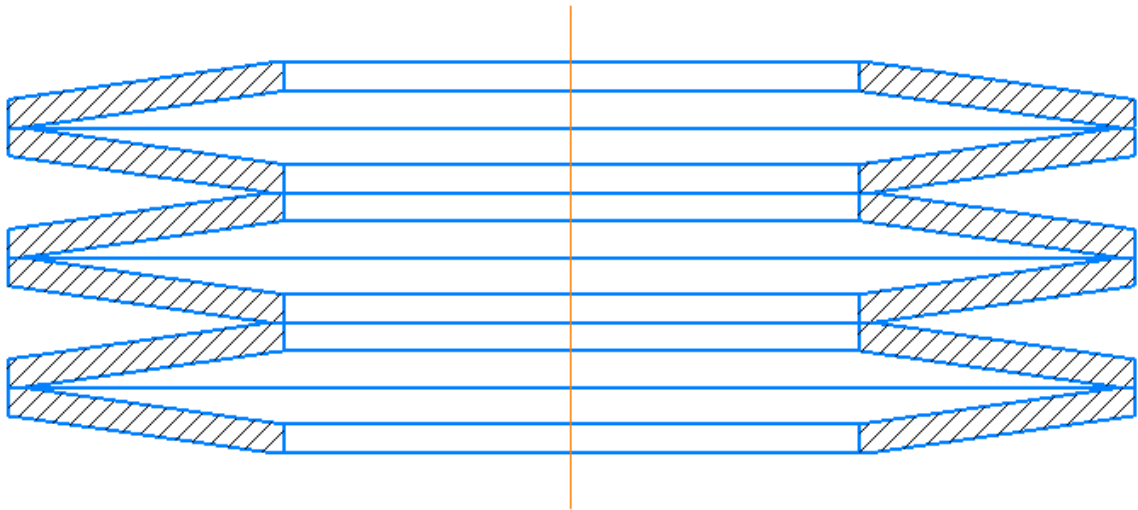


Рис. 1.5. Схематичне зображення тарілчастих пружин

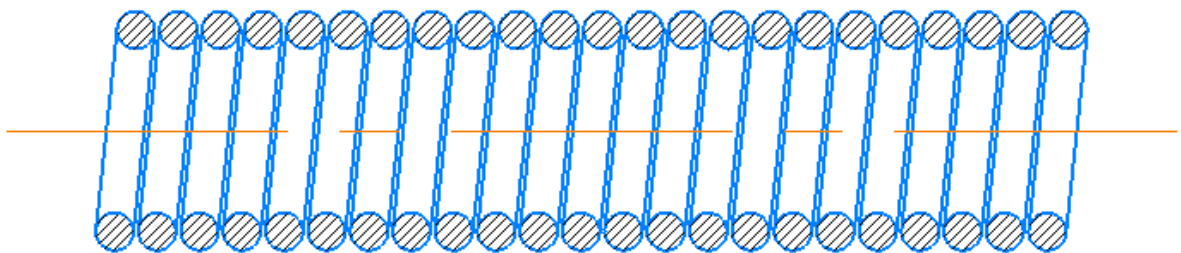


Рис. 1.6. Схематичне зображення крученої пружини

Основною причиною заміни конструкції на іншу з використанням кручених пружин є значні недоліки тарілчастих пружин, що приводять до поступового зниження ефективності, а іноді і різкої відмови. Далі розглянемо основні недоліки тарілчастих пружин:

- низька стійкість до усадки з часом, що в довгостроковій перспективі навіть до руйнування за рахунок порушення жорсткості;

- неможливість точно регламентувати зусилля пружини, оскільки тарілчасті пружини дуже в малому діапазоні значно збільшують зусилля, що в свою чергу створює ситуацію коли наявний ризик перетиску або недостатнього зусилля.

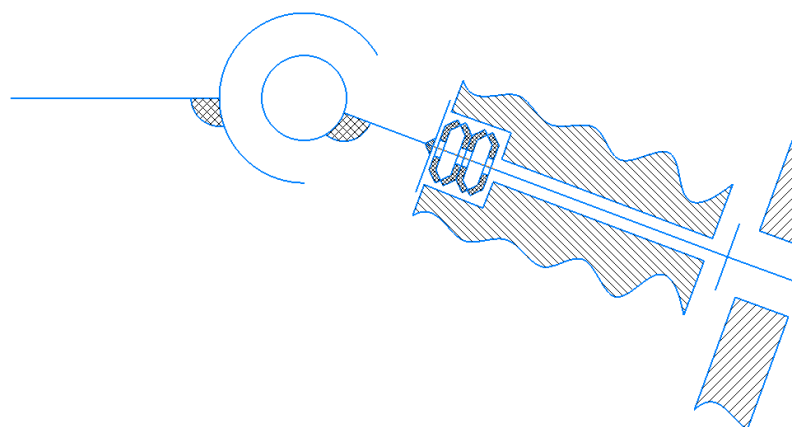
Наведені недоліки значно знижують можливості по використанню пружин тарілчастих у аксіально-поршньовій гідромашині. Що в свою чергу вимушує шукати альтернативу. І власне на заміну пропонується використовувати кручені пружини. Це дозволить регулювати зусилля підтиску більш тонко, і загалом збільшить строк служби всього вузла.

Для введення конструкції з новим пружним матеріалом – запропонована наведена в попередньому підрозділі реалізація.

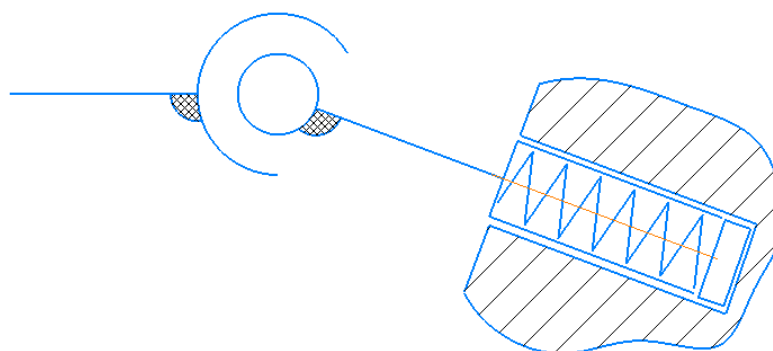
1.3. Висновки за розділом

1. Розглянуто загальний інформаційний огляд існуючих конструкцій механічного підтиску. Огляд є необхідною частиною роботи оскільки за допомогою огляду конструктор може правильно оцінити шлях в якому слід проводити розрахунок та модернізацію конструкції щоб уникнути заздалегідь не діючих і не раціональних конструкцій та власне прискорити процес проектування та введення вузла в експлуатацію.
2. За результатами інформаційного огляду – найбільш раціональним буде використання конструкції підтиску з використанням кручених пружин. Дана конструкція збільшує надійність роботи гідромашини за рахунок більшої простоти конструкції та більшої стійкості пружних елементів до втомної деформації. Для розуміння характеру змін наводиться порівняння кінематичних схем різних реалізацій (рис. 1.6).

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		



а)



б)

Рис. 1.6 Схеми реалізації підтиску: а) дійсна, б) розроблена.

Розділ 2. РОЗРАХУНОК ТА РОЗРОБКА

Суть запропонованого технічного рішення у цьому дипломному проєкті полягає у заміні діючої конструкції на конструкцію з використанням кручених пружин. Для того щоб повноцінно ввести цю конструкцію необхідно провести перевірні розрахунки.

Оскільки приклад подібної конструкції вже присутній у виробництві – велика кількість конструктивних параметрів приймається відповідно до вже наявного зразку. Такий шлях введення обраний з ціллю раціоналізації виробництва, щоб у мінімально можливий термін ввести нову конструкцію з мінімальними змінами технологічного процесу та без додаткової закупівлі оснастки.

Для гарантії працездатності необхідно провести гідравлічний розрахунок підтиску з урахуванням конструкції та необхідних характеристик гідроапарату. Та з урахуванням цих розрахунків важливим є правильно підібрати пружину щоб забезпечити необхідне зусилля. На основі розрахунків та спроектованої серії необхідно спроектувати нову конструкцію ротора.

2.1. Гідравлічний розрахунок

Оскільки представлена серія має більше, ніж одну конфігурацію розрахунки будуть проводитись у вигляді загальної послідовності, щоб мати можливість провести окремий розрахунок для кожного типорозміру.

Для проектування механічного підтиску необхідно спершу прорахувати зусилля яке створює рідина при проходженні з робочої камери циліндрів до лінії високого тиску. Для цього вводимо поняття зусилля відтиску та зусилля підтиску. При цьому необхідно зазначити, що правильним буде називатися

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

лише той механічний підтиск для якого значення зусилля підтиску буде перевищувати значення

$$F_{\text{від}} \leq F_{\text{під}};$$

При цьому значення зусиль розраховується:

$$F_{\text{від}} = p_{\text{н}} f_{\text{вік}} + \frac{1}{2} p_{\text{ср}} f_{\text{конт}}$$

де, $p_{\text{н}}$ – значення тиску в лінії нагнітання, визначається технічним завданням відносно тиску на який розраховується гідромашина;

$p_{\text{ср}}$ – середнє значення тиску в стиковому зазорі;

$f_{\text{вік}}$ – площа розподільного вікна золотника(рис. 2.1);

$f_{\text{конт}}$ – контактна площа золотника з блоком циліндрів.

А відповідно значення зусилля притискання буде дорівнювати:

$$F_{\text{під}} = n p_{\text{н}} f_{\text{ц}} + F_{\text{пруж}}$$

де, n – кількість циліндрів одночасно пов'язаних з лінією нагнітання;

$f_{\text{ц}}$ – площа циліндру;

$F_{\text{пруж}}$ – значення сили пружності створюване необхідною пружиною.

Тоді з наведеної рівності можливо визначити значення необхідного значення зусилля, при тій умові що результати розрахунків будуть відповідати прийнятому значенню коефіцієнту підтиску m .

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

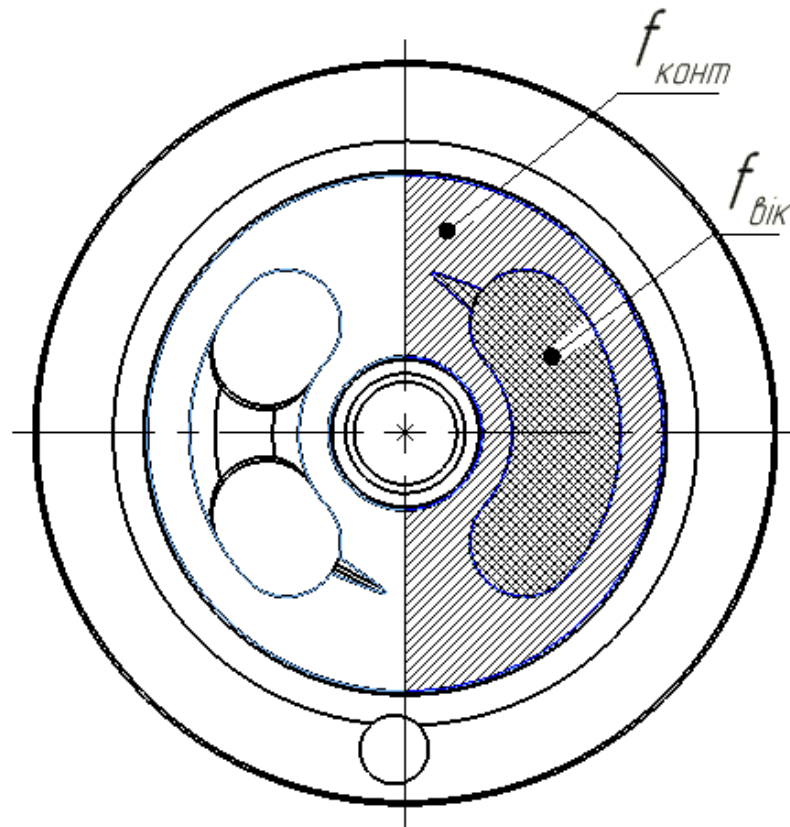


Рис. 2.1. Розподільний золотник

Коефіцієнт підтиску призначається відповідно до очікуваного тиску рідини. Зазвичай його назначають рівним $m \approx 25 \div 30\%$. Призначення цього коефіцієнту є необхідним для перевірки розрахунків пружини

$$m = \frac{F_{\text{під}} - F_{\text{від}}}{F_{\text{під}}} 100.$$

Додатково слід навести хід визначення основних параметрів, що були наведені вище.

Площа перерізу циліндру (рис. 2.2)

$$f_{\text{ц}} = \frac{\pi d^2}{4}.$$

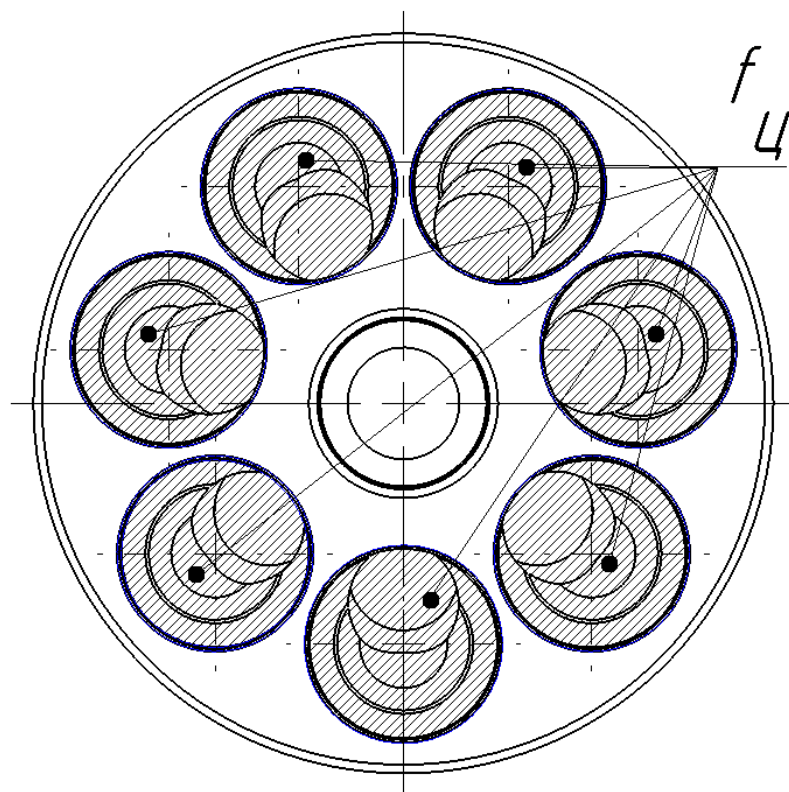


Рис. 2.2. Площі перерізів циліндрів

Кількість циліндрів що одночасно пов'язана з лінією нагнітання визначається відповідно конструктивних особливостей та технічного завдання.

