

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ПГМ
Ковальов І.О.
« ____ » _____ 2020 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему

Розробка нерегульованого аксіально-поршневого насоса
з похилим диском

зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» (освітня програма «Гідрав-
лічні машини, гідроприводи та гідропневмоавтоматика»)

Виконавець роботи

(підпис)

Ганаєм Лоаі Талат Махмуд

(прізвище, ініціали)

Керівник

(підпис)

Кулініч С. П.

(прізвище, ініціали)

Суми 2020

Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра прикладної гідрааеромеханіки
освітня програма “Гідравлічні машини, гідроприводи та гідропневмоавтоматика”
зі спеціальності 131 “Прикладна механіка”

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедрою ПГМ
_____ І.О.Ковальов
« ____ » _____ 2020р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра студентові
Ганаєм Лоаі Талат Махмуд

(прізвище, ім'я, по батькові)

1.Тема роботи: Розробка нерегульованого аксіально-поршневого насоса з похилим диском

затверджена наказом по університету від" ____ р. № _____

2.Термін задачі студентом закінченої роботи 10.06.2020 р.

3.Вихідні дані до роботи: робочий об'єм насоса 100 см^3 , частота обертання валу насосу $n = 2500 \text{ об/хв}$; число циліндрів $z = 9$, тиск насосу $p_n = 32 \text{ МПа}$; кут нахилу блоку циліндрів $\gamma = 20^\circ$

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно вирішити)

Опис конструкція і принципу дії аксіально-поршневого насосу

Розрахунок і конструювання аксіально-поршневого насосу

Розрахунки на міцність деталей та вузлів насосу

Технологія виробництва блоку циліндрів

Поняття, склад та структура основних виробничих фондів підприємства

Захист від вібрації

5.Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Складальне креслення насосу, робочі креслення деталей та вузлів насосу, всього 4 аркуші формату А1

2. Консультанти по роботі із зазначенням розділів роботи*

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

* призначаються при необхідності рішенням кафедри за поданням керівника роботи

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Найменування етапів роботи	Термін виконання	Примітка
1	Опис конструкція і принципу дії аксіально-поршневого насосу	27.04.2020	
2	Розрахунок і конструювання аксіально-поршневого насосу	05.05.2020	
3	Розробка конструкції насосу	10. 05.2020	
4	Розрахунки на міцність деталей та вузлів насосу	15. 05.2020	
5	Технологія виробництва блоку циліндрів	20. 05.2020	
6	Поняття, склад та структура основних виробничих фондів підприємства	25. 05.2020	
7	Захист від вібрації	31. 05.2020	
8	Розробка конструкції деталей та вузлів насосу	05. 06.2020	
9	Оформлення РПЗ	10.06.2020	

7. Дата видачі завдання

«6» квітня 2020р.

Студент-

(підпис)

Керівник роботи

(підпис)

Кулініч С.П.

(Прізвище, ініціали)

Реферат

Пояснювальна записка: 49 с., 2 табл., 6 рис., 11 джерел.

Графічний матеріал: 4 аркуші формату А1.

Об'єкт розробки: нерегульований аксіально-поршневий насос з похилим диском.

Мета: розробка насосу, який забезпечує високий тиск, але працює при малих габаритах.

Підібрані стандартні вироби. Розроблена конструкція насосу. Виконані гідравлічні розрахунки, проведені розрахунки на міцність. Розроблений технологічний процес виготовлення блоку циліндрів.

Ключові слова: НАСОС, ГІДРОПРИВІД, ПОРШЕНЬ, РОЗПОДІЛЬНИК, ГІДРОЦИЛІНДР, ШАТУН, БЛОК ЦИЛІНДРІВ, РОБОЧА РІДИНА.

Технічне завдання

Реферат

Вступ.....	5
1 Конструкція та принцип дії аксіально-поршневого насоса.....	8
2 Розрахунок і конструювання аксіально-поршневого насоса.....	12
2.1 Розрахунок блока циліндрів аксіально-поршневого насоса	12
2.2 Розрахунок каналів і вікон блоку циліндрів	19
2.3 Розрахунок торцевого розподільника	22
2.4 Сили, що діють на блок та розподільник	22
3 Розрахунки на міцність.....	24
3.1 Розрахунок блоку циліндрів	24
3.2 Розрахунок сил, що діють на поршні	25
3.3 Розрахунок на міцність поршневої групи	26
3.4 Розрахунок вала.....	30
3.5 Підбір підшипників.....	31
4 Поняття, склад та структура основних виробничих фондів підприємства	35
5. Захист від вібрації	39
6 Технологія виготовлення блоку циліндрів	43
Висновки.....	48
Список літератури.....	49

Підпись и дата	Инов. № дубл.	Взам. инв. №	Підпись и дата	6.131.03.ВР.000.00ПЗ				
				Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инов. № подл.	Разраб.	Ганаєм Лоаі	Талат Махмуд	Насос аксіально-поршневий з похилим диском Пояснювальна записка	Лит.	Лист	Листов	
	Провер.	Кулініч.			ВР	4	49	
	Нач. бюро				СумДУ ГМ-61			
	Н. контр.	Алексєенко						
	Утв.							

Вступ [1]

Роторна аксіально-поршнева гідромашина – це гідромашина, в котрій робочі камери обертаються відносно осі ротора, а осі поршня або плунжерів паралельні осі обертання чи складають із нею кут менше 45° . Насоси та гідромотори із аксіальним або близькому до аксіального роз положення циліндрів, є найбільш розповсюдженими в гідравлічних системах (гідроприводах). За числом різновидностей конструктивного виконання вони у велику кількість разів краще за багато інших типів гідромашин.

Ці насоси і отримали широке використання ще в кінці минулого століття на флоті багатьох країн (Росія, Англія, США, Японія), причому використовувались вони для виконання найбільш відповідальних функцій як наприклад керування кораблем та його озброєністю.

Вони володіють найкращими із всіх гідромашин габаритними та ваговими характеристиками, а відрізняються компактністю, високим ККД, можна використовувати для роботи при високих частотах обертання та високих тисках, володіють відносно малою інертністю, а також прості за конструкцією.

Особливо слід відмітити їх високу енергоємність на одиницю ваги (питома вага). В залежності від конструкції та величини робочого тиску питома вага регульованих насосів із ручним керуванням подачею знаходяться в межах 30 – 100 Н/кВт (більше значення відноситься до насосів, що працюють на більш високих тисках). В насосах із високої частотою обертання ($n=20000$ об/хв) енергоємність досягає 120 Н/кВт. Вага нерегульованих насосів рівна потужності менше регульованих у 2 рази; відповідно питома вага (тобто та, що приходить на одиницю потужності) нерегульованих насосів знаходиться 15 – 50 Н/кВт. Вагова перевага насосів цього типу у порівнянні із електродвигуном складає від ~ 80 раз для малої до ~ 12 раз для більшої потужності.

Особливістю розглянутих машин є відносно малий момент інерції частин, що обертаються, що має велике значення при використанні їх у якості насосів. Ма-

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата		
Изм Лист				№ докум.	Подп.	Дата
6.131.03. ВР.000.00ПЗ						5

хові маси аксіально-поршневого насосу із потужністю 200 л.с складають менше 1/10 махових мас електродвигуна такої ж самої потужності. Маховий момент насосу потужністю 80 кВт дорівнює при частоті обертання $n = 1500 \text{ об/хв}$ лише 0,5 Н/см², замість 31 Н/см² для трифазного електродвигуна такої ж потужності у частоті обертання, тобто в 62 рази менше, ніж маховий момент електродвигуна. Важливим параметром для багатьох випадків застосування є також прийомистість (швидка дія) насоса при регулюванні подачі. Зміна подачі від нульової до максимальної здійснюється в деяких випадках цих насосів за 0,04с та від максимальної до нульової – за 0.02с.

Найбільш розповсюджене число циліндрів в аксіально-поршневих машинах це 7 – 9, діаметри циліндрів гідромашин (насосів, насосів) зазвичай знаходяться в межах від 10 до 50 мм, а робочі об'єми машин – в межах від 5 до 1000 см³. Максимальний кут між осями циліндрового блоку та нахильної шайби зазвичай дорівнює в насосах 20° та 30° в насосах.

Частота обертання насосів загальномашинобудівного застосування середньої потужності дорівнює 1000 – 2000 об/хм; частота обертання насосів може бути вища у 1,5 рази, ніж у насосів тієї ж потужності та конструкції. Частота обертання подібних насосів в авіаційних гідросистемах зазвичай дорівнює 3000 – 4000 об/хв, але в окремих випадках застосовують насоси із значно вищою частотою обертання. За даними іноземних друків виготовляються насоси із максимальною частотою обертання 20000 и 30000 об/хв та мінімальною – 5 – 10 об/хв.

Для спеціальної мети були створені малогабаритні насоси із робочим об'ємом $V=0,7 \div 1 \text{ см}^3/\text{об}$ (діаметр поршня $d=5 \div 6 \text{ мм}$, хід $h=4 \text{ мм}$, діаметр блоку $D=20 \text{ мм}$); подача такого мініатюрного насоса досягає (за рахунок великої частоти обертання) 20 л/хв якщо тиск 20 МПа.

Насоси та гідромотори із аксіальним розташуванням циліндрів застосовується при тисках 21 – 35 МПа більш рідко при високих тисках (насоси із подачею до 400 л/хв часто випускаються із робочим тиском до 55 МПа). Потужність уніка-

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
6.131.03. ВР.000.00ПЗ				
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
				6

льних насосів , що випускаються для певних галузей промисловості (дляпрокатних станів и тд.), досягає 4000 – 4500кВт (подача до 8700 л/хв) й більше.

Насоси та гідромотори цих типів мають високий об’ємний ККД, який для більшості моделей досягає при оптимальних режимах роботи значень 0,97 – 0,98.

Багато закордонних фірм дають гарантію для насосів із подачею 130 – 150 л/хв об’ємний ККД і тиском 35 МПа не менше 0,99. Загальний ККД цих насосів складає приблизно 0,95.

Розрізняють гідромашини (насоси та гідромотори) із похилим циліндровим блоком та машини із похилим диском, розуміючи під першим аксіально-поршневі гідромашини, у яких вісь провідної ланки та вісь обертання ротора перетинаються, а під другими – аксіально-поршневі гідромашини, у яких вісь провідної ланки та вісь обертання ротора співпадають, тобто у таких гідромашин провідна ланка та ротор розташовані на одній вісі. Окрім перерахованого вище існує багато інших конструктивних відмінностей, однак зазвичай вони не є принциповими та граничними характеристичні можливості всіх машин цього типу в більшості випадків рівноправні.

Инва. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инва. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
6.131.03. ВР.000.00ПЗ				
				7

1 КОНСТРУКЦІЯ ТА ПРИНЦИП ДІЇ АКСІАЛЬНО-ПОРШНЕВОГО НАСОСА [2]

1.1 Принцип дії аксіально-поршневого насоса із похилим диском

Аксіально-поршневі насоси конструюються на основі кліматичних схем просторових механізмів, що перетворюють обертальний рух вала в зворотно-поступальний рух поршнів у напрямленні, яке є паралельним до лінії цього вала. Одна із схем такого насосу представлена на рис.1.1. Тут блок циліндрів 10, в якому знаходиться декілька поршнів 9, обертається разом із валом 3. Поршні постійно притискаються за допомогою спеціальних пружин або тиском рідини до упорного диска 3, виконаному заодно із валом.

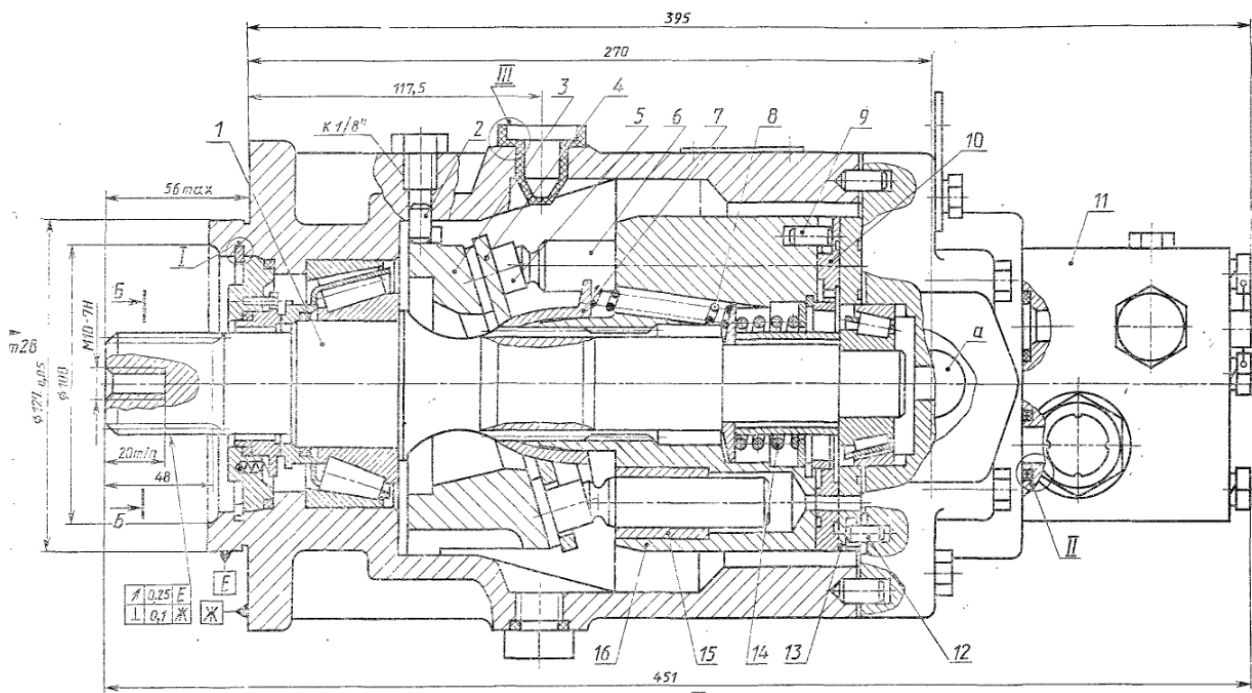


Рисунок 1.1. Конструктивна схема аксіально-поршневої гідромашини із похилим диском

Ив. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

6.131.03. ВР.000.00ПЗ

При обертанні блока поршні двигаются обертально-поступово. В результаті цього кожен поршень на протязі деякого періоду замінює внутрішній простір циліндру та витискає рідину, що знаходиться в ньому. Цей період має назву «цикл нагнітання». На протязі наступного періоду поршень звільняє деякий простір всередині циліндру і він заповнюється рідиною. Цей період називається циклом всмоктування. Для протікання рідини циліндри мають спеціальні отвори 5 круглої чи овальної форми.

Величина повного ходу поршня від крайнього зовнішнього до крайнього внутрішнього положення залежить від діаметра D_6 окружності, на котрій розташовуються центри утворюючих окружностей циліндрів й від кута нахилу γ блоку циліндрів (рис.1.1): $S_{0i} = D_6 \text{tg}\gamma$. Окружність D_6 називається поділеною.

Об'єм рідини, що витискається одним поршнем за цикл нагнітання, у такому випадку буде дорівнювати:

$$W_{0i} = \frac{\pi d^2}{4} D_6 \text{tg}\gamma, \quad (1.1)$$

де d – діаметр поршня.

Об'єм рідини, що поступає в кожний із циліндр за цикл всмоктування, також дорівнює W_{0i} . Для підключення до гідравлічної лінії насос має два патрубків напірний та всмоктуючий. Що рідина при обертанні блоку могла поступити в потрібні моменти часу в циліндри та проткати із всмоктуючого патрубка в насосний, в насосі є спеціальний пристрій, що називається розподільником.

Конструкція такого розподільника, що зазвичай використовується в насосах показана на рис.1.2. Він називається розподільним диском.

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	6.131.03. ВР.000.00ПЗ	9
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

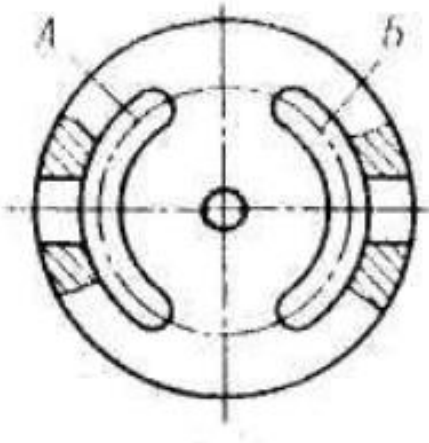


Рисунок 1.2. Розподільний диск

Розподільний диск має два С-подібних вікна А та Б, відокремлених перемичками. Діаметр серединної окружності цих вікон $D_{ок}$ дорівнює діаметру, на якому розташовані отвори для проходу рідини в циліндри. Ширина перемичок $b_{п}$ виконується такою, щоб ці отвори надійно перекривались у момент, коли поршень переходить із одного циклу в інший. Площиною А розподільний диск притискається до дзеркала блоку циліндрів, протилежною стороною – до корпуса насоса. Вікна 12 та 13 при цьому з'єднуються із напірними та всмоктувальними патрубками. Для того, щоб розподільник правильно працював важливо, щоб вісь симетрії розподільного диску знаходилась в площині головної нормалі ОФ (рис.1.1,а)нахильного диска. Канавка 4 (рис.1.2) служить для зменшення площі контакту з поверхнею блока, а ребра 5 – для збільшення поперечної жорсткості. В окремих випадках розподільний диск виконується і як одно ціле із кришкою насоса.