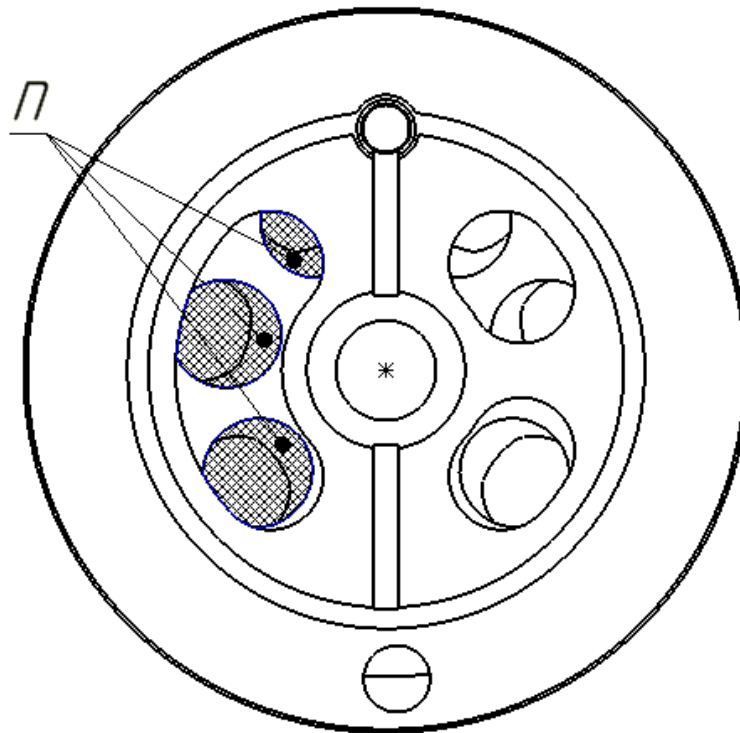


Рис. 2.3. Циліндри одночасно поєднані з лінією високого тиску

За технічним завданням було прийнято рішення придати робочій поверхні золотника сферичну форму, і з цієї причини раціональним буде визначення значень контактної поверхні і серповидного вікна за допомогою попереднього CAD проектування.

Середнє значення тиску у стиковому зазорі

$$p_{\text{ср}} = \frac{p_{\text{н}} - p_{\text{зл/вс}}}{2}.$$

Тоді перевірка необхідного зусилля пружини проводиться наступним чином

$$F_{\text{від}} \leq F_{\text{під}} \Rightarrow p_{\text{н}} f_{\text{вік}} + \frac{1}{2} p_{\text{ср}} f_{\text{конт}} \leq n p_{\text{н}} f_{\text{ц}} + F_{\text{пруж}};$$

$$F_{\text{пруж}} \geq p_{\text{н}} f_{\text{вік}} + \frac{1}{2} p_{\text{ср}} f_{\text{конт}} - n p_{\text{н}} f_{\text{ц}}.$$

Зусилля пружини визначене. Розрахунки приведено відповідно до поширеної методики [2].

За даною методикою було визначено необхідні параметри, основні з них наводимо в табл. 2.1. У таблиці розрахунків присутні 2 стовпчика розрахунків що необхідні для наведення розрахункових зусиль для двох контактних пар, а саме – блок-розподільник та розподільник кришка.

Таблиця 2.1. Параметри визначені в гідравлічному розрахунку

Параметр	Позначення	PBF10.4.56	
		блок-розподільник	розподільник-кришка
Робоче зусилля пружини	P_2	34	34
Робочий тиск	P_0	3,5	3,5
Діаметр циліндра	$d_{ц}$	20	20
Площа поперечного перерізу циліндра	$S_{ц}$	314,159	314,159
Кількість циліндрів пов'язаних з лінією високого тиску	n	3	3
Сила відтиску , $F_{від}$	$F_{від}$	3038,0	2749,7
Сила підтиску , $F_{під}$	$F_{під}$	3332,7	3332,7
Коефіцієнт підтиску, m	m	0,1	0,2

2.2. Розрахунок пружини

Розрахунок пружини проводиться відповідно до місцевої методики підприємства. Для розрахунку пружини – треба задатися рядом конструктивних параметрів, що вплинуть на розмірні характеристики розрахованої пружини. Цими параметрами є:

- зовнішній діаметр пружини D_1 – визначає мінімально допустимий діаметр отвору в який можливо буде помістити пружину;
- діаметр проволочи D – визначає діаметр проволочи яка буде використовуватися у витті пружини;
- попереднє зусилля при робочій деформації – прирівнюємо до знайденого значення (2.6).

Подальший розрахунок відбувається на основі серії PBF/MBF10.4.56.

Для розрахунку необхідно відповідно до заданих параметрів визначити індекс пружини – характеристична величина що дорівнює відношенню зовнішнього діаметра пружини до діаметра проволочи з якої виготовлена пружина

$$I = \frac{D_1}{D} - 1 = \frac{15 \text{ мм}}{3 \text{ мм}} - 1 = 4,0.$$

Звідси визначається жорсткість одного витка пружини

$$C_1 = \frac{G \cdot D}{I^3} = \frac{78500 \cdot 3}{\frac{8}{4^3}} = 460 \frac{\text{Н}}{\text{мм}}.$$

Жорсткість одного витка пружини величина що дозволить визначити кількість витків та їх крок.

Для визначення кроку пружини – необхідно знайти значення номінального розрахункового кроку і максимального

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

$$T_{\text{ном}} = \frac{1,25 \cdot F_2}{C_1} + D = \frac{1,25 \cdot 370 \text{ Н}}{460 \frac{\text{Н}}{\text{мм}}} + 3 = 4,0 \text{ мм};$$

$$T_{\text{макс}} = \pi \cdot (D_1 - D) \cdot \tan\left(\frac{\pi}{18}\right) = \pi \cdot (15 - 3) \cdot \tan\left(\frac{\pi}{18}\right) = 6,6 \text{ мм}.$$

Тоді відповідно за конструктивними міркуваннями обираємо значення кроку

$$T_{\text{ном}} \leq T \leq T_{\text{макс}}.$$

В нашому випадку значення буде $T = 6 \text{ мм}$.

Тепер можливо визначити максимально можливу деформацію одного витка пружини, яка визначається обмеженнями різниці конструктивно обраного кроку до

$$S_3 = T - D = 6 \text{ мм} - 3 \text{ мм} = 3,0 \text{ мм}.$$

Тоді сила створювана пружиною при максимальному стиску може визначатися як

$$F_3 = S_3 \cdot C_1 = 3,0 \text{ мм} \cdot 460 \frac{\text{Н}}{\text{мм}} = 1379,9 \text{ Н}.$$

Для подальших розрахунків необхідно визначитися на яку довжину пружини при робочій деформації бажано розрахувати конструкцію L_1 . І можна визначити розрахункову кількість витків

$$N_{\text{розр}} = \frac{L_2 - D}{D + \frac{F_3}{C_1} - \frac{F_2}{C_1}} = \frac{28,4 \text{ мм} - 3 \text{ мм}}{3 \text{ мм} + \frac{1379,9 \text{ Н}}{460 \frac{\text{Н}}{\text{мм}}} - \frac{370 \text{ Н}}{460 \frac{\text{Н}}{\text{мм}}}} = 4,9.$$

Обираємо значення кількості витків більшим ніж розрахункове $N = 6,5$. І знаючи це визначаємо жорсткість пружини

$$C = \frac{C_1}{N} = \frac{460 \frac{\text{Н}}{\text{мм}}}{6,5} = 70,8 \frac{\text{Н}}{\text{мм}}.$$

Тоді визначаємо ті значення що залишились для правильної побудови креслення пружини і замовлення пружини у фірми виробника.

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

- Довжина вільної пружини

$$L_0 = NT + D = 6,5 \cdot 6 \text{ мм} + 3 \text{ мм} = 42 \text{ мм}.$$

- Довжина пружини при максимальному стиску

$$L_3 = ND - D = 6,5 \cdot 3 \text{ мм} - 3 \text{ мм} = 22,5 \text{ мм}.$$

- Зусилля пружини в робочому стані

$$F_2 = CL_0 - CL_2 = 70,8 \frac{\text{Н}}{\text{мм}} \cdot 42 \text{ мм} - 28,4 \text{ мм} \cdot 70,8 \frac{\text{Н}}{\text{мм}} = 962,4 \text{ Н}.$$

- Встановлюємо значення пружини при попередній деформації $L_1 = 28,4 \text{ мм}$.

- Визначаємо значення зусилля при попередній деформації

$$F_1 = CL_0 - CL_1 = 70,8 \frac{\text{Н}}{\text{мм}} \cdot 42 \text{ мм} - 70,8 \frac{\text{Н}}{\text{мм}} \cdot 28,4 \text{ мм} = 903,6 \text{ Н}.$$

- Повна кількість витків пружини

$$N_1 = N + 1,5 = 6,5 + 1,5 = 8.$$

- Кут підймання витка пружини

$$A = \arctg \left(\frac{T}{\pi} \cdot (D_1 - D) \right) \cdot \frac{180}{\pi} = \arctg \left(\frac{6 \text{ мм}}{\pi} \cdot (15 \text{ мм} - 3 \text{ мм}) \right) \cdot \frac{180}{\pi} = 9,0.$$

- Довжина проволочи з якої буде виготовлятися пружина:

$$L_{\text{розг}} = \frac{\pi N_1 (D_1 - D)}{\cos \left(\frac{A}{180\pi} \right)} = \frac{\pi * 8 * (15 \text{ мм} - 3 \text{ мм})}{\cos \left(\frac{9,0}{180\pi} \right)} = 308,4 \text{ мм}$$

- Маса пружини

$$G = \pi \frac{D^2}{4} L_{\text{розг}} 7,85 \cdot 10^{-6} = \pi \frac{3^2}{4} * 308,4 * 7,85 \cdot 10^{-6} = 0,017 \text{ кг}.$$

Розрахунок пружини проведений. Основні дані що впливають на габарити та зусилля пружин при різних ступенях стиснення. Основним для даної пружини буде значення зусилля у положенні F_2 .

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

2.3. Проектування основних деталей

Проектування – це комплекс робіт який складається з пошуку, досліджень, розрахунків та розрахування з метою отримання опису достатнього для створення нового об'єкту або виробу, його реконструкції, модернізації, що відповідає заданим вимогам [11].

Відповідно для того щоб виконати проектування нової конструкції – ми провели основні розрахунки, тепер необхідно розробити основні деталі.

Для раціоналізації виробництва було обрано деякі деталі що вже використовувались на вузлах серії PBF/MBF20. Такими деталями є палець, який є основною деталлю для цього типу модернізації (рис.2.4).

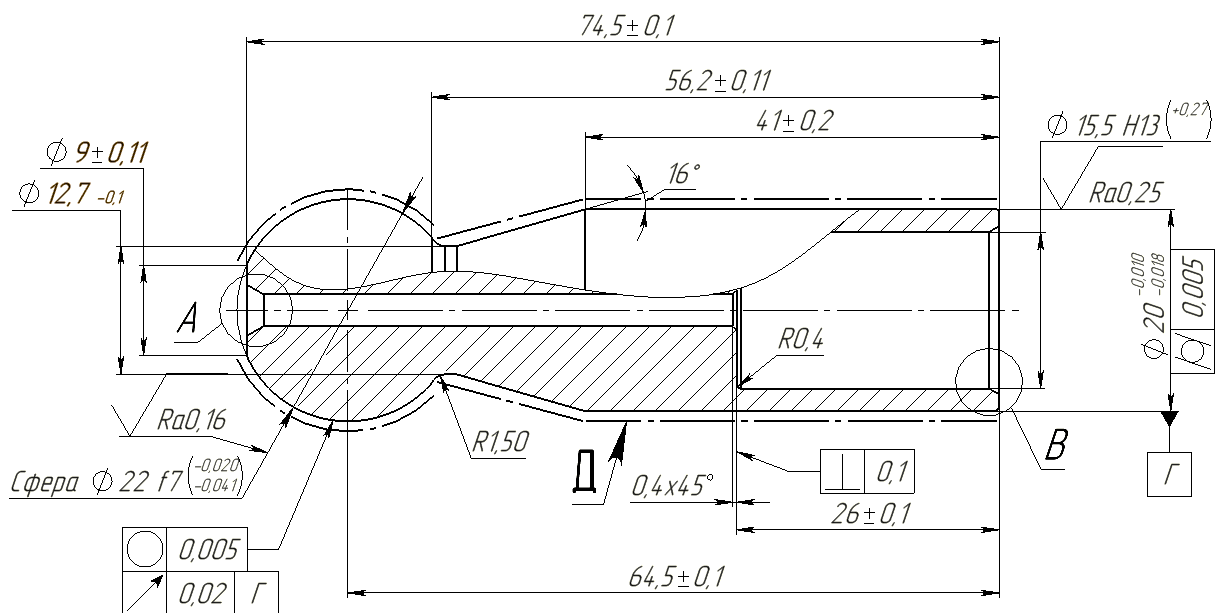


Рис. 2.4. Креслення деталі пальця

Також для економії та раціоналізації було обрано пружину з іншого вузла тієї ж серії. Саме під цю пружину проводили попередні розрахунки.