Показана на рис.1.1 схема аксіально-поршневого насоса не є єдиною можливою. Інший варіант можна отримати, якщо нахильний блок міцно зв'язати із обертальним валом, а блок циліндрів закріпити нерухомо. Така схема також знаходить застосування. Для розподілення рідини в цьому випадку замість розподільного диску, що зображений на рис.2, застосовують клапани спеціальної конструкції або інші пристрої.

Инвар. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	6.131.03. ВР.000.00ПЗ	10

Третій варіант насоса (також із похилим диском) можна отримати із схеми рис.1.1якщо поршні зв'язати із цим диском за допомогою шатунів і шарнірів, а сам диск виконати обертальним в нахильній площині. Для передачі такого обертання від валу потребується спеціальний карданний шарнір.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	<p style="text-align: center;">6.131.03. ВР.000.00ПЗ</p>
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
					11

2 РОЗРАХУНОК ТА КОНСТРУЮВАННЯ АКСІАЛЬНО-ПОРШНЕВОГО НАСОСА [2]

2.1 Розрахунок блока циліндрів аксіально-поршневого насоса

Із технічної літератури відомий метод визначення розмірів блоку циліндрів по заданому робочому об'єму V (1,2,3). Розрахункова схема блоку циліндрів представлена на рисунку 2.1

При розрахунках необхідно враховувати, що для гідромашин із наклонним диском робочий хід поршня буде:

$$H = D_{ц} \operatorname{tg} \gamma, \quad (2.1)$$

де $D_{ц}$ – діаметр окружностей розташування вісі циліндрів;

γ – кут нахилу диску.

Для гідромашин із нахиленим блоком робочий хід поршня буде:

$$H = D_{ц} K_{д} \sin \gamma, \quad (2.2)$$

де $K_{д}$ – дезаксіал;

γ – кут нахилу блоку.

Дезаксіал буде розраховуватись за цією формулою:

$$K_{д} = \frac{2}{1 + \cos \gamma}, \quad (2.3)$$

В усьому іншому розрахунок гідромашин із похилим диском та із похилим блоком циліндрів - співпадає.

Ив. № подл.						
Подпись и дата						
Взам. инв. №						
Ив. № дубл.						
Подпись и дата						
Подпись и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	6.131.03. ВР.000.00ПЗ	12

Згідно із формул (2.1) та (2.2) робочий хід поршня можна визначити для двох типів гідромашин наступним чином:

$$H = D_{ц} C, \quad (2.4)$$

При цьому для гідромашин із похилим диском буде:

$$C = \operatorname{tg} \gamma, \quad (2.5)$$

а для гідромашин із похилим диском циліндра:

$$C = K_{д} \sin \gamma, \quad (2.6)$$

Товщину стінок блоку циліндрів можна визначити за наступною залежністю:

$$b = \frac{d}{2}(A - 1), \quad (2.7)$$

$$\text{де } A = \frac{R}{r};$$

d – діаметр циліндра.

Діаметр окружності розташування осей циліндрів визначається наступним чином:

$$D_{ц} = \frac{d + b}{\sin \frac{\pi}{z}}, \quad (2.8)$$

де z – число циліндрів у блоці.

Підставивши вираз (2.7) у (2.8), отримаємо

Инвар. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
6.131.03. ВР.000.00ПЗ				13

$$D_{ц} = \frac{d(A+1)}{2 \sin \frac{\pi}{z}}, \quad (2.9)$$

Нормальні напруги в товстостінних циліндрах визначаються за формулою:

$$\sigma = p \frac{2R^2}{R^2 - r^2}, \quad (2.10)$$

де p – розрахунковий тиск в гідроциліндрі.

Приймаємо:

$$p = 1,2p_H$$

$$p = 1,2 \cdot 32 = 38,4 \text{ МПа}$$

Якщо враховувати (2.7), то одержимо:

$$\sigma = p \frac{2A^2}{A^2 - 1}, \quad (2.11)$$

Із формули (2.11) маємо:

$$A = \sqrt{\frac{[\sigma] + p}{[\sigma] - p}}, \quad (2.12)$$

де $[\sigma]$ – допустима напруга матеріалу блоку циліндрів.

Для насоса, що проектується беремо матеріал блоку циліндрів сталь 40Х.

Для обраного матеріалу $[\sigma]=250 \text{ МПа}$ [3].

За формулою (2.16) визначаємо:

$$A = \sqrt{\frac{250 + 38,4}{250 - 38,4}} = 1,29$$

Инвар. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
6.131.03. ВР.000.00ПЗ				
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
				14

Приймаємо : $A=1,3$.

Робочий об'єм насоса визначаємо за формулою:

$$V = \frac{\pi d^2}{4} H \quad (2.13)$$

Із формули (2.13) із врахуванням (2.4, 2.5, 2.10) отримуємо

$$d = \sqrt[3]{\frac{8V \cdot \sin \frac{\pi}{z} 1000}{\pi \cdot z \cdot C(A+1)}} \quad (2.14)$$

Приймаємо $\gamma=20^\circ$, $z=9$.

За формулою (2.5) отримуємо:

$$C = \operatorname{tg} 20^\circ = 0.364$$

Із (2.14) матимемо:

$$d = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot 100 \cdot \sin \frac{180^\circ}{9} 1000}{3,14 \cdot 9 \cdot 0,364(1,3+1)}} = 22,6 \text{ мм}$$

Приймаємо: $d=22\text{мм}$.

За формулою (2.8) розраховуємо:

$$D_u = \frac{22 \cdot (1,3+1)}{2 \sin \frac{180^\circ}{9}} = 73,9 \text{ мм}$$

Округливши, маємо: $D_u = 74 \text{ мм}$.

Уточнюємо кут нахилу блоку циліндрів. Із (2.13) отримуємо:

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата
6.131.03. ВР.000.00ПЗ				
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
				15

$$\gamma = \arctg \frac{V}{\pi \frac{d^2}{4} D_u z}$$

$$\gamma = \arctg \frac{100000}{3.14 \frac{22^2}{4} 74 \cdot 9} = 21.6^\circ$$

А товщина стінок блоку циліндрів (2.7) буде:

$$b = \frac{22}{2} (1,3 - 1) = 3,3 \text{ мм}$$

Зовнішній діаметр блоку циліндрів як видно із рисунка 2.1 розраховується наступним чином:

$$D_n = D_{\text{ц}} + d + 2b, \quad (2.15)$$

$$D_n = 74 + 22 + 2 \cdot 3.3 = 102.6 \text{ мм}$$

а внутрішній його діаметр:

$$D_b = D_{\text{ц}} - d - 2b, \quad (2.16)$$

$$D_b = 74 - 22 - 2 \cdot 3.3 = 45.4 \text{ мм}$$

Приймаємо :

$$D_n = 102 \text{ мм},$$

$$D_b = 45 \text{ мм}.$$

Товщина дна блоку циліндрів зазвичай рахується так:

$$b_{\text{ц}} = 1,5b, \quad (2.17)$$

$$b_{\text{ц}} = 1,5 \cdot 3.3 = 4,95 \text{ мм}.$$

Ширина технологічної проточки δ_T (рис.2.1) обирається за ДСТУ 8820-69:

$$\delta_T = 1 \quad \text{при} \quad d \leq 5$$

$$\delta_T = 1,6 \quad \text{при} \quad 5 < d \leq 10$$

$$\delta_T = 2 \quad \text{при} \quad 10 < d \leq 25$$

$$\delta_T = 3 \quad \text{при} \quad 25 < d \leq 50$$

$$\delta_T = 5 \quad \text{при} \quad 50 < d \leq 100$$

$$\delta_T = 8 \quad \text{при} \quad d > 100$$

Ив. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	6.131.03. ВР.000.00ПЗ	16

Довжина поршня обирається:

$$l_1 = 2,5d$$

$$l_1 = 2,5 \cdot 22 = 55 \text{ мм.}$$

Як видно із рис.2.1, довжина розточки у блоці циліндрів буде дорівнювати:

$$l_2 = H + l_1 + \delta_T,$$

$$H = 74 \cdot \text{tg}21,6^\circ = 29,3 \text{ мм}$$

$$l_2 = 29,3 + 55 + 2,7 = 87 \text{ мм}$$

Довжину всього блоку можна розрахувати за формулою:

$$L = l_2 + b_{\text{ц}}$$

$$L = 87 + 5 = 92 \text{ мм.}$$

Розміри деталей насоса уточнюються при конструкторській розробці.

Об'єм блоку циліндрів (в м³) можна розрахувати при наближеній залежності:

$$W = L \frac{\pi}{4} (D_{\text{н}}^2 - D_{\text{в}}^2 - z \cdot d^2) \cdot 10^{-9}$$

$$W = 92 \frac{3,14}{4} (102^2 - 45^2 - 9 \cdot 22^2) \cdot 10^{-9} = 5,83 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

Знаючи густину матеріалу ρ (кг/м³), можна розрахувати масу блока циліндрів (кг)

$$M = W \cdot \rho, \tag{2.21}$$

$$M = 5,83 \cdot 10^{-4} \cdot 7,8 \cdot 10^3 = 4,54 \text{ кг}$$

Момент інерції блоку також можна розрахувати за наближеною залежністю:

$$I = \frac{\rho \cdot \pi}{32} [L(D_{\text{н}}^4 - D_{\text{в}}^4) - 2 \cdot z \cdot d^2 \cdot D_{\text{ц}}^2 \cdot l_2] \cdot 10^{-15}$$

$$I = \frac{7,8 \cdot 10^3 \cdot 3,14}{32} [92(102^4 - 45^4) - 2 \cdot 9 \cdot 22^2 \cdot 87^2] \cdot 10^{-15} = 4,72 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
6.131.03. ВР.000.00ПЗ				17

Лінійні розміри розраховуються в мм, тому для отримання моменту інерції в розмірності кг·м² в формулу (2.21) вводиться множник 10⁻¹⁵.

Отримані розрахунковим шляхом геометричні розміри блоку циліндрів необхідно округлити до найближчої величини з ряду нормальних лінійних розмірів ДСТУ 6636 – 69. Причому лінійні розміри, для яких допуск можливий в обидва боки, округлюються до найближчого стандартного значення в більшу або меншу сторону. Внутрішній діаметр блоку округляється до найближчого розміру, а зовнішній діаметр - до найближчого більшого розміру. Після остаточного вибору розмірів блоку циліндрів необхідно визначити за формулою (2.17) фактичну величину робочого об'єму гідромашини - головного параметра, що впливає на всі її вихідні характеристики. Потім визначаємо відхилення робочого об'єму гідромашини від заданого значення:

$$\varepsilon = \left| 1 - \frac{V}{V_H} \right| \cdot 100\%$$

де V – задане значення робочого об'єму $V = 50\text{см}^3$;

V_H – величина робочого об'єму, що була визначена із отриманих розмірів блоку циліндрів.

$$V_H = \frac{3,14 \cdot 3,3^2}{4} \cdot 3,88 \cdot 9 = 224,55 \text{ см}^3.$$

$$\varepsilon = \left| 1 - \frac{224,55}{225} \right| \cdot 100\% = 0,29\%$$

За методикою , що була запропонована вище на кафедрі прикладної гідроаеромеханіки була розроблена програма розрахунків розміру блоку циліндрів.

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
6.131.03. ВР.000.00ПЗ				18

За допомогою цієї програми був проведений розрахунок блоку циліндрів аксіально-поршневого насоса із нахиленим диском. При розрахунках були прийняті такі вхідні дані:

робочий об'єм насоса $V_0 = 225 \cdot 106 \text{ м}^3 (50 \text{ см}^3);$

матеріал блоку $\text{сталь } 40\text{X};$

густина $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3;$

допустима напруга $\sigma = 250 \text{ МПа}$

модуль об'ємної пружності $E = 2,05 \cdot 105 \text{ МПа}$

Роблячи аналіз результатів розрахунку, обираємо конструкцію блоку циліндрів із кількістю поршнів $z = 9$.

Розміри блоку циліндрів:

діаметр поршня $d = 22 \text{ мм};$

діаметр окружності розташування осей циліндрів $D_{\text{ц}} = 74 \text{ мм};$

зовнішній діаметр блоку циліндрів $D_3 = 102 \text{ мм};$

діаметр внутрішньої розточки $D_{\text{в}} = 45 \text{ мм};$

довжина блоку циліндрів $L = 92 \text{ мм};$

кут нахилу нахильного диску $\gamma = 21,6^\circ.$

2.2 Розрахунок каналів і вікон блоку циліндрів.

Враховуючи, що насос працює при мінімальному тиску $0,6 \text{ МПа}$ приймаємо допустиму швидкість у вхідному та вихідному патрубках $v_{\text{доп}} = 9 \text{ м/с}$.

Діаметр патрубків :

$$d_{\text{патр}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v_{\text{доп}} \cdot \eta_0}}, \quad (2.28)$$

де η_0 –об'ємний ккд;

Q –витрати через насос .

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата
6.131.03. ВР.000.00ПЗ				
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
				19

Витрати через насос визначаються за формулою :

$$Q = Vn$$

$$Q = \frac{100 \cdot 2500}{1000} = 250 \text{ дм}^3/\text{хв}$$

$$d_{\text{напр}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 250 \cdot 10^6}{3,14 \cdot 9000 \cdot 0,96 \cdot 60}} = 24,3 \text{ мм}$$

Приймаємо найближчий більший діаметр $d = 25 \text{ мм}$.

Уточнюємо швидкість руху рідини:

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_k^2 \cdot \eta_0},$$

$$v = \frac{4 \cdot 4,166 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot (22 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 0,96} = 8,74 \text{ м/с}$$

Площа вікна на дні циліндру при допустимій швидкості $v_{\text{доп}} = 9 \text{ м/с}$.

$$f_{\text{ок}} = \frac{Q}{nv_{\text{доп}} \eta_0},$$

де $n = \frac{z \pm 1}{2}$ – кількість циліндрів, що підключені одночасно до однієї лінії.

$$n = \frac{9 \pm 1}{2} = 5 \div 4$$

$$f_{\text{ок}} = \frac{4,166 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 9 \cdot 0,96} = 0,964 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

Площа поршню:

$$F_{\text{пор}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4},$$

$$F_{\text{пор}} = \frac{3,14 \cdot (22 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 1,72 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата
-------------	----------------	--------------	-------------	----------------

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	6.131.03. ВР.000.00ПЗ	20

Коефіцієнт , що визначає форму вікна:

$$K_{ц} = \frac{f_{ок}}{F_{пор}} , \quad (2.29)$$

$$K_{ц} = \frac{0.964 \cdot 10^{-4}}{1.72 \cdot 10^{-4}} = 0,56 < 0,95 ,$$

Тобто вікно не є круглим.

Радіус округлення:

$$\rho = 1,16d(1 - \sqrt{1 - 0,675K_{ц}}) ,$$

$$\rho = 1,16 \cdot 22 \cdot 10^{-3} (1 - \sqrt{1 - 0,675 \cdot 0,56}) = 3,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Кути , що визначають розміри вікна

$$\psi_1 = \arcsin \frac{d}{D_{ц}} ,$$

$$\psi_1 = \arcsin \frac{22 \cdot 10^{-3}}{74 \cdot 10^{-3}} = 21,2^\circ$$

$$\psi_3 = \arcsin \frac{2P}{D_{в}} ,$$

$$\psi_3 = \arcsin \frac{2 \cdot 3 \cdot 10^{-3}}{45 \cdot 10^{-3}} = 7,8^\circ$$

$$\psi_2 = \psi_1 - \psi_3 ,$$

$$\psi_2 = 21,2 - 7,8 = 13,4^\circ$$

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
6.131.03. ВР.000.00ПЗ				21

2.3 Розрахунок торцевого розподільника

Кут, який припадає на серповидне вікно:

$$2\beta = \frac{2\pi}{z} \left(3 - \frac{1}{z} \right),$$

$$2\beta = \frac{2 \cdot 3,14}{9} \left(3 - \frac{1}{9} \right) \approx 146^{\circ}56'$$

Ширина серповидного вікна:

$$a = 2\rho,$$

$$a = 2 \cdot 7,8 \cdot 10^{-3} = 15,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Площа серповидного вікна:

$$f_c = \frac{\pi \cdot D_c}{360} 2\beta \cdot a,$$

$$f_c = \frac{3,14 \cdot 45 \cdot 10^{-3}}{360} 146^{\circ}56' \cdot 15,6 \cdot 10^{-3} = 339 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

2.4 Сили, що діють на блок та розподільник

Притискаюче зусилля

$$R_{\text{пр max}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot n_{\text{max}} \cdot P_H,$$

$$R_{\text{пр max}} = \frac{3,14 \cdot (22 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 4 \cdot 32 \cdot 10^6 = 19899 \text{ Н}$$

Сила, що віджимається

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	6.131.03. ВР.000.00ПЗ	22
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

$$R_{\text{від}} = \frac{f_c \cdot P_H}{2} + \frac{\pi(D_H^2 - D_6^2)P_H}{16},$$

$$R_{\text{отж}} = \frac{3,39 \cdot 10^{-4} \cdot 32 \cdot 10^6}{2} + \frac{3,14((66,65 \cdot 10^{-3})^2 - (21,85 \cdot 10^{-3})^2)32 \cdot 10^6}{16} = 16880 \text{ Н}$$

Відношення між силою що притискається та віджимається:

$$m = \frac{19899}{16880} = 1,17$$

Враховуючи те, що мінімальне необхідне відношення між цими силами :

$$m = \frac{R'_{\text{пруж}}}{R_{\text{отж}}} = 1,1$$

То пружину для притискання ставити немає необхідності.

Инва. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инва. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
6.131.03. ВР.000.00ПЗ				
				23

3 РОЗРАХУНКИ НА МІЦНІСТЬ [2]

3.1 Розрахунок блоку циліндрів

приймаємо матеріалу блоку

- допустима напруга
- коефіцієнт Пуасона
- модуль пружності
- допустима деформація

сталь 40Х для якої:

- $[\sigma] = 250$ МПа;
- $\mu = 0,28$;
- $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа;
- $\delta_{\text{доп}} = 8$ мкм.