Тепер важливою задачею є доповнити процес виготовлення блоку циліндрів, а саме доробити центральний отвір під палець по зовнішньому діаметру пальця(рис. 2.5).

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		26

2.4. Розробка інструкції збирання

Інструкція збирання – технічна документація яка слугує для поступового опису збирання певного виробу. Цей документ необхідний саме для того щоб конструктор максимально точно описав метод за яким необхідно збирати вузол не ризикуючи пошкодити його. Також часто інструкція збирання включає додатково підказки як варто виправляти можливі недоліки та які параметри слід особливо контролювати.

Далі буде поступово пояснено як проводити збірку вузла з новою конструкцією. А відповідні ілюстрації для збирання зазначені у графічних матеріалах до дипломного проекту.

Таким чином для збирання необхідно:

Розділ 1. Збирання ротора (проводиться відповідно до рис. 2.7 на графічному листі);

а. Зовнішнє кільце підшипника поз. 32 встановити на обойму поз. 3 опорною поверхнею торця вниз і запресувати до упору. Після запресовування установити внутрішнє кільце підшипника поз. 4 в запресувати зовнішнє кільце поз. 32.

б. На розташований шліцом вгору вал поз. 1 встановити внутрішнє кільце підшипника поз. 2 опорною поверхнею торця вниз і напресувати до упору. Потім на внутрішнє кільце підшипника поз. 2 встановити зовнішнє кільце підшипника поз. 31.

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

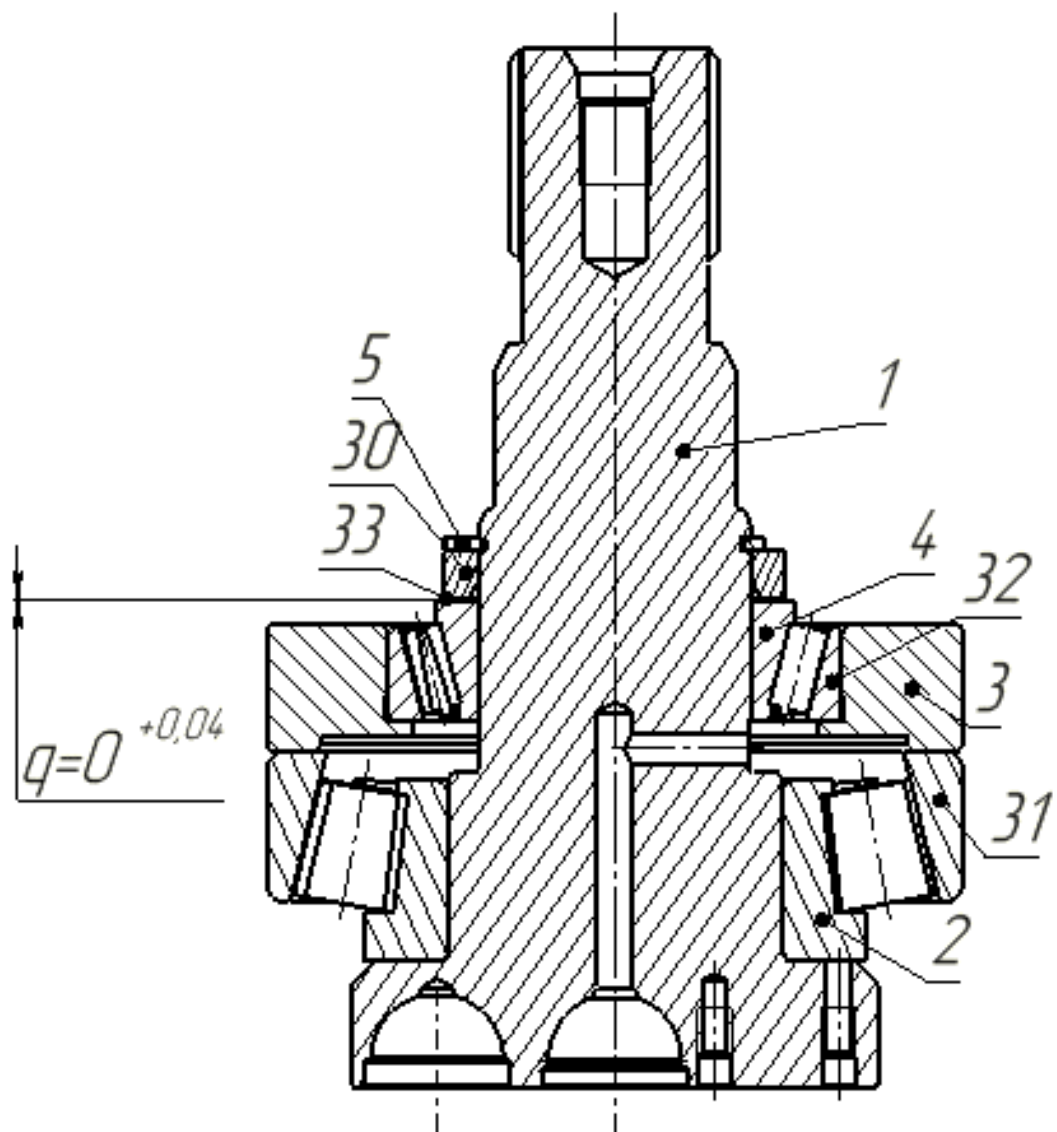


Рис. 2.7. Збирання валу і підшипникового вузла

с. Обойму поз. 3 з підшипником поз. 31 напресувати на вал в упор до зовнішнього кільця підшипника поз.31. Втулку поз. 30 торцем з фаскою встановити на внутрішнє кільце підшипника поз. 4.

д. Зазор $q=0^{+0,04}$, контролювати за допомогою щупа, відрегулювати підбором регулювальних шайб поз. 33. Після остаточного регулювання за-зазору підшипників їх положення фіксується стопорним кільцем поз. 5 в паз валу поз. 1.

е. Вал гідровузла в зборі з підшипниковий вузлом встановити шліцьовим кінцем вниз. Протягнути палець поз. 12 (рис. 2.8) в центральний

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		29

отвір сепаратора поз. 7, а плунжера поз. 6 в радіально розташовані отвори сепаратора поз. 7.

Сферичні головки плунжерів поз. 6 і пальця поз. 12 встановити в сферичні отвори валу поз. 1. Потім сепаратором поз. 7 і гвинтами поз. 8 деталі приєднати до валу забезпечивши момент затяжки, зазначеним в табл. 1. Різьбові поверхні гвинтів поз. 8 попередньо змастити герметиком анаеробним «Унігерм-7» (УГ-7) ТУ 6-01-1312-85.

Після складання деталей проконтролювати обертання сфер і нахил поршнів. Закріплені деталі повинні гойдатися під власною вагою. Осьової люфт шатуна в сполученні з сепаратором поз. 7 не більше 0,25 мм. Підклинювання і заїдання не допускається.

f. На плунжери поз. 6, палець поз. 12 в зборі з пружиною поз. 13 встановити в отвори блоку циліндрів поз. 11 з попередньо встановленої опорною шайбою поз. 10 змащень мастилом GBESILUX BESSIL EN.

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

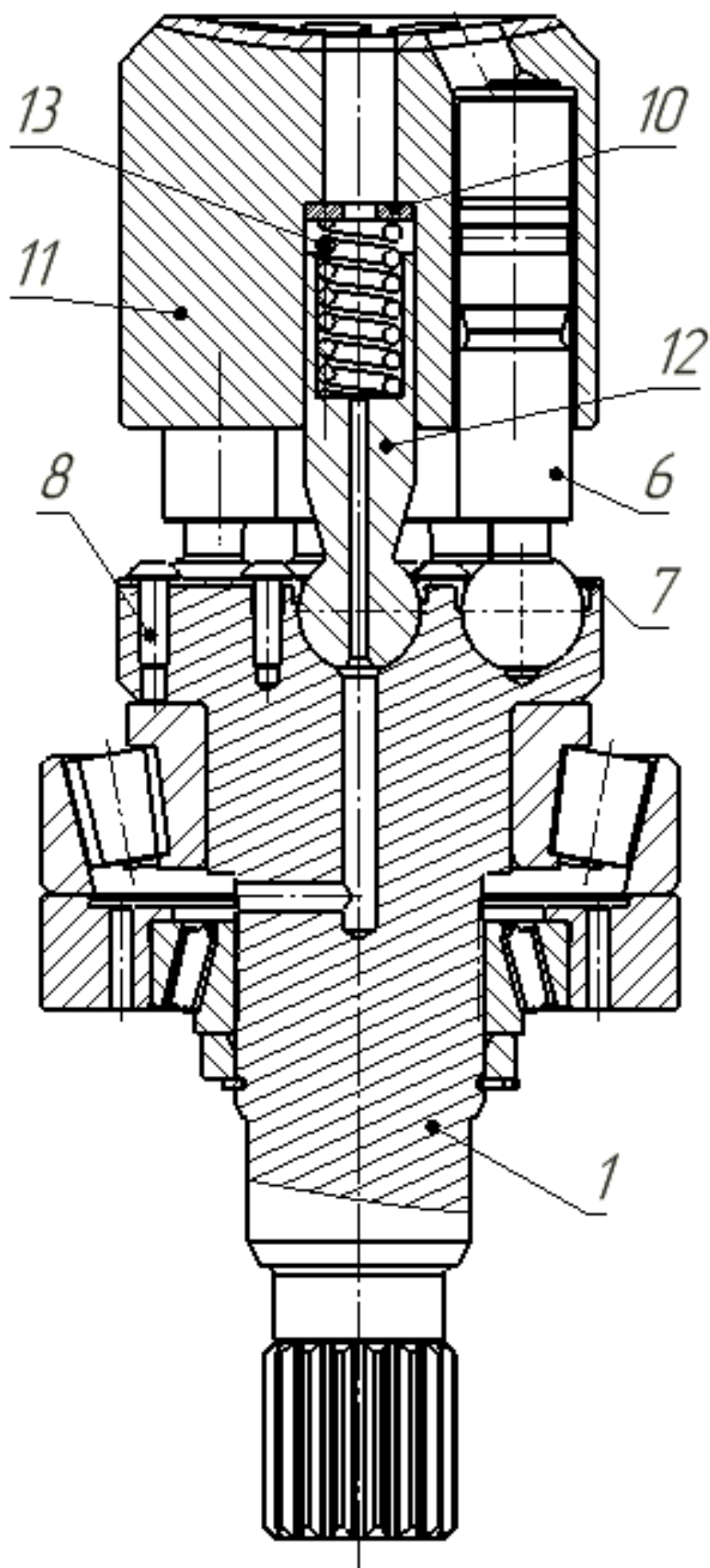


Рис. 2.8. Збирання ротора

Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата

ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ

Арк.

31

Розділ 2. Збирання корпусної деталі з ротором

а. Табличку фірмову поз. 37 зібраного гідровузла встановити на корпус поз. 15 і просвердлити отвори на глибину 4 мм.

б. Попередньо нагрітий до температури (80 ... 90) °С корпус гідровузла поз. 15 встановити з боку посадкового бурту на вертикально розташований в пристосуванні ротор до упору в кільце підшипника поз. 31 (рис. 2.9). Увага! Всі переміщення виконуються з використанням засобів захисту від температури.

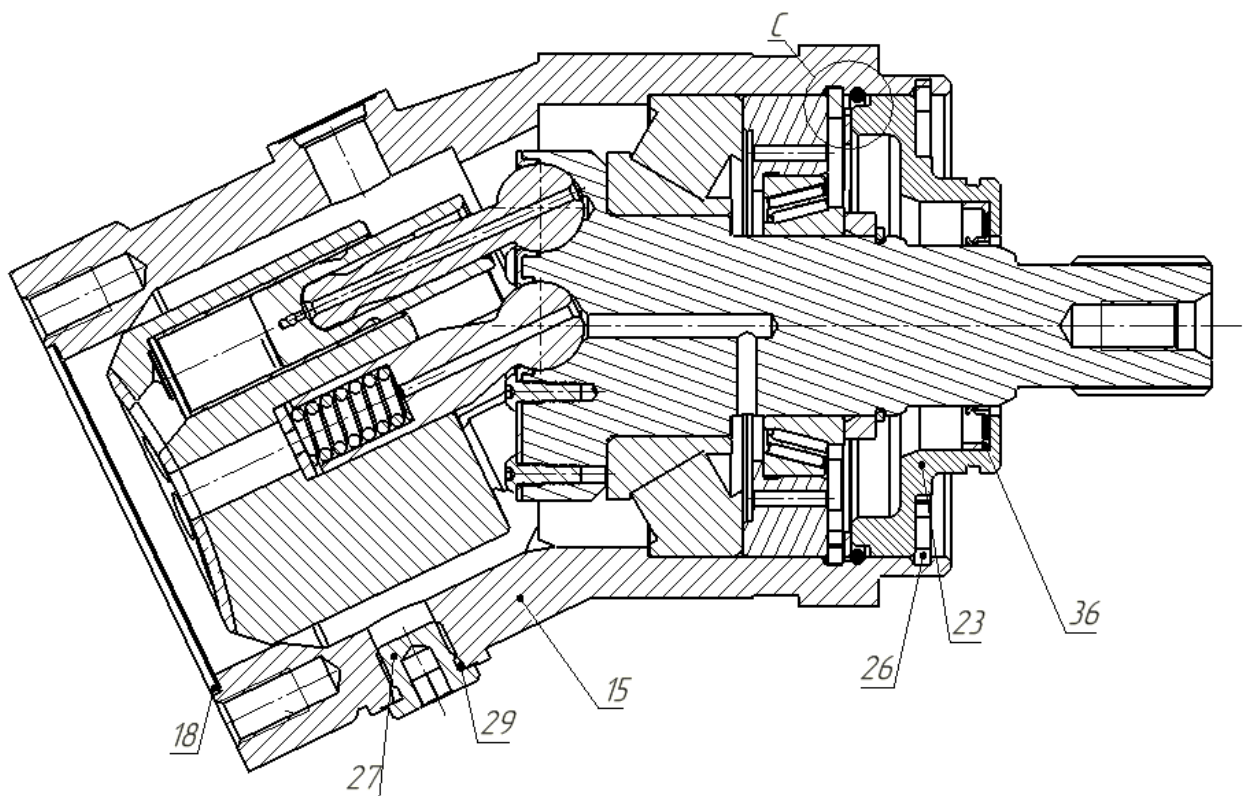


Рис. 2.9. Ротор з корпусом в зборі

с. У корпус ущільнення гідровузла поз. 23 запресувати манжету поз. 36 в напрямку посадкового отвору до упору.