Розраховуємо блок на жорсткість:

$$\delta = \frac{d}{E} \left(\frac{A^2 + 1}{A^2 - 1} + \mu \right) p_H \leq \delta_{\text{доп}}, \quad (3.1)$$

де $A = \frac{d + 2b_1}{d}$

$$A = \frac{22 + 2 \cdot 3.3}{22} = 1,3$$

$$\delta = \frac{22 \cdot 10^{-3}}{2,1 \cdot 10^5} \left(\frac{1,3^2 + 1}{1,3^2 - 1} + 0,28 \right) \cdot 32 \cdot 10^6 = 1,96 < \delta_{\text{доп}}$$

Перевірка блока на міцність.

Перевірка блока на міцність розраховується за формулою:

$$\sigma = \frac{A^2 + 1}{A^2 - 1} p_p \leq [\sigma], \quad (3.2)$$

де $p_p = k_r p$ – розрахунковий тиск

$k_r = 1,4$ – коефіцієнт навантаження.

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
6.131.03. ВР.000.00ПЗ				24

$$p_p = 32 \cdot 10^6 \cdot 1,4 = 44,8 \cdot 10^6 \text{ МПа}$$

$$\sigma = \frac{1,3^2 + 1}{1,3^2 - 1} 44,8 = 174,6 \text{ МПа} < [\sigma] = 250 \text{ МПа}$$

3.2 Розрахунок сил , що діють на поршні

Сила, яку прикладена до поршня:

$$F_n = 4220 \text{ Н}$$

Проекції сил, що діють на поршень:

$$F_N = F_n \cdot \cos \gamma, \quad (3.3)$$

$$F_N = 4220 \cdot \cos 21,6^\circ = 3923 \text{ Н}$$

$$F_A = F_n \cdot \sin \gamma, \quad (3.4)$$

$$F_A = 4220 \cdot \sin 21,6^\circ = 1553$$

Сумарне значення крутного моменту на валу

$$M_{T\Sigma} = \sum M_{Ti} = F_n \cdot \sin \gamma \cdot R_d \sum_{i=1}^{k=4} \sin [+ (K - 1)\alpha] \quad (3.4)$$

де $R_d = K_d \cdot R_\delta$ – радіус диску.

$$R_\delta = 1,04 \cdot \frac{45}{2} = 23,4 \text{ мм}$$

При куті повороту блока $\varphi = 0^\circ$ крутний момент на валу:

$$M_{T\Sigma} = \sum M_{T=0} = 4220 \cdot \sin 21,6^\circ \cdot 23,4 \cdot 10^{-3} (\sin(0 + (1-1)51^\circ 25') + \sin(0 + (2-1)51^\circ 25') + \sin(0 + (3-1)51^\circ 25') + \sin(0 + (4-1)51^\circ 25')) = 91,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

При куті повороту $\varphi = 17^\circ$

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата
6.131.03. ВР.000.00ПЗ				
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
				25

$$M_{T\Sigma} = \sum M_{T=17} = 4220 \cdot \sin 21,6^\circ \cdot 23,4 \cdot 10^{-3} (\sin(17 + (1-1)51^\circ 25') + \sin(17 + (2-1)51^\circ 25') + \sin(17 + (3-1)51^\circ 25') + \sin(17 + (4-1)51^\circ 25')) = 87H \cdot m$$

При куті повороту $\varphi = 34^\circ$

$$M_{T\Sigma} = \sum M_{T=34} = 4220 \cdot \sin 21,6^\circ \cdot 23,4 \cdot 10^{-3} (\sin(34 + (1-1)51^\circ 25') + \sin(34 + (2-1)51^\circ 25') + \sin(34 + (3-1)51^\circ 25') + \sin(34 + (4-1)51^\circ 25')) = 87,5H \cdot m$$

Сумарна радіальна сила, що діє на підшипники:

$$\sum R_{рад} = K \cdot F_n \cdot \sin \gamma, \quad (3.5)$$

$$\sum R_{рад} = 4 \cdot 4220 \cdot \sin 21,6^\circ = 6213H$$

Сумарна осьова сила, що діє на підшипники:

$$\sum R_{ос} = K \cdot F_n \cdot \cos \gamma$$

$$\sum R_{ос} = 4 \cdot 4220 \cdot \cos 21,6^\circ = 15694H$$

3.3 Розрахунок на міцність поршневої групи

Перевірка міцності по опорних поверхнях шатуна. Напряга з боку поршня

$$\sigma = \frac{4f_n p_0}{\pi \cdot K_c \cdot D_{шн}^2} \leq [\sigma], \quad (3.6)$$

де $K_c = 1$ – коефіцієнт використання площі опорної поверхні

$$\sigma = \frac{4 \cdot 3,14 (16 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 29,4 \cdot 10^6}{4 \cdot 3,14 \cdot 1 \cdot (8 \cdot 10^{-3})^2} = 86,6 \cdot 10^6 \text{ Па} < [\sigma]$$

Напряга на поверхні шатуна із боку диску

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
6.131.03. ВР.000.00ПЗ				26

$$\sigma = \frac{4f_n P_n}{\pi \cdot K_c \cdot D_{шд}^2} \leq [\sigma] \quad (3.7)$$

$$\sigma = \frac{4 \cdot 3,14 (16 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 29,4 \cdot 10^6}{4 \cdot 3,14 \cdot 1 \cdot (16 \cdot 10^{-3})^2} = 29,4 \cdot 10^6 \text{ Па} < [\sigma]$$

Напруга вигину

$$\sigma_{и} = \frac{M_{и}}{W_{\min}}, \quad (3.8)$$

де $M_{и}$ – вигинаючий момент

W_{\min} – момент опору в мінімальному перетині.

Вигинаючий момент визначається за формулою:

$$M_{и} = \frac{M_{T_{\Sigma u=0}}}{R_d \cdot 7} L_{ш} \quad (3.9)$$

$$M_{и} = \frac{2 \cdot 91,2 \cdot 38 \cdot 10^{-3}}{44,25 \cdot 7 \cdot 10^{-3}} = 22,34 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Момент супротиву

$$W_{\min} = \frac{\pi \cdot d_{ш}^2}{32} \left(1 - \frac{d_{см}^4}{d_{ш}^4} \right) \quad (3.10)$$

де $d_{ш}$ – діаметр шатуна.

Діаметр шатуна визначається із залежності

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	6.131.03. ВР.000.00ПЗ	27

$$\frac{d_{\text{п}}^2}{2d_{\text{ш}}^2} = 0,99 \dots 0,96$$

Приймаємо $\frac{d_{\text{п}}^2}{2d_{\text{ш}}^2} = 0,96$.

Тоді діаметр шатуна буде рівний

$$d_{\text{ш}} = \frac{16 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{2 \cdot 0,96}} = 11,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Приймаємо $d_{\text{ш}} = 11,5 \text{ мм}$.

За формулою (3.11) визначаємо:

$$W_{\text{min}} = \frac{3,14 \cdot (11,5 \cdot 10^{-3})^2}{32} \left(1 - \left(\frac{0,8 \cdot 10^{-3}}{11,5 \cdot 10^{-3}} \right)^4 \right) = 1,49 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3$$

За формулою (3.9) визначаємо:

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{22,34}{1,49 \cdot 10^{-7}} = 149,45 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Напруга стиску шатуна

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{4 \cdot F_{\text{н}}}{\pi(d_{\text{ш}}^2 - d_{\text{см}}^2)}, \tag{3.11}$$

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{4 \cdot 4220}{3,14 \left[(11,5 \cdot 10^{-3})^2 - (0,8 \cdot 10^{-3})^2 \right]} = 40,8 \text{ МПа} < [\sigma]$$

Сумарна напруга

$$\sigma_{\text{рш}} = \sigma_{\text{см}} + \sigma_{\text{и}}$$

Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
6.131.03. ВР.000.00ПЗ				28

$$\sigma_{рш} = 40,8 + 149,95 = 190,8 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт гнучкості

$$\lambda = \frac{4L_{ш}}{\sqrt{d_{ш}^2 + d_{см}^2}}, \quad (3.12)$$

$$\lambda = \frac{4 \cdot 38 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{(11,5 \cdot 10^{-3})^2 + (0,8 \cdot 10^{-3})^2}} = 13,185$$

Коефіцієнт форми $\psi_v = 0,96$.

Умова міцності при циклічному характері навантаження

$$\sigma_{ри} = \psi_v \frac{\sigma_t}{2K_{ш}}, \quad (3.13)$$

де $K_{ш}$ – запас міцності

$$\psi_\sigma \frac{\sigma_t}{2K_{ш}} = \frac{800 \cdot 10^6}{2 \cdot 1,8} \cdot 0,96 = 211 \text{ МПа} > 190,8 \text{ МПа}$$

Умови міцності виконуються.

Розрахунок шатуна на поздовжню стійкість проводимо по формулі Ейлера

$$F_{пр} = \frac{\pi^2 EI_{ш}}{L_{ш}^2}, \quad (3.14)$$

де $I_{ш}$ – момент перегрузки шатуна.

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
6.131.03. ВР.000.00ПЗ				29

$$I_{ш} = \frac{\pi \cdot d_{ш}^2}{64} \left(1 - \frac{d_{см}^4}{d_{ш}^4} \right)$$

$$I_{ш} = \frac{3,14 \cdot (11,5 \cdot 10^{-3})^2}{64} \left(1 - \left(\frac{0,8 \cdot 10^{-3}}{11,5 \cdot 10^{-3}} \right)^4 \right) = 6,488 \cdot 10^{-6}$$

$$F_{пр} = \frac{3,14^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 6,488 \cdot 10^{-6}}{(38 \cdot 10^{-3})^2} = 9303$$

Коефіцієнт стійкості

$$K_y = \frac{F_{пр}}{F_{п}}$$

$$K_y = \frac{9303}{4220} = 2,2$$

Умова стійкості $K_y > 2$ дотримана.

3.4. Розрахунок вала

Діаметр вала в самому слабкому перетині визначають по формулі:

$$D_B = \sqrt[3]{\frac{16M_{MAX}}{\pi \tau_{ДОП}} + h_{ш}}; \quad (3.15)$$

де $h_{ш}$ – глибина шпонкового паза, м;

$\tau_{ДОП}$ – допускається напруження, при крутінні, приймаємо $\tau_{ДОП} = 25$ (МПа)

M_{MAX} – максимальне значення сумарного крутний моменту на валу, Н·м.

Ив. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	6.131.03. ВР.000.00ПЗ	30

$$D_B = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 127,4}{3,14 \cdot 25 \cdot 10^6}} + 0,005 = 0,035 \text{ м.}$$

3.5 Підбор підшипників.

Діаметр вала під підшипники приймаємо 45 мм.

Становимо схему розподілу радіального навантаження на підшипники. Тому що мінімальне радіальне переміщення повинне бути в манжеті, те цю крапку приймаємо за крапку обертання зовнішньої балки.

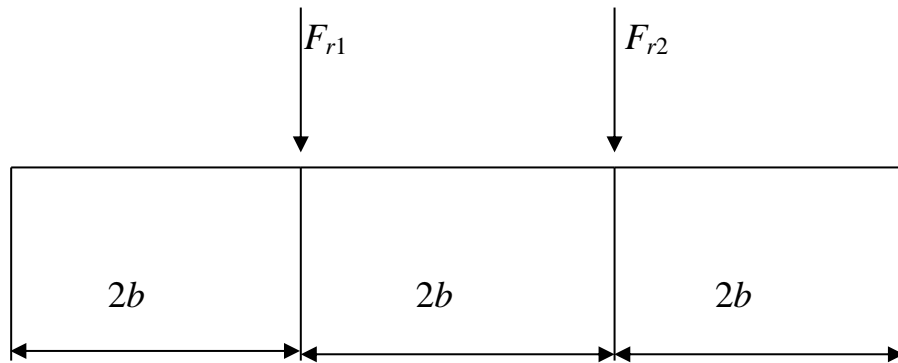


Рисунок 3.1.

де b – ширина підшипника, м.

Тоді становимо рівняння моментів:

$$M_2 = 2b \cdot F_{r2};$$

$$M = 6b \cdot R_{рад};$$

$$M_1 = 4b \cdot F_{r1};$$

$$M = M_1 + M_2;$$

$$6b \cdot R_{рад} = 2b \cdot F_{r2} + 4bF_{r1};$$

Ив. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	6.131.03. ВР.000.00ПЗ	31

Приймаємо, що підшипники в 1 і 2 опорі однакові, але в 1 опорі здвоєний підшипник, приймаємо:

$$F_{r2} = \frac{F_{r1}}{2} = \frac{R_{pad}}{3}; \quad (3.16)$$

$$F_{r2} = \frac{7135}{3} = 2378 \text{ Н.}$$

$$F_{r1} = 4757 \text{ Н.}$$

У першій опорі застосовується здвоєний радіально-упорний підшипник середньої серії 46309 ДЕРЖСТАНДАРТ 831-75.

Його розміри: $d = 45$ мм, $D = 100$ мм, $b = 50$ мм, $\alpha = 26^\circ$, $C_a = 4160$ Н, $C_{0a} = 3770$ кгс.

Згідно схеми навантаження:

$$F_{a1} = l_2 F_{r2} + A; \quad (3.17)$$

Приймаємо $l_2 = l_1 = 0,30$ м.

Тоді осьова тридцятилітній в 1 опорі:

$$F_{a1} = 0,3 \cdot 237,8 + 1529,8 = 1601 \text{ Н.}$$

В 2 опорі:

$$F_{a2} = l_2 F_{r2}; \quad (3.18)$$

$$F_{a2} = 0,30 \cdot 237,8 = 71,3 \text{ Н.}$$

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	6.131.03. ВР.000.00ПЗ	32

У другій опорі застосовуємо кульковий упорний-завзятий-радіально-упорний підшипник 309 ДЕРЖСТАНДАРТ 8338-75 з розмірами: $d = 45$ мм, $D = 100$ мм, $b = 25$ мм, $\alpha = 26^\circ$, $C_a = 2560$ Н, $C_{a0} = 1870$ Н.

Для 1 опори:

$$\frac{F_{a1}}{F_{r1}} = \frac{1601}{475,7} = 3,36 \geq e.$$

Згідно [3] $e = 0,26$, $x = 0,57$, $\psi = 0,93$.

Еквівалентне навантаження:

$$P_1 = xF_{r1} + \psi F_{a1}; \quad (3.19)$$

$$P_1 = 0,57 \cdot 475,7 \cdot 0,93 \cdot 1601 = 1760 \text{ Н.}$$

Номінальна довговічність підшипників у першій опорі:

$$L = \left(\frac{4160}{1760} \right)^3 = 13,2 \text{ млн. обертів.}$$

Довговічність підшипників в 1 опорі при частоті 5000 об/хв:

$$L_n = \frac{13,2 \cdot 10^6}{5000} = 2640 \text{ годин.}$$

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	6.131.03. ВР.000.00ПЗ	33
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Для другої опори:

$$\frac{F_{a2}}{F_{r2}} = \frac{71,3}{237,8} = 0,299;$$

т.е. $l = 0,30$, $x = 0,56$, $\psi = 1,45$.

Еквівалентне навантаження:

$$P_2 = 0,56 \cdot 237,8 \cdot 1,45 \cdot 71,3 = 236,5 \text{ Н.}$$

Номінальна довговічність в 2 опорі:

$$L_2 = \left(\frac{2560}{236,5} \right)^3 = 1268 \text{ млн. обертів.}$$

Довговічність підшипника:

$$L_{п2} = \frac{1268 \cdot 10^6}{60 \cdot 5000} = 4227 \text{ годин.}$$

У такий спосіб 1-а опора визначає довговічність підшипникового вузла.

Инвар. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
6.131.03. ВР.000.00ПЗ				34

4 Поняття, склад та структура основних виробничих фондів підприємства [10]

Для виробництва будь-якого виду продукції необхідна наявність і взаємодія трьох елементів: засобів праці, предметів праці і живої праці. Засоби праці і предмети праці являють собою засоби виробництва, що, беручи участь у виробничому процесі в натуральній і вартісній формі, в сукупності складають речовинний зміст виробничих фондів. Залежно від специфіки характеру, участі у виробничому процесі і засобу обороту виробничі фонди поділяються на основні та оборотні (рис. 4.1).