д. При збиранні необхідно в горизонтальному положенні гідровузла, встановити в кільцевої паз корпусу кільце стопорне поз. 24, встановити в корпус гідровузла шайбу поз. 28 в упор кільця стопорного поз. 24. Далі встановити кільце ущільнювача поз.37. Установіть на шліцу частину

валу поз.1 ковпачок захисний, виконавши монтаж корпусу ущільнення поз. 23 зафіксувавши установкою кільця стопорного поз. 26 в кільцевій паз корпусу гідровузла. Кільце ущільнювача поз. 18 необхідно встановити в паз корпусу гідровузла.

е. Встановити пробку поз. 27 з гумовим кільцем поз. 29 в отвір корпусу поз. 15 (рис. 2.9).

Зусилля затягування різьбових з'єднань повинні відповідати значенням, зазначеним в табл. 1.

ф. Встановити штифт поз. 20 встановити в отвір кришки поз. 19 до упору, торець розподільника поз. 17 змастити мастилом GBESILUX BESSIL EN після зорієнтувавши зі штифтом поз.20 встановивши на торець кришки поз.19 сферичною частиною в бік блоку циліндрів (рисунок 5).

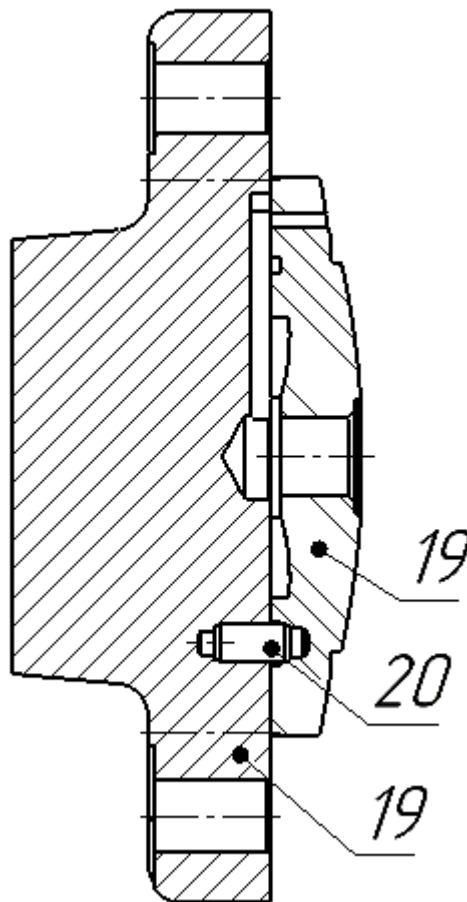
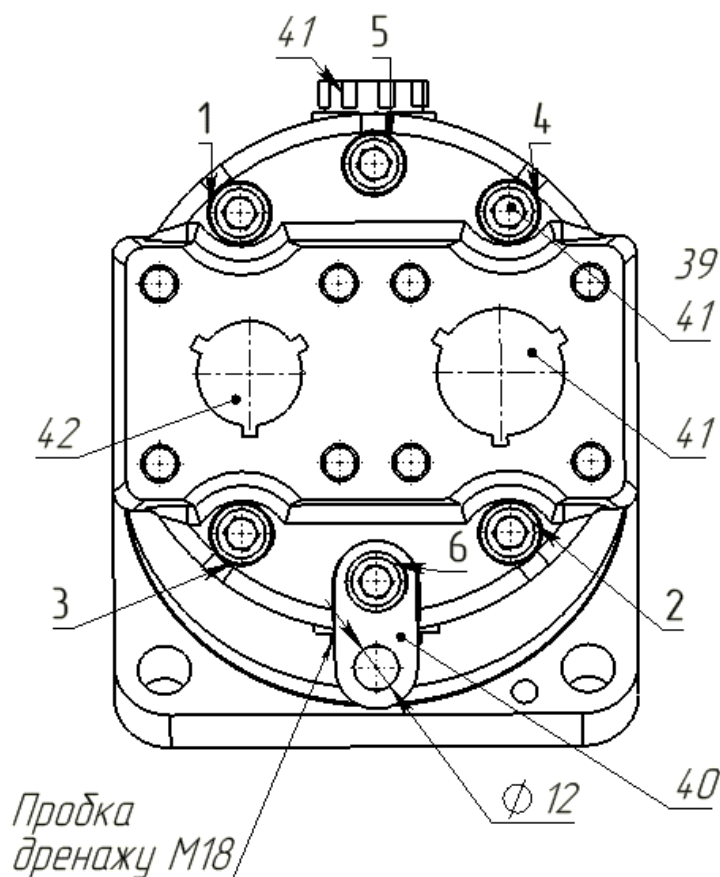


Рис. 2.10. Збирання кришки

Кришку задню гідровузла в зборі з розподільником зорієнтувати з корпусом і з допомогою гвинтів поз. 39, з встановленої сережкою поз.40 і пружинних шайб поз. 41 приєднати до корпусу гідровузла, дотримуючись послідовність (рис. 2.11) і момент затяжки згідно з таблицею 1 після встановивши пробку транспортну поз.43 в корпус поз.15. В отвори кришки зад-ній влити від 30 грам до 40 грам масла МГЕ-46В ТУ 38.001347-83 і заглушити пробками поз. 41 і 42. Розгорнути гідровузол на 180° і зафіксувати.

На цьому процес збирання вузла закінчується, але також після збирання важливим етапом є контроль правильності збирання, який має передувати проведенню функціональних випробувань. Якщо не провести попередній контроль правильності збирання – вузол може зруйнуватися прямо на стенді і погрожувати таким чином не тільки цілісності обладнання, а й життю обслуговуючого персоналу.



					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		34

Рис. 2.11. Кріплення кришки

Звідси процес контролю правильності збирання має наступний вигляд:

- Обертанням валу провести контроль крутного моменту зрушення, котрий повинен знаходитися в межах від $6 \text{ Н} \cdot \text{м}$ до $8 \text{ Н} \cdot \text{м}$ для гідровузлів об'ємом 56 см^3 і від $10 \text{ Н} \cdot \text{м}$ до $12 \text{ Н} \cdot \text{м}$ для гідровузлів об'ємом 112 см^3 . Обертання валу має бути плавним без заїдань.
- Після складання провести контроль герметичності з'єднань в гідровузлі. При повному зануренні у воду або водний розчин і подачі в дренажну порожнину гідровузла стисненого повітря під тиском $(0,35 \pm 0,05) \text{ МПа}$ протягом $0,5 \text{ хв}$ не повинні з'являтися бульбашки повітря. Всі вхідні і вихідні отвори гідровузла повинні бути герметично закриті.

На цьому процес збирання завершений і надалі вузли відправляються на проведення випробувань і до споживача.

2.5. Висновки розрахунків

1. Визначено основні параметри які необхідні для заключення відносно працездатності готового качаючого вузла. Звідси можна сказати що важливим моментом при проектуванні гідромашин є проведення розрахунків що дозволять засвідчити робото здатність.

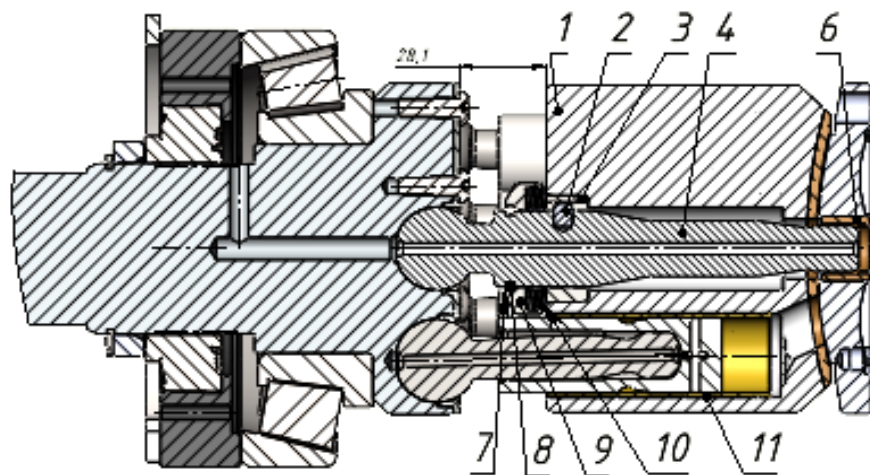
2. По виконаним перевірним розрахункам робимо висновок що конструкція придатна до введення у виробництво. При цьому тепер можна проводити проектування нової конструкції.

3. Після проектування очевидно відбуваються зміни у конструкції ротора і конструкція набуде наступного вигляду (рис. 2.12).

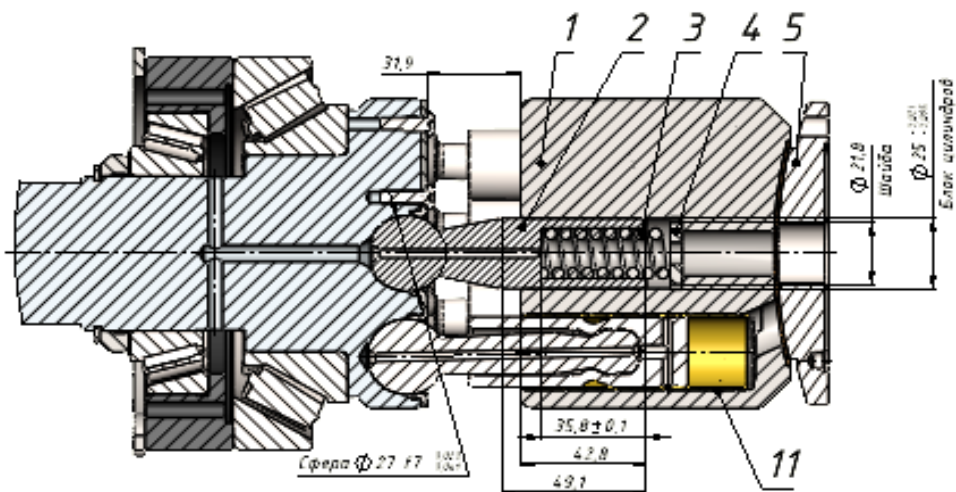
					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

Розділ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ СУПРОВІД ТЕХНІЧНОГО ПРОЕКТУ

Проведений перевірний розрахунок дозволив провести проектування гідромашини для серії. Як було наведено вище елементи були запозичені на основі елементів конструкції серії PBF/MBF20. Звідси проводимо порівняння конструкцій на основі спроектованих. При цьому слід зазначити що проектування відбувалося на основі робочого об'єму 56 см³.



а)



б)

Рис.3.1. Конструкції реалізації підтиску: а) наявна, б) нова.

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		37

Таблиця 3.1. Порівняння вузлів старої та нової конструкції

№ п/п	Наявна конструкція	Кіл.	Нова конструкція	Кіл.
	Найменування		Найменування	
1	Блок циліндрів	1	Блок циліндрів (змінюється центральний отвір)	1
2	Штифт	1	Палець	1
3	Втулка фіксуюча під пружину	1	Пружина кручена	1
4	Шип	1	Шайба опорна	1
5	Розподільний золотник	1	Розп. зол. (без центральної фіксуючої втулки)	1
6	Втулка центральна під шип	1		
7	Шайба регулююча	2		
8	Півкільце	2		
9	Втулка зовнішня фіксуюча	1		
10	Пружина тарілчаста	4		
11	Втулка блока	7	Втулка блока	7
	Кількість деталей	Кіл.	Кількість деталей	Кіл.
Всього	11	22	6	12
	деталі що змінюються			3
	деталі що використовуються в серії PBF/MBF20			9
	деталі що анулюються	6		

3.1. Введення конструкції у виробництво.

Для введення у виробництво даної конструкції – необхідно пройти наступні етапи:

- 1) Проведення конструкторської розробки – все що стосується розрахунків і проектування;
- 2) Технологічне пропрацювання – документація, що стосується нової конструкції направляється на пропрацювання відділу головного

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

технолога для розробки технологічного процесу, замовлення необхідних інструментів і оснастки;

3) Виготовлення експериментальних зразків деталей. Важливим у цьому етапі є контроль ключових параметрів деталей. Збирання вузлів нової конструкції.

4) Виконання функціональних випробувань для того, щоб засвідчити роботу здатність конструкції.

5) Проведення ресурсних випробувань – випробування що проводяться впродовж значного часу для дослідження зносу вузла з часом. Режими таких випробувань формуються відповідно до стандартів підприємств, оскільки час на введення конструкції в умови виробництва обмежений.

6) Після проведення ресурсних випробувань експериментальні вузли прямують на повторні функціональні випробування, що необхідно для реєстрації змін у продуктивності вузла.

7) Далі зразок проходить процедуру розбору для контролю стану деталей. Особливо якщо повторні функціональні випробування показали зниження продуктивності. При розборі повинні бути присутні конструктор і технолог, які засвідчать стан деталей.

8) Ключові для випробуваної реалізації деталі прямують на повторне вимірювання і перевірку фізичних властивостей (прикладом може слугувати перевірка товщини азотованого шару).

9) При необхідності та відхиленнях зразку від заданих технічних характеристик – складається звіт та висновок про введення або доопрацювання конструкції.

10) Якщо конструкція визнана придатною:

a. Відбувається введення остаточних змін у конструкторську та технологічну документацію.

b. Конструкція залежно від значимості змін може пройти додаткові випробування у користувача.

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

с. Конструкція остаточно приймається у виробництво.

11) Якщо конструкція показала втрату продуктивності – відбувається коригування, та доопрацювання технологічної і конструкторської документації та повторне проходження всіх зазначених етапів до тих пір поки конструкція не буде демонструвати необхідні характеристики.

Наведена послідовність змінюється від підприємства до підприємства, але загальна структура має саме такий вигляд.

Конструкція що розглядається в цьому дипломному проекті – вже проведена у виробництво на момент написання. І у зв'язку з цим далі буде наведено огляд і спостереження під час введення.

3.2. Конструкторський супровід

Оскільки більша частина конструкції зберегла початковий вигляд – головною задачею є освоєння виробництва деталей пальця, блока циліндрів і шайби.

Під супроводом конструктора було виготовлено необхідні деталі (рис. 3.2) і додатково проведено перевірку п'ятна контакту в парі тертя вал-палець на «синьку» (рис. 3.3). При цьому додатково проведені попередні обміри деталей (рис. 3.4). Перед проведенням випробувань не відповідностей не знайдено, всі обміри що були проведені відповідають значенням що вимагає КД.

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		



а)

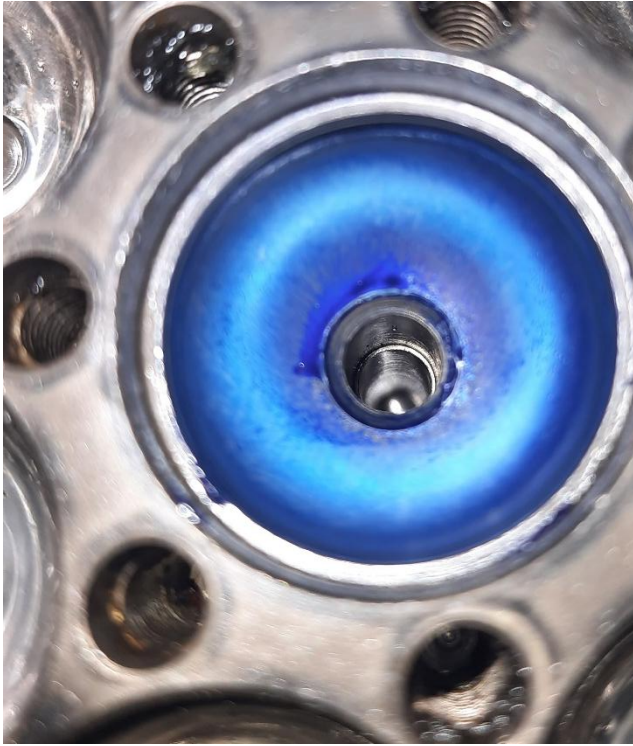


б)



в)

Рис. 3.2. Виготовлені деталі: а) блок циліндрів(а саме змінений центр. отвір); б) палець; в) решта деталей ротора.

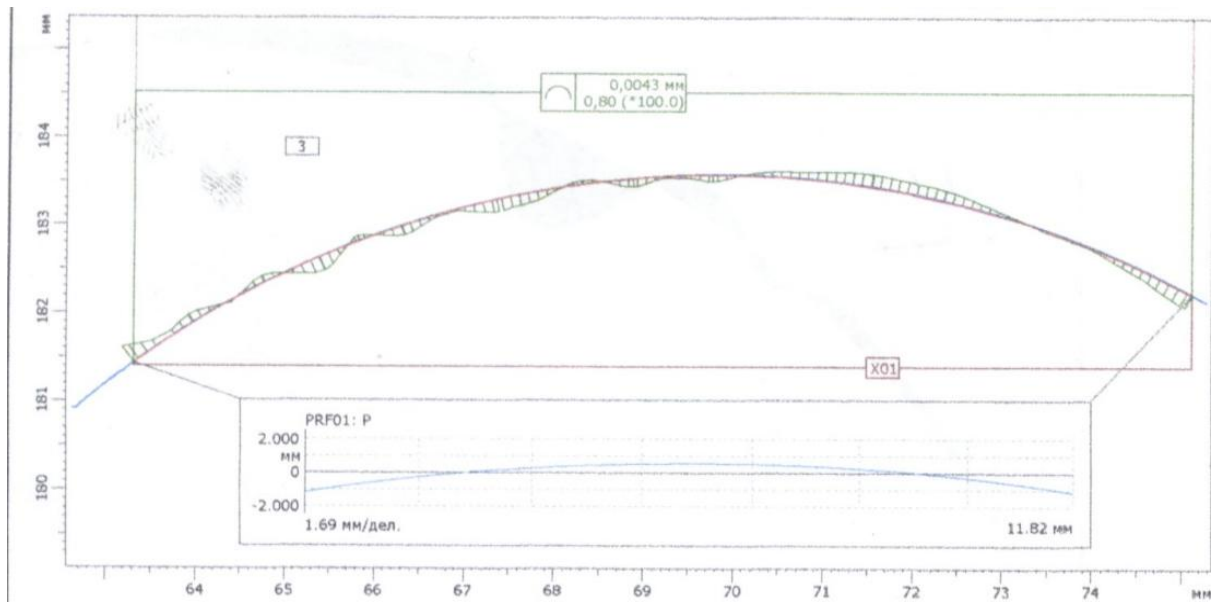


а)

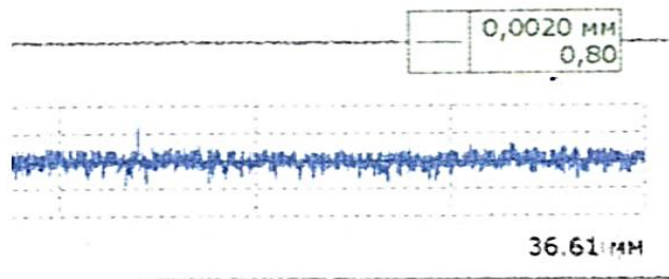


б)

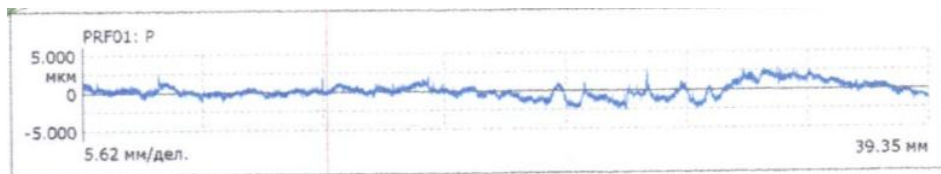
Рис. 3.3. Перевірка п'ятна контакту: а) вал; б) палець.



а)



б)



в)

- Рис. 3.4. Обміри деталей: а) обмір профілю сфери плунжера;
 б) обмір прямолінійності центрального отвору блоку циліндрів;
 в) обмір прямолінійності циліндричної поверхні пальця

Надалі було проведено функціональні випробування для попереднього порівняння результатів з необхідними характеристиками(таблиця 3.1). Після

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

цього зразки були направлені на ресурсні випробування під час проходження яких виходу з ладу виявлено не було.

Далі зразок був направлений на повторні випробування, на яких не було помічено суттєвих відхилень від технічної характеристики гідромотора (таблиця 3.3), після чого було проведене розбирання вузла.

Таблиця 3.2. Випробування до проведення ресурсних випробувань.

№ п/п	Оберти	Тиск	Подача	Витоки	ККД об'ємний	Подача	Витоки	ККД об'ємний
	п, об/мин	Р, бар	Q, л/мин	Qут, л/мин		Q, л/мин	Qут, л/мин	
			Оберти вправо			Оберти вліво		
1. Випробування гідромотору, п = 1800 об/мин								
1	1800	50	101	0	1,00	97,7	0	0,97
2		150	100,8	0	1,00	97,2	1,3	0,96
3		250	100,3	0	1,00	96	2,1	0,95
4		350	98,7	0	0,98	94,6	3,8	0,94
2. п = 2200 об/мин								
1	2200	50	121,6	0	0,99	117,6	0	0,95
2		150	121,2	0	0,98	116,7	1,4	0,95
3		250	119,8	0	0,97	115,7	2,9	0,94
4		350	117,5	1,5	0,95	112,4	4,8	0,91

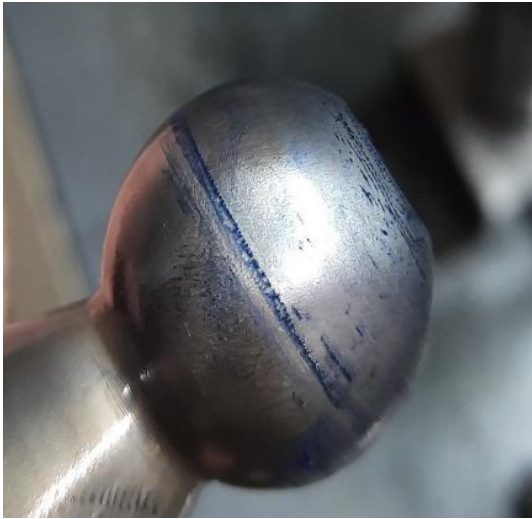

Таблиця 3.3. Таблиця випробувань гідромотору після проведення ресурсних випробувань.

№ п/п	Оберти	Тиск	Подача	Витоки	ККД об'ємний	Подача	Витоки	ККД об'ємний
	n, об/мин	P, бар	Q, л/мин	Q _{ут} , л/мин		Q, л/мин	Q _{ут} , л/мин	
			Оберти вправо			Оберти вліво		
1. Випробування мотору, n = 1800 об/хв								
1	1800	50	100,8	0,10	1,000	100,4	0,10	0,996
2		150	100,7	0,10	0,999	100,2	0,10	0,994
3		250	100,6	0,10	0,998	99,8	0,10	0,990
4		350	99,8	0,90	0,990	98,90	1,20	0,981
2. n = 2200 об/хв								
1	2200	50	122	0,1	0,990	120,4	0,1	0,977
2		150	121,3	0,1	0,985	120,3	0,2	0,976
3		250	120,4	1,4	0,977	119,8	0,6	0,972
4		350	119,3	2,5	0,968	118,6	1,9	0,963


Проте після проведення розбирання було виявлено декілька слідів зносу, що можуть свідчити про можливе зниження надійності при тривалішій експлуатації, тому прийнято рішення про доопрацювання технологічного процесу.

Таблиця 3.4. Дефекти пальця

№	Фотографія дефекту	Опис
---	--------------------	------


1		Нерівномірне п'ятно контакту.
2		Пригар на сфері пальця
3		Кільцевий слід на циліндричній поверхні пальця

Таблиця 3.5. Дефекти блока циліндрів

№	Фотографія дефекту	Опис
1		Затертість на центральному отворі.

Таблиця 3.6. Дефекти вала

№	Фотографія дефекту	Опис
---	--------------------	------

1		Затертість на сфері вала
---	---	--------------------------

Кожен з зазначених дефектів в довгостроковій перспективі може негативно вплинути на подальшу роботу вузла, саме тому були додатково проведені обміри дефектів деталей.

Було виявлено що дефекти сфери пальця(1, 2) і вала виникли з тієї причини що на сфері пальця було допущено суттєвий заріз (рис. 3.6), який було виявлено тільки після додаткового полірування зразка. Цей заріз значно збільшує перепад профілю сфери (рис. 3.7), що в свою чергу привело до підвищеного зносу сфери вала.

В подальшому виготовленню пальців дефект було усунене за рахунок доопрацювання технологічного процесу.

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		



Рис. 3.6. Заріз на сфері пальця

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

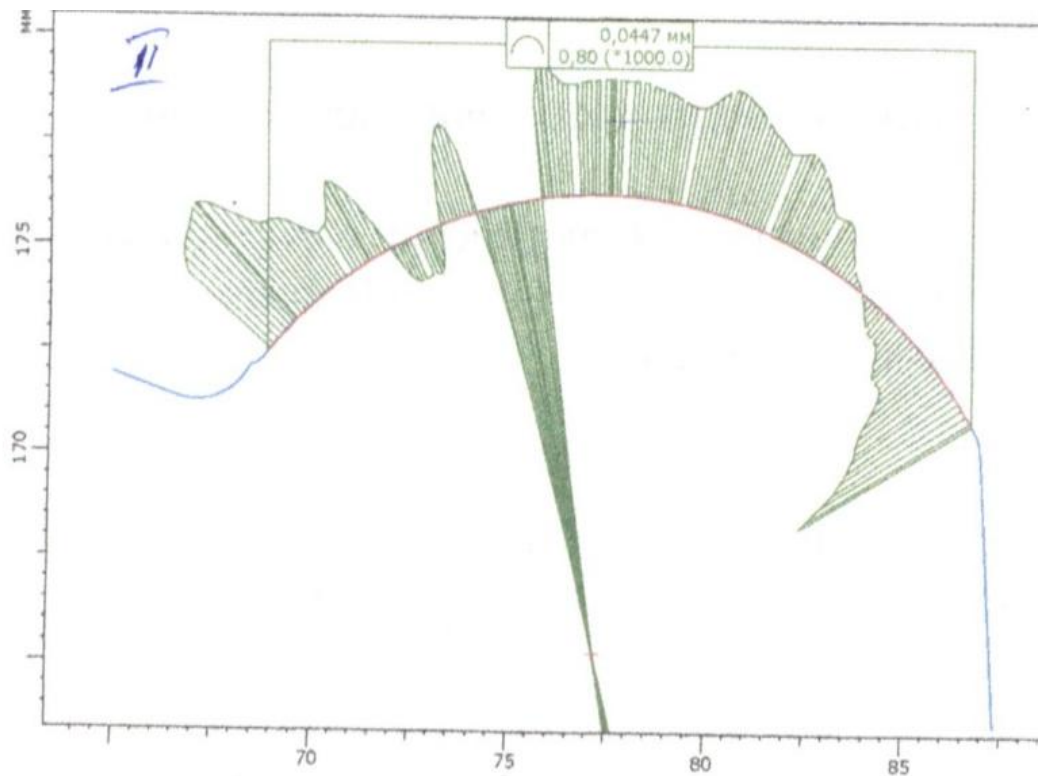


Рис. 3.7. Вимір профіля сфери пальця.