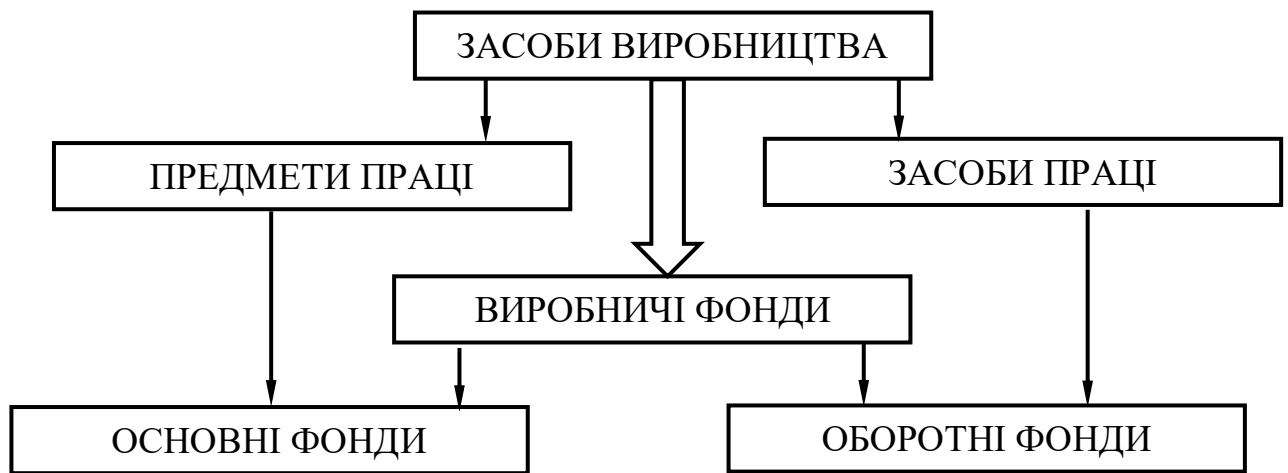


Рисунок – 4.1. Структура основних фондів

Термін «фонди» походить від латині і дослівно означає «основа». Це дійсно основа продуктивної діяльності підприємства, оскільки виробниче підприємство не може діяти, не маючи засобів виробництва. Основні фонди — це засоби праці, які мають вартість, функціонують у виробничому процесі тривалий час, не змінюючи при цьому своїх форм і розмірів, а свою вартість переносять на вартість готової продукції поступово, шляхом амортизаційних відрахувань. У Законі України «Про оподаткування прибутку підприємств» основні фонди визначаються як матеріальні цінності, які призначаються для використання у господар-

Инов. № подл.		Подпись и дата	
Взам. инв. №		Инов. № дубл.	

ській діяльності підприємства протягом періоду, який перевищує 365 календарних днів із дати введення в експлуатацію таких матеріальних цінностей та вартість яких поступово зменшується у зв'язку з фізичним або моральним зносом. Оборотні фонди — це частина виробничих фондів у вигляді певної сукупності предметів праці, елементи яких цілком споживаються в кожному виробничому циклі, змінюють або повністю втрачають натуральну форму і переносять всю свою вартість на вартість продукції (робіт, послуг), що виробляється. Основні фонди поділяються на виробничі та невиробничі. Основні виробничі фонди функціонують у сфері матеріального виробництва підприємства. Основні невиробничі фонди не беруть безпосередньої участі в процесі виробництва, задовольняючи соціальні потреби працівників підприємства: житловий фонд, будинки відпочинку, медичні заклади, заклади громадського харчування та ін. У промисловості залежно від сфери функціонування основні виробничі фонди поділяються на промислово-виробничі та непромислово-виробничі. До промислово-виробничих фондів належать засоби праці підприємства, призначені для виробництва промислової продукції. Непромислово-виробничі фонди — це засоби праці непромислових підприємств (підприємства сільськогосподарського призначення, ремонтнобудівельні дільниці, транспортні цехи та ін.). За належністю основні виробничі фонди поділяють на власні і залучені. Власні основні фонди — це фонди, які знаходяться на балансі підприємства. Залучені — взяті в тимчасове користування в іншій організації на умовах оренди або надання послуг. За ознакою використання основні фонди поділяють на діючі, до яких належать засоби праці, що функціонують у процесі виробництва як в основному, так і в підсобному, і недіючі, якими вважаються фонди, які перебувають на стадії вибуття у зв'язку з їхнім зносом, на консервації або в запасі. Для бухгалтерського обігу основні засоби поділяються, відповідно до положення (стандарту) 7 «Основні засоби», на 9 груп: — земельні ділянки; — капітальні витрати на поліпшення земель; — будинки, споруди та передавальні пристрої; — машини та обладнання; — інструменти, прилади, інвентар (меблі); — транспортні засоби; — робоча і

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
6.131.03. ВР.000.00ПЗ				36

продуктивна худоба; — багаторічні насадження; — інші основні фонди. У промисловості традиційно використовується наступна видова класифікація основних фондів (рис. 10.2). Згідно з наведеною класифікацією та роллю, яку відіграють основні фонди в процесі виробництва, розрізняють активну і пасивну частини основних фондів. До активної частини відносять основні фонди, які беруть безпосередню участь у процесі виробництва. Це машини та устаткування, інструменти, приладдя та пристрої для вимірювання тощо. До пасивної частини (будівлі, споруди) належать основні фонди, що забезпечують нормальне функціонування виробничого процесу, створюють умови для нього. У податковому обліку, згідно з Законом України «Про оподаткування прибутку підприємств», при визначенні амортизації фондів беруть до уваги розподіл фондів на 4 групи: — будинки, споруди, передавальні пристрої; — автомобільний транспорт та вузли до нього, меблі, побутові електронні, оптичні, електромеханічні прилади та інструменти, інше офісне обладнання; — будь-які інші фонди, не включені до груп 1, 2, 4; — електронно-обчислювальні машини, машини для автоматичного оброблення інформації, їхнє програмне забезпечення, засоби зчитування та друку інформації, стільникові телефони, мікрофони і рації, вартість яких перевищує вартість малоцінних товарів.

Співвідношення різних груп основних фондів у загальній їх вартості становить виробничу структуру основних фондів. Прогресивною є така структура основних фондів, де активна частина основних фондів зростає. Чинники впливу на виробничу структуру основних фондів: — виробничі та матеріально-технічні особливості галузі; — форми суспільної організації виробництва; — форми відтворення основних фондів; — технічний рівень виробництва; — рівень організації будівельних робіт; — розміщення підприємства. Для поліпшення виробничої структури основних фондів можливе впровадження таких заходів: оновлення та модернізація устаткування; механізація та автоматизація виробництва; правильна розробка проектів будівництва та високоякісне виконання планів будівництва

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
6.131.03. ВР.000.00ПЗ				37



Рисунок. 4.2. Видова класифікація основних фондів

підприємств; ліквідація обладнання, яке не використовується та встановлення обладнання, що забезпечить правильніші пропорції між його окремими групами. Галузева структура основних фондів характеризується співвідношенням величини основних фондів різних галузей до їх загальної вартості. Вікова структура основних фондів — це відношення різних вікових груп основних фондів до їх загальної вартості. Джерелами формування майна підприємств і відповідно основних фондів можуть бути: грошові і матеріальні внески засновників, прибутки, отримані від реалізації продукції, а також від інших видів господарської діяльності; прибутки від цінних паперів; кредити банків і інших кредиторів; капіта-

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
6.131.03. ВР.000.00ПЗ				38

льні вкладення і дотації з бюджетів відповідних рівнів; інші джерела, не заборонені законодавством.

Инва. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инва. № дубл.	Подпись и дата	<p style="text-align: center;">6.131.03. ВР.000.00ПЗ</p>
Инва. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инва. № дубл.	Подпись и дата	
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

5 Захист від вібрації [11]

Для запобігання шкідливої дії вібрації на організм працюючих здійснюються технічні, організаційні та профілактичні медичні заходи. До організаційних заходів відносять: раціональне розташування устаткування та робочого місця, постійний контроль режиму праці і відпочинку працюючих, заборону залучення до вібраційних робіт осіб, молодших 18 років, обмеження застосування обладнання та використання робочих місць, що не відповідають санітарно-гігієнічним вимогам та ін. Технічні заходи прийнято поділяти на заходи, що спрямовані на зменшення вібрації у джерелі її виникнення та на заходи, що спрямовані на зниження вібрації на шляху розповсюдження і у зоні сприйняття. Серед технічних заходів першої групи слід виділити конструктивні, що спрямовані на зниження вібрації у джерелі виникнення за рахунок зменшення діючих змінних сил (зрівноваження мас, заміни ударних технологій безударними, використання спеціальних видів зачеплення у приводах машин тощо), відстроювання від резонансних режимів, вібродемпфування, динамічного гасіння вібрації. Вібродемпфування полягає в штучному збільшенні втрат у коливальній системі, при цьому енергія вібрації перетворюється у теплову. Це досягається за рахунок використання у конструкціях матеріалів з великим внутрішнім тертям (пластмас, сплавів марганцю та міді), нанесення на віброуючі поверхні шару пружно-в'язких матеріалів тощо. Динамічне віброгасіння полягає у збільшенні реактивного опору коливної системи. Засоби динамічного віброгасіння за принципом дії поділяють на ударні та динамічні віброгасники. Останні за конструктивною ознакою можуть

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата	6.131.03. ВР.000.00ПЗ	
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		40

бути пружинними, маятниковими, ексцентриковими та гідравлічними. Вони являють собою додаткову коливну систему, яка встановлюється на агрегаті, що вібрує, масою M та жорсткістю C (рис. 2.31). Причому маса та жорсткість коливної системи підібрані таким чином, що у кожний момент часу збуджуються коливання, які знаходяться у протифазі з коливанням агрегата. До недоліку цих систем відносять те, що вони налагоджуються тільки на одну задану частоту, яка відповідає їх резонансному режиму коливання. Ефективним заходом є віброізоляція, яка досягається введенням у коливальну систему для послаблення вібрації, що передається від об'єкта, додаткового пружного зв'язку. Для віброізоляції машин використовують віброізолюючі опори у вигляді пружин, пружних прокладок. Віброізоляція є ефективним заходом зменшення вібрації, що передається на руки від ручного механізованого інструмента. Для цього держак відокремлюється від корпусу інструмента, що вібрує, за допомогою пружного елемента. Пружні елементи (амортизатори, віброізолятори) бувають гумові, гідравлічні, пневматичні та комбіновані. Використовуються також пневматичні та гідравлічні віброізолятори.