Стосовно ж недоліків прямолінійності, що були виявлені після ресурсних випробувань (табл. 3.4) було виявлено що

Також одним із дефектів що можуть вплинути на працездатність є виявлене в процесі ресурсних випробувань – є завищене зусилля пружини що використовувалась в експериментальних зразках. Виявлений дефект був завдяки сліду що залишив розподільник на кришці вузла (рис. 3.8), очевидно що залишений слід є нічим іншим як стирання поверхневого шару азотування розподільника, що виник у наслідку перевищення зусилля пружини що була застосована у даних вузлах. Рішенням для усунення дефекту є додатковий контроль наявних пружин на зусилля для запобігання можливому зниженню надійності вузла.



Слід від підтиску

Рис. 3.8. Залишковий слід від розподільника

Після виявлення дефектів – було проведене допрацювання технологічного процесу та зіставлений перелік вимог до відділу контролю якості і у послідуючих вузлах подібних дефектів виявлено не було.

3.3. Висновок конструкторського супроводу

Підсумовуючи наведене в цьому розділі можна сказати що конструкторський супровід є важливою частиною роботи над введенням у виробництво та експлуатацію нових розробок. Саме завдяки конструкторському супроводу можливо заздалегідь виявити та усунути можливі причини відмови готової продукції.

Також була наведена структура введення нових конструкцій. Важливим для конструктора є вміння ввести у виробництво конструкцію з найбільш раціональним та економічно доцільним переліком нововведень, адже при втіленні у виробництво розробок не останню чергу займає саме робота над раціоналізацією виготовлення.

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

Розділ 4. ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

Розділ технологій машинобудування включає в себе послідовність дій та підбір інструментів, які необхідні для виробництва деталі з дипломного проекту.

Для цієї дипломної роботи найважливішою зміною у конструкції буде введення деталі пальця. Тоді у розділі технологій машинобудування буде роздивлятися саме складання технологічного процесу для виготовлення цієї деталі.

4.1. Опис деталі що буде проектуватися

Палець є основним нововведенням даної конструкції. Тому розгляд даної деталі з точки зору технологій машинобудування є необхідним для безвідмовної роботи гідромашини.

Ця деталь має вільно переміщуватись у парах тертя вал-палець і блок циліндрів-палець. При цьому після фіксації пальця у валі сепаратором рухливість не має втрачатись.

Особливої уваги для цієї деталі потребують наступні поверхні:

1. Сферична поверхня, яка входить до пари тертя вал-палець та сепаратор-палець. Дана поверхня потребує особливої уваги до допусків круглості (0,005) і радіального биття (0,02). При не витримці цих допусків можливий клин пальця при роботі вузла, що призведе до зношення пальця. Шорсткість на цій поверхні допускається максимально Ra0,16, щоб зменшити тертя у парі вал-палець.

2. Циліндрична поверхня, яка є контактною для пари тертя блок циліндрів-палець. Для цієї поверхні найбільш важливим є витримати допуск циліндричності в межах 0,005 та значення шорсткості в межах Ra0,25, для плавного та рівномірного руху пальця у блоці циліндрів.

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

3. Плоска поверхня що слугує упором для крученої пружини. виконання цієї поверхні є загалом менш відповідальним для виробництва, головним для даної поверхні є витримати перпендикулярність відносно циліндричної поверхні 2, щоб запобігти перекосу та клину пружини у пальці. Шорсткість можна залишити без допрацювання.

4. Циліндричний отвір що слугує для додаткового змащення поверхні сфери для полегшення тертя. Головним для даної поверхні є не допустити зміщення сверла щоб при виході отвір не заходив на сферу 1. Звідси значення співвісності бажано не менше R0,55.

4.2. Розробка технологічного процесу

Для виготовлення деталі було обрано прокат циліндричний сталі 38Х2МЮА [4] по ГОСТ 4543-71.

Послідовність виробництва пальця наведена далі:

1. При потраплянні прокату на фірму – проводимо вхідний контроль на наявність дефектів.

Не допускаються окалини, тріщини, крихкість, у разі виявлення не можна допускати прокат до виробництва оскільки це може викликати відмову у готовому виробі.

2. Прокат доставляють на стрічково відрізний верстат. Заготовки нарізаються з врахуванням чорнових припусків на торцях.

Нарізання деталей проводять стрічковою пилою оскільки це дозволить збільшити кількість деталей які можуть бути виготовленні з одного метру прокату.

3. Заготовки доставляються на токарну обробку. На цьому етапі деталь поступово обробляється по зовнішньому профілю. Спочатку відбувається чорнова обробка по зовнішній циліндричній поверхні 1.

Під час цього етапу зовнішня циліндрична поверхня набуває необхідного діаметру з урахуванням чорнового припуску (рис. 4.2).

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

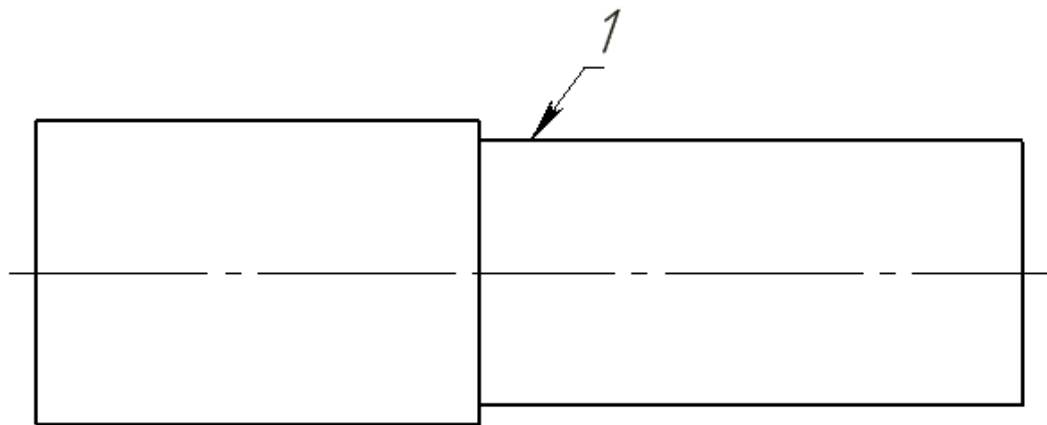


Рис. 4.2 Обробка зовнішньої циліндричної поверхні 1

4. Після перехвату заготовки, відбувається формування сфери 2 і ухилу пальця 3 (рис. 4.3).

Перехват деталі відбувається автоматизовано для збільшення точності фінального виробу, поверхнею захвату є поверхня 1.

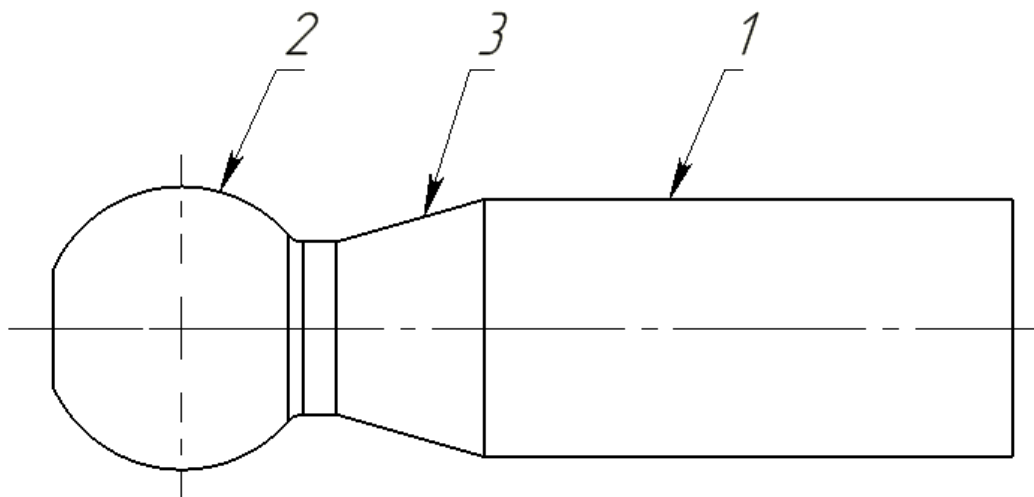


Рис. 4.2 Обробка формування сфери і ухилу пальця

5. Далі заготовка прямує на промивку для запобігання наявності стружки при подальшій обробці.
6. Після промивки заготовки прямують на горизонтально свердлильний верстат для виготовлення внутрішніх повздовжніх отворів, першим виготовляється отвір під пружину 4 для всієї партії щоб заощадити час на зміні ріжучого інструменту.

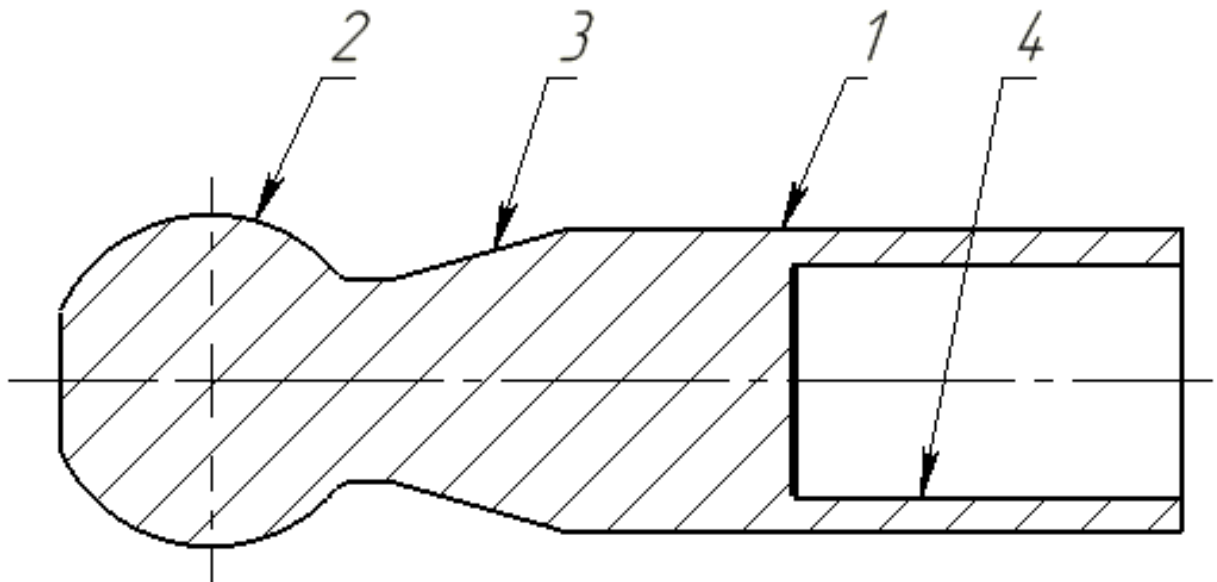


Рис. 4.3. Обробка формування сфери і ухилу пальця

7. Далі після заміни свердла відбувається свердлення повздовжнього отвору 5 для змащення.

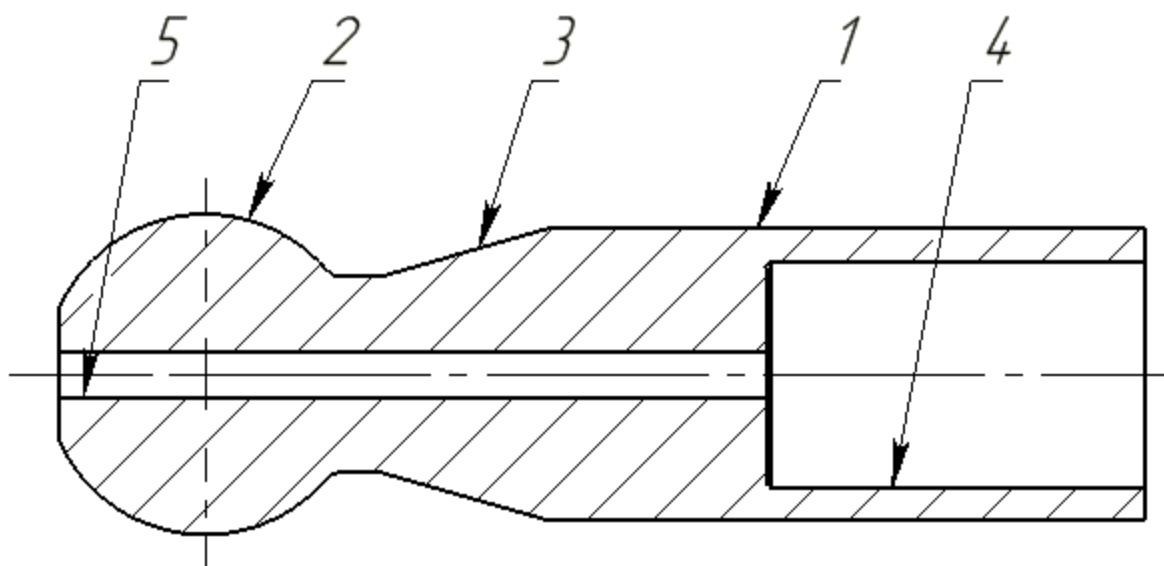


Рис. 4.4. Обробка повздовжнього отвору для змащення

8. Після закінчення робіт деталі прямують на слюсарну обробку. Під час цього етапу усі гострі кромки ступлюються і наносяться всі необхідні фаски, які слугують для полегшення складання та затуплення гострих кромок.

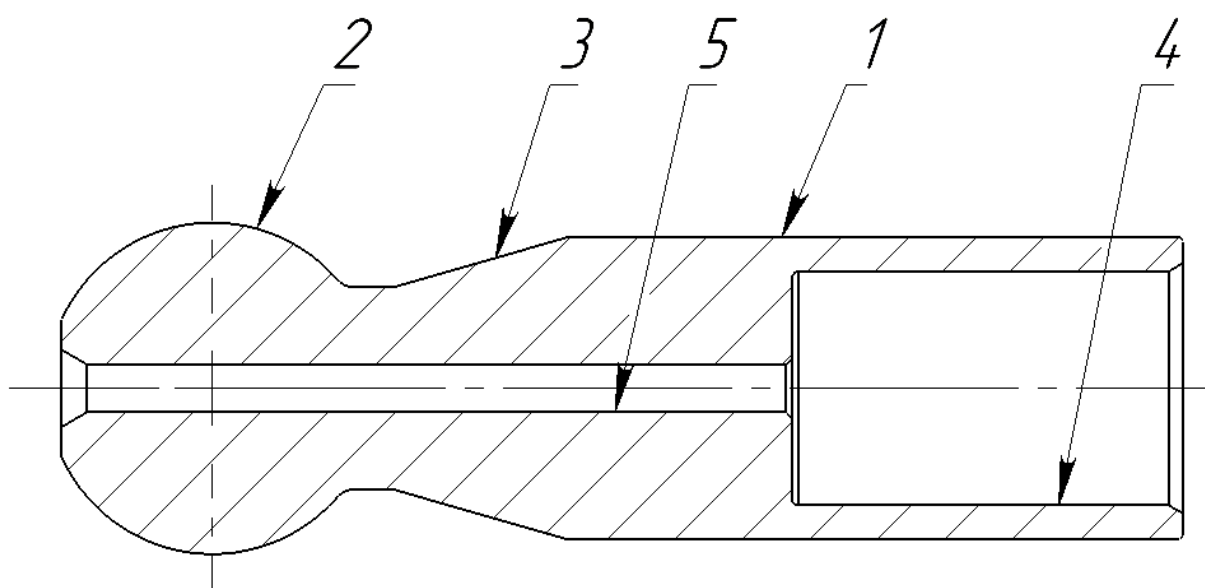


Рис. 4.5. Обробка повздовжнього отвору для змащення

9. Після слюсарної обробки відбувається промивка і деталі прямують на термообробку.

10. На термообробці проводиться покращення металу.

11. Заготовки прямують на галтування для того щоб зняти поверхневі дефекти, що могли виникнути під час покращення.

12. Галтовані заготовки прямують на промивку і повторну слюсарну обробку.

13. Надалі заготовка прямує на дообробку поверхонь суперфінішуванням і промивку.

14. Після промивки заготовки проходять термообробку азотуванням на товщину поверхневого слою $h = 0,25 \dots 0,32$, необхідна твердість при цьому сягає $>850\text{HV}5/10$ – на вказаній поверхні.

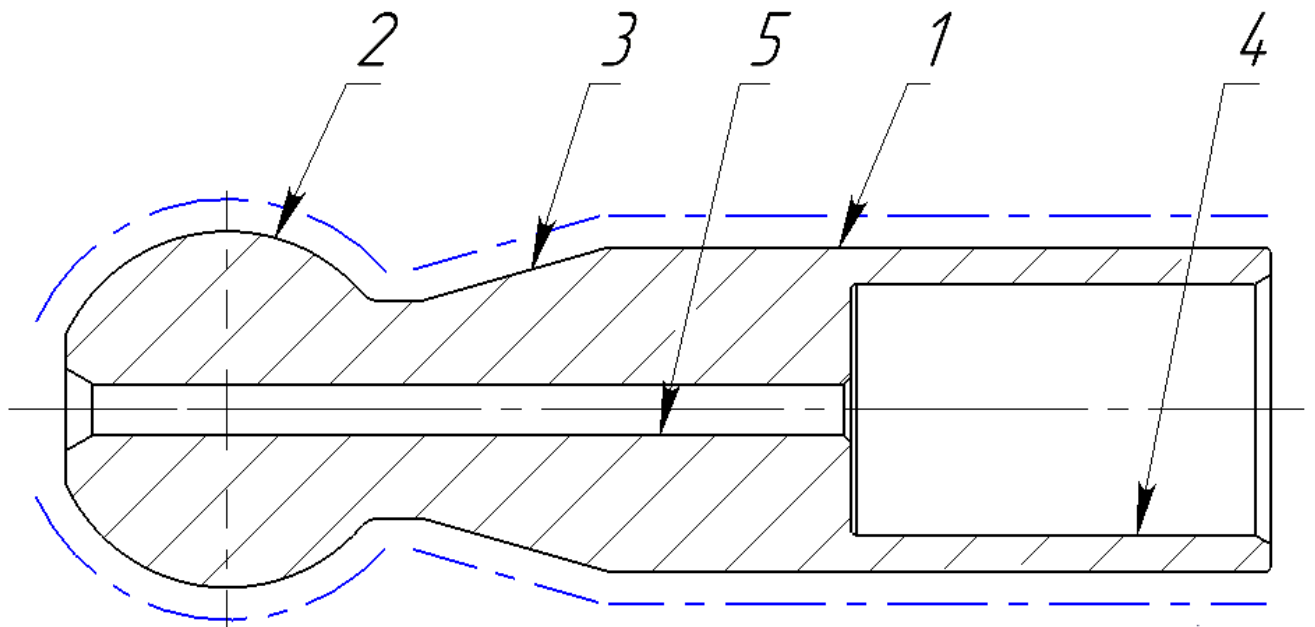


Рис. 4.6. Обробка повздовжнього отвору для змащення

15. Для зняття можливої окалини заготовка знову проходить на галтування і промивку.

16. Відбувається фінальне шліфування з фінальною промивкою.

На цьому обробка деталей завершується і далі готові деталі прямують до служби контролю якості, в якій кожна десята деталь проходить контроль за ключовими параметрами, якщо деталі не відповідають заданим характеристикам – її відправляють або на дообробку, або на відбраківку. Придатні деталі відправляються на склад для зберігання і збирання вузлів.

4.3. Можливі дефекти під час обробки

За даним технічним процесом було виготовлено експериментальну партію деталей, з якою були складені вузли для проведення випробувань. При проведенні функціональних випробувань не було виявлено відхилень від заданих характеристик, але при проведенні ресурсних випробувань було виявлено що відбувається значне зношення валу та пальця.

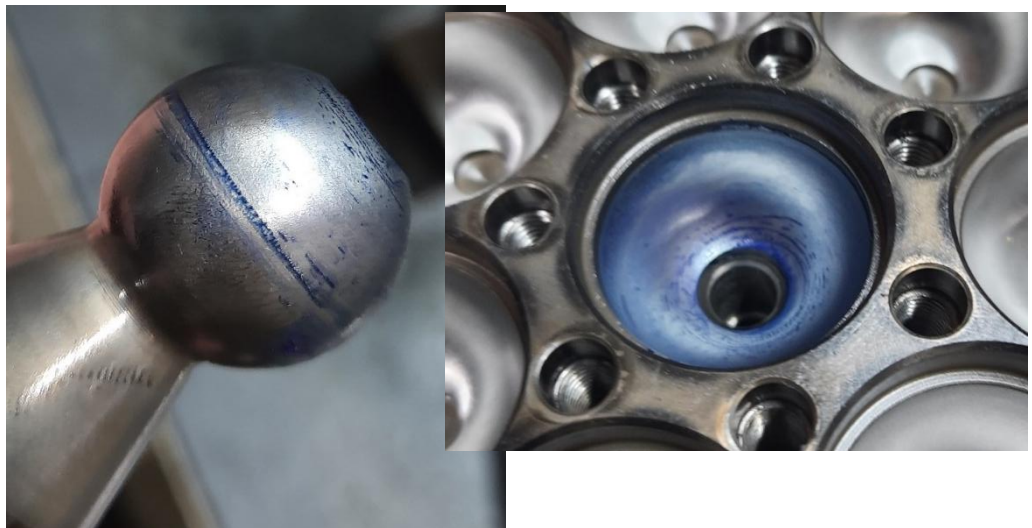


Рис. 4.7. Виявлений дефект круглості при перевірці на контактну пляму

Під час розбору було виявлено що причиною цього було не витримане значення сферичності (рис. 3.7), що не вийшло виявити при розгляді на круглість, звідси у технічну документацію по контролю якості була додана правка про необхідність вимірювання круглості по двох перерізах (рис. 3.8.).

- 1 – повздовжнє;

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

- 2 – поперечне.

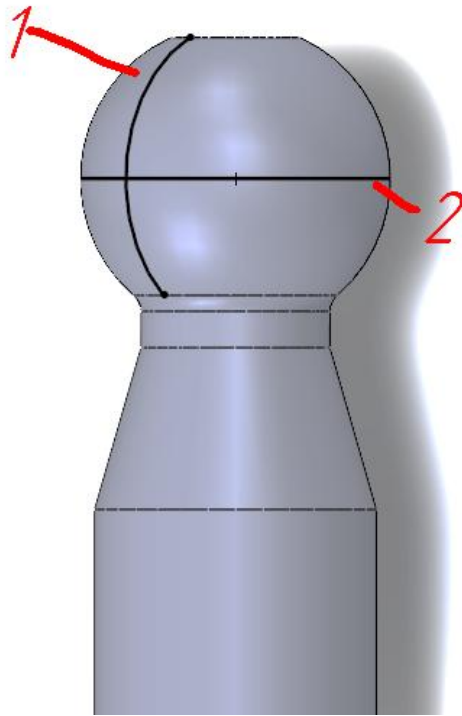


Рис. 4.8. Необхідні перерізи для вимірів на круглість

Після корекції розрахунків відбувалися додаткові ресурсні випробування і зношення не було виявлено.

4.4. Висновок по технології машинобудування

В наведеному розділі було наведено можливий технологічний процес за допомогою якого можливо виготовити ключову для даної конструкцію деталь – палець. Було наведено моменти яким слід приділити основну увагу. Та у цілому розглянуто структуру виробництва з точки зору технолога.

Розробка технологічної документації є важливою складовою сучасного виробництва адже саме це допомагає досягнути швидкого та раціонального виготовлення деталей необхідних для своєчасного виконання замовлень споживача готової продукції.

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

Розділ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Дипломний проект виконується на базі підприємства ПРАТ «Гідросила АПМ». Суттю дипломного проекту є модернізація діючої конструкції вузла аксіально-поршньової гідромашини моделі PBF/MBF10.

Відповідно робота над дипломним проектом буде включати в себе наступні види роботи:

- розгляд існуючих матеріалів по темі (робота з інтернетом та з архівом підприємства);
- процес розрахунків і проектування нової конструкції (проводиться на базі ПРАТ «Гідросила АПМ», на програмному та комп'ютерному забезпеченні підприємства);
- проведення функціональних та ресурсних випробувань (проводитимуться на базі Відділу Технічного Контролю Гідросила АПМ);
- консультації з технологами з робочого складу Відділу Головного Технолога «Гідросила АПМ»

Об'єктом дослідження на предмет охорони праці буде приміщення в якому зосереджена основна частина роботи сучасних інженерів, а саме офісу. В основному під час досліджень і проектування сучасний інженер проводить більшу частину свого робочого дня у офісі за комп'ютером з сучасним програмним забезпеченням. ПРАТ «Гідросила АПМ» - не є винятком основна частина роботи виконується у офісі Відділу Головного Конструктора, який забезпечений комп'ютерами, доступом до мережі Інтернет, необхідним пакетом програм (MathCad, Solidworks, Microsoft Office), доступом до архіву підприємства.

Основні шкідливі та небезпечні чинники:

- пожежонебезпека;
- освітлення;

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

- небезпека ураження струмом;
- мікроклімат.

5.1. Санітарно-гігієнічна характеристика приміщень

Розмір приміщення СГК складає (рис. 5.1.):

- ширина $a=10000$ мм;
- довжина $b=9000$ мм;
- висота $h=4000$ мм.

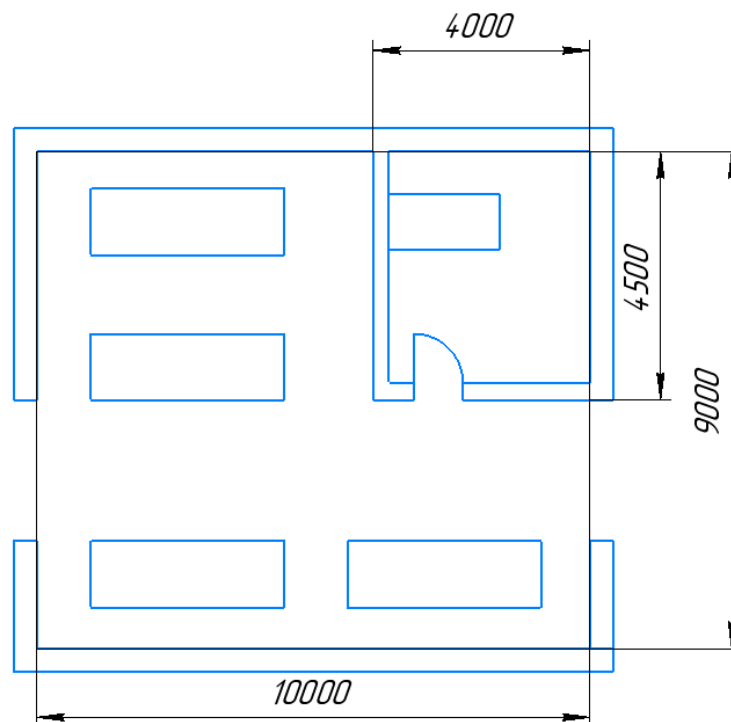


Рис. 5.1. Схема приміщення СГК

Розраховуємо значення площі та об'єму приміщення:

$$S = a \cdot b = 10000 \cdot 9000 = 90\,000\,000 \text{ мм}^2 = 90 \text{ м}^2$$

$$V = a \cdot b \cdot h = 10000 \cdot 9000 \cdot 3500 = 315\,000\,000\,000 \text{ мм}^3 = 315 \text{ м}^3$$

По санітарним нормам площа на одне робоче місце з ПК для дорослих користувачів повинна складати не менше 6.0 м^2 , а об'єм – не менше 20 м^3 .

Отже, приміщення відповідає санітарним нормам.

5.2. Мікроклімат

В наведеному приміщенні робота за персональним комп'ютером є переважаючою. Тому необхідно забезпечити необхідні параметри мікроклімату. Щоб створити їх необхідно використовується система вентиляції та провітрювання приміщення. Вентиляція приміщення досягається забезпеченням наявності системи кондиціонерів і провітрювання приміщення. Вентиляція досягається видаленням нагрітого та забрудненого повітря з приміщення подачею свіжого повітря.

Основні параметри мікроклімату:

- температура повітря;
- вологість;
- швидкість руху повітря на робочому місці.

Наведені параметри повинні відповідати вимогам зазначеним відповідними нормами що класифікуються відносно складності робіт та зазначені у таблиці 5.1.

В даному приміщенні встановлено установку штучного зволоження, термометр та загально-обмінна проточно-витяжна вентиляція.

За своєю складністю конструкторська робота (з точки зору проведення проектувань і розрахунків за персональним комп'ютером) класифікується як робота 1а. Робота за персональним комп'ютером не більше ніж 4 години на день, у сидячому положенні за робочим місцем та не потребує фізичних навантажень, не викликає фізичного напруження.

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 5.1. Значення температури та відносної вологості у приміщенні

Період року	Температура, °С			Відносна вологість, %	
	Оптимальна (не більша)	Фактична		Оптимальна	Дійсна
		Верхня межа	Нижня межа		
Холодний	22-24	23	21	40-60	57
Теплий	23-25	25	22	40-60	46

Середня температура приміщення в теплий період року дорівнює 23 °С, відносна вологість повітря 46%.

У холодний період року, середня температура складає 23°С. Значення відносної вологості дорівнює 57%.

Всі параметри мікроклімату приміщення в теплий та холодний період року знаходяться в діапазоні оптимальних значень, тому можна зробити відповідні висновки, що мікроклімат приміщення є сприятливим для роботи на ПК.

5.3. Вимоги до освітлення під час роботи

Недостатність освітлення призводить до напруги зору, ослаблену увагу, приводить до настання передчасної стомленості. Надмірно яскраве освітлення викликає засліплення, роздратування і різь в очах. Неправильний напрям світла на робочому місці може створювати різні тіні, відблиски, дезорієнтувати людину що працює. Всі ці причини можуть привести до негативного впливу на зір, його погіршення та проф. захворювань, тому настільки важливий правильний розрахунок освітлення, визначення необхідного числа світильників, їх типу і розміщення у робочому просторі. Штучне освітлення в приміщеннях для експлуатації ПК повинне

здійснюватися системою загального рівномірного освітлення. У випадках переважної роботи з документами, слід застосовувати системи комбінованого освітлення (до загального освітлення додатково встановлюються світильники місцевого освітлення, призначені для освітлення зони розташування документів).

Освітленість на поверхні столу в зоні розміщення робочого документа повинна бути 300–500лк. Освітлення не повинне створювати відблисків на поверхні екрану. Освітленість поверхні екрану не повинна бути більше 300лк.

Як джерела світла при штучному освітленні слід застосовувати переважно люмінесцентні лампи типу ЛБ і компактні люмінесцентні лампи. У світильниках місцевого освітлення допускається застосування ламп розжарювання, зокрема галогенних.

В приміщенні застосовується штучне освітлення комбіноване (місцеве і загальне) і природне освітлення бокове. Штучне освітлення виконується за допомогою електричних джерел світла-ламп розжарювання. Виходячи з цього, проведемо розрахунки освітленості нашого приміщення.

Розрахунок освітлення проводиться для кімнати площею 90 м² ширина якої-10 м, довжина - 9 м, висота- 3,5 м. Скористаємося методом світлового потоку.

Визначимо світловий потік в приміщенні і порівняємо його з допустимим, за формулою:

$$E_{\text{еф}} = \frac{F_{\text{л}} N n \eta}{S k_3 z} (5.1)$$

де $E_{\text{еф}}$ – розраховується світловий потік, Лм;

E – нормована мінімальна освітленість, Лк (визначається за таблицею).
Роботу користувача комп'ютером, відповідно до цієї таблиці, можна віднести до розряду точних робіт, отже, мінімальна освітленість буде $E=300\text{лк}$;

S – площа освітлюваного приміщення;

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

z – відношення середньої освітленості до мінімальної (звичайно приймається рівним 1,1...1,2, нехай $z = 1,1$);

N – кількість світильників (що у нашому випадку дорівнює 8 на офісне приміщення).

n - кількість ламп у світильнику (що встановлені у кількості 4 штуки на кожен світильник).

k_3 - коефіцієнт запасу, враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників у процесі експлуатації (його значення залежить від типу приміщення й характеру проведених у ньому робіт і в нашому випадку $k_3=1,5$);

η – коефіцієнт використання, (виражається відношенням світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню, до сумарного потоку всіх ламп і обчислюється в частках одиниці; залежить від характеристик світильника, розмірів приміщення, фарбування стіни стелі, які характеризуються коефіцієнтами відображення від стін (P_c) і стелі (P_{Π})), Стеля приміщення свіжопобілена $p_{cl}=80\%$, стіни мають світло сірий колір $P_{ch}=80\%$, підлога з плитки $p_{\Pi}=30\%$.

Значення η визначимо по таблиці коефіцієнтів використання різних світильників. Для цього обчислимо індекс приміщення по формулі:

$$I = \frac{S}{h(A + B)} = \frac{90}{3,5(10 + 9)} = 1,35$$

де, S – площа освітлюваного приміщення;

h – розрахункова висота підвісу(приймаємо рівною висоті приміщення);

A – ширина приміщення;

B – довжина приміщення.

Знаючи індекс приміщення можемо визначити, що $\eta = 0,72$.

Для освітлення в аудиторії встановлені люмінісцентні лампи типу Т8 (2,54см), світловий потік яких $F_{\lambda}=3400\text{Лк}$.

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

Підставимо значення у початкову формулу для визначення світлового потоку:

$$E_{\text{еф}} = \frac{F_{\text{л}} N n \eta}{S k_3 z} = \frac{3400 \cdot 8 \cdot 4 \cdot 0,72}{90 \cdot 1,5 \cdot 1,1} = \frac{78\,336}{148,5} = 527,5 \text{ Лк}$$

Отже, робимо висновок, що освітленість приміщення достатня і відповідає вимогам для роботи. Також варто зазначити що освітленість монітору персонального комп'ютера задовольняє нормам.

5.4. Електробезпека

З кожним роком зростає виробництво та споживання електроенергії, а відтак і кількість людей, які в процесі своєї життєдіяльності використовують (експлуатують) електричні пристрої та установки. Тому питання електробезпеки потребують особливої уваги.

Електробезпека – це система організаційних та технічних заходів та засобів, що направленні на забезпечення захисту від шкідливого та небезпечного впливу на безпеку та життя людини – електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики, та інших електричних явищ.

В приміщення одночасно експлуатується і обслуговується 8 персональних комп'ютерів, у доступному місці встановлюється аварійний резервний вимикач та електричний щит з запобіжником, що може повністю виключити електричний струм приміщення, крім освітлення. Заземлення електричного щита виконано із заземленою нейтраллю, а розетки лабораторії виконані з захисним зануленням.

Крім того, кожен ПК в приміщенні аудиторії на випадок перенавантаження електричної мережі, підключений в розетку з окремим запобіжником виключення.

Для підключення іншої переносної електроапаратури використовуються гнучкі проводи в надійній ізоляції, також з додатковим

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						66
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

запобіжником вимикання, також електропроводка від переносних приладів до джерел живлення виконується найкоротшим шляхом без заплутування проводів у приладів і біля меблів.

Приміщення відповідає ДНАОП 1.1.10-1.01-2000 «Про затвердження Правил безпечної експлуатації електроустановок» нормам електробезпеки за правилами улаштування електроустановок та є придатним і цілком безпечним для роботи.

5.5. Пожежна безпека

Приміщення, в яких встановлені ПК та інша техніка, по пожежній небезпеці відносяться до категорії В, і повинні задовольняти вимогам по запобіганню і гасінню пожежі по, з обов'язковою наявністю телефонного зв'язку і пожежної сигналізації.

Меблі в приміщенні лабораторії із МДФ, дверні та віконні переплети із металопластика, корпусах ПК і приладів із металу та полімерних матеріалів. По вибуху і пожежо-небезпечності приміщення відноситься до категорії В.

Будівля відповідає II степені вогнестійкості, що потребує від будівельників конструкції норм вогнестійкості (часу опору вогню):

- Несучі стіни, стіни сходових кліток і колони – 2 год.
- сходові клітки, сходи, балки і марші у сходових клітках – 1 год.
- зовнішні стіни навісних панелей – 0,25 год.
- внутрішні і зовнішні стіни – 0,25 год.
- плити, настили та інші несучі конструкції – 0.25 год.

Приміщення відноситься до категорії В – горючі та важко горючі та важко горючі тверді речовини і матеріали. В приміщенні повинні знаходитись 2 вуглекислотних вогнегасники, об'єм яких розрахований на ліквідацію пожежі у приміщенні площею 40 квадратних метрів, що цілком буде задовольняти нормам пожежної безпеки, стосовно нашого приміщення.

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						67
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

Перелік документів за якими дотримується протипожежний захист у лабораторії:

1. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.
2. НАПБ А.01.001-2014 Правила пожежної безпеки в Україні.
3. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги

Необхідний час евакуації – 3 хвилини. Евакуацію необхідно проводити швидко і без паніки.

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						68
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК ПО РОБОТІ

В ході роботи було проаналізовано та введено в експлуатацію нову конструкцію ротора аксіально-поршньової гідромашини на базі підприємства ПрАТ «Гідросила АПМ». Підприємством була поставлена задача у короткий строк проаналізувати, розробити, виготовити і ввести у експлуатацію оновлену конструкцію механічного підтиску ротора аксіально-поршньової гідромашини з похилим блоком циліндрів.

У ході аналізу існуючих конструкцій було порівняно різні види реалізацій механічного підтиску. На основі огляду конструкцій було обрано реалізацію з використанням кручених пружин, як більш надійних, що дозволить суттєво підвищити строк роботи гідромашини у цілому і підвищить раціональність виготовлення вузла за рахунок зменшення загальної кількості деталей.

Після вибору конструкцій було проведено розрахунок основних значень що є необхідними для виготовлення вузла. І розроблено відповідну конструкторську та технологічну документацію. Що дозволило виготовити робочі зразки.

Було розглянуто також процес введення в експлуатацію виробу. Було проведено серію випробувань – функціональних і ресурсних, після яких провели розбирання гідравлічного вузла, з ціллю дослідження дефектів набутих в процесі ресурсних випробувань. Дані були проаналізовані і з їх допомогою було зроблено висновок про працездатність вузла.

У складі графічних матеріалів було наведено складальне креслення, деталювання, графічну частину інструкції до збирання, принципова гідравлічна схема для випробування у складі гідростатичної трансмісії і загальний оглядний плакат дипломного проекту.

Звідси робимо висновок про виконання поставлених на початку задач.

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
						69
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ВЫСОКОДИНАМИЧНЫХ АКСИАЛЬНО-ПОРШНЕВЫХ ГИДРОМАШИН //Вестник Брянского государственного технического университета.–2016.–С.9.
2. Башта Т.М. Объемные насосы и гидравлические двигатели гидросистем: учебник для студ. вузов, обуч. по специальности "Гидро-пневмоавтоматика и гидропривод"/Трифон Максимович Башта.– Москва, 1974.–605с.
3. Аврунин Г.А. ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ ОТКАЗОВ В ОБЪЕМНЫХ ГИДРОПРИВОДАХ /Г.А.Аврунин, И.Г.Пимонов. //Промислова Гідравліка і Пневматика.–2015.–С.12.
4. Гуляев А. П. ПРОКАТ ИЗ ЛЕГИРОВАННОЙ КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ [Электронный ресурс] / А. П. Гуляев. – 1973. – Режим доступа до ресурсу: <https://docs.cntd.ru/document/1200005485>.
5. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы :учебник для вузов /[Т. М. Башта и др.].2-е изд., перераб. – Москва : Машиностроение, 1982. – 423 с.
6. Конструирование пружин Р. С. Курендаш К.-М.: Машгиз, 1958., 108 с.
7. Фролов К. В. Теория механизмов и механика машин: учебник для вузов / К. В. Фролов., 2008. – 640 с. – (3-е издание).
8. Воронов С.А. , Гаврилова В.С. Повышение надежности высокочастотных аксиально-поршневых гидромашин // Вестник Брянского государственного технического университета.–2016.–№4(52).– С.170-178 –Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-nadyozhnosti-vysokodinamichnyh-aksialno-porshnevyh-gidromashin/viewer>
9. Аврунин Г.А., Назаров Л.В., Мазничко В.А. Современные регуляторы измерения объема гидромашин / Збірник наукових праць

					ДПМА 7104.000.000.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		70