Віброізоляцію людини забезпечують за допомогою віброзахисних крісел, віброізоляційних кабін та платформ. Агрегати, які можуть викликати небажані вібрації конструкцій будинків (верстати, насоси, компресори, вентилятори, холодильні установки тощо), слід встановлювати на масивні фундаменти чи віброізолюючі основи. Невеликі агрегати, які розміщують на перекриттях будівель, встановлюють на масивні опорні плити, які збільшують масу установки, що призводить до зниження власної частоти коливань і зменшення вібрації агрегата. В свою

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
6.131.03. ВР.000.00ПЗ				
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
				41

чергу плити встановлюють на віброізолятори. Якщо технічними засобами не вдається зменшити рівень вібрацій до норми, то необхідно забезпечувати працівників індивідуальними засобами захисту. Ці засоби можуть застосовуватися як для захисту від загальної вібрації, так і локальної. Такими засобами можуть бути віброізолюючі рукавиці і віброізолююче взуття, які мають пружні прокладки, що захищають працівника від впливу вібрації. Комплекс лікувально-профілактичних заходів захисту передбачає: попередній та періодичний медичні огляди, заборону допуску до вібраційних робіт; лікувальну гімнастику, фізіотерапевтичні процедури, вітамінізацію та фітотерапію

Ивв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	6.131.03. ВР.000.00ПЗ			42

5 Технологічна частина [9]

Технологічний процес виготовлення блоку циліндрів

Технологічний процес виготовлення блоку циліндрів розробляється по [8].

Особливістю технологічного процесу є необхідність точного дотримання розташування отворів у блоці циліндрів з точністю по діаметрі 0,02 мм, точність кутового розташування 10 , зсув окружності розташування отворів відносно 0,02 мм.

Крім того, необхідно забезпечити точність виготовлення сферичної поверхні, тому що ця поверхня спільно зі сферичною поверхнею розподільника, являють собою золотникову пару.

Дані вимоги визначають технологічний процес виготовлення блоку циліндрів.

Серійне виготовлення блоку циліндрів - серійне виробництво (до 5000 штук на рік).

Заготівка під блок циліндрів, пруток, діаметром 105мм, довжиною 1000 мм ДЕРЖСТАНДАРТ 6511-60, матеріал заготівки – сталь 40Х.

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	6.131.03. ВР.000.00ПЗ	43
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Дубл.				
Взам.				
Подл.				
Разраб.				
Нормир.				
Соглас.	Кулинич			
Н. контр.				
А	Цех Уч. РМ	Опер	Код, наименование операции	
Б			Код, наименование оборудования	
К/М			Наименование детали, сб. единицы или материала	
01		005	4264 Отрезная ИОТ	
02	381785	XX	фрезерно отрезной 2 17428 211 1P 1 1 100 1 8 2,38	
03			Отрезка дефектного торца заготовки, отрезка заготовки	
04	391836	XX	фреза отрезная ГОСТ 267973	
05	393310	XX	Штангенциркуль ШЦ II-250 ГОСТ 267973	
06				
07				
08				
09		010	4111 Токарная ИОТ	
10	381148	XX	Токарно-винторезный 2 16045 411 1P 1 1 100 1 30 1,6	
11		Гочиль ø75 f6	подрезать горец, выдержав размер 58,6±0,2	
12	392110	XX	Резец проходной, отогнутый 40x25 ГОСТ 18868-73	
13	393120	XX	Калибр-скоба гладкая 75f7 ГОСТ 18361-73	
14	393120	XX	Калибр-скоба гладкая 64,3±0,2 ГОСТ 18361-73	
15				
16				
17				
18				
19				
МК				

6.131.03. ВР.000.00ПЗ

Изн	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	--------------	--------------	----------------

			ГОСТ 3.1118-82 форма 16 САПР		
Дубл	Взам	Подл	Обозначение документа	Конт.	Тшт.
А	Цех/Уч.	РМ/Опер	Код, наименование операции	ЕН	ОП
Б	Код, наименование оборудования	СМ	Проф. Р	УТ	КР/КОИД
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала	Обозначение, код		ОПП	ЕН
			ИОТ		
А 01			015 4111 Токарная		
Б 02	381148	XX	Токарно-винторезный	1	100
О 03	Подрезать торец выдержав размер 64,3±0,2; сверлить отверстие ø15H14				30
04	расточить отверстие ø17H14; расточить отверстие ø20H14; расточить				
05	отверстие ø24H7, снять фаску 1x45°; снять фаску ø24,5 ^{+0,1} x10°				
Г 06	392110	XX	Резец проходной отогнутый 40x25 ГОСТ 18868-73		
07	391000	XX	Сверло ø15 ГОСТ 6951-71		
08	392160	XX	Резец расточной ГОСТ 18062-72		
09	393310	XX	Штангенциркуль ЩЦ II-250 ГОСТ 166-89		
10	XX	XX	Спецкалибр ø15H14		
11	XX	XX	Спецкалибр ø17H14		
12	XX	XX	Спецкалибр ø20H14		
13	XX	XX	Спецкалибр ø24H7		
14					
А 15		020	4022 Расточная		
Б 16	381662	XX	Координатно-расточной	1	100
О 17	Сверлить 7 отверстий ø16,2 ^{+0,2} ; расточить 7 отверстий ø18 ^{+0,01}				40
18	Снять 7 фасок ø18,2 ^{+0,2} x10°				
Г 19	391000	XX	Сверло ø16,2 ГОСТ 6951-71		
МК					57

6.131.03. ВР.000.00ПЗ

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																																																																																																																			
ГОСТ 3.1118-82 форма 16 САПР																																																																																																																							
Дубл.																																																																																																																							
Взам.																																																																																																																							
Подл.																																																																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>А</th> <th>Цех Уч.</th> <th>РМ Опер</th> <th>Код, наименование операции</th> <th>Обозначение документа</th> </tr> <tr> <th>Б</th> <th colspan="3">Код, наименование оборудования</th> <th>СМ Проф. Р УТ КР КОИД ЕН ОП Кшт. Тшт.</th> </tr> <tr> <th>К/М</th> <th colspan="3">Наименование детали, сб. единицы или материала</th> <th>Обозначение, код</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>01</td> <td>392160</td> <td>XX</td> <td>Резец расточной ГОСТ 6551-71</td> <td></td> </tr> <tr> <td>02</td> <td>XX XX XX XX</td> <td>XX</td> <td>Спецкалибр $\phi 16,2^{+0,2}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>03</td> <td>XX XX XX XX</td> <td>XX</td> <td>Спецкалибр $\phi 18^{+0,01}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>04</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>А 05</td> <td></td> <td>025</td> <td>4111 Токарная с ЧПУ</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Б 06</td> <td>381148</td> <td>XX</td> <td>Токарно-винторезный</td> <td>2 16045 411 1Р 1 1 100 1 25 1,3</td> </tr> <tr> <td>О 07</td> <td colspan="4">Точить фаску $\phi 8-0,4 \times 30^\circ$; точить сферу R 127,0,2</td> </tr> <tr> <td>Г 08</td> <td>392110</td> <td>XX</td> <td>Резец проходной отогнутый 40x25 ГОСТ 18868-73</td> <td></td> </tr> <tr> <td>09</td> <td>XX XX XX XX</td> <td>XX</td> <td>Спецкалибр $\phi 58,0,4$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>XX XX XX XX</td> <td>XX</td> <td>Спецкалибр R 127,0,2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>А 12</td> <td></td> <td>030</td> <td>4214 Сверлильная</td> <td>МОТ</td> </tr> <tr> <td>Б 13</td> <td>381213</td> <td>XX</td> <td>Вертикально-сверлильный</td> <td>2 17335 311 1Р 1 1 100 1 25 1,3</td> </tr> <tr> <td>О 14</td> <td colspan="4">Сверлить 7 отверстий $\phi 11,6$; развернуть 7 отверстий $\phi 12Н7$</td> </tr> <tr> <td>Г 15</td> <td>391000</td> <td>XX</td> <td>Сверло $\phi 11,6$ ГОСТ 6551-71</td> <td></td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>XX XX XX XX</td> <td>XX</td> <td>Развертка $\phi 12$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>XX XX XX XX</td> <td>XX</td> <td>Спецкалибр $\phi 12Н7$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>18</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>19</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>МК</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>58</td> </tr> </tbody> </table>					А	Цех Уч.	РМ Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа	Б	Код, наименование оборудования			СМ Проф. Р УТ КР КОИД ЕН ОП Кшт. Тшт.	К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала			Обозначение, код	01	392160	XX	Резец расточной ГОСТ 6551-71		02	XX XX XX XX	XX	Спецкалибр $\phi 16,2^{+0,2}$		03	XX XX XX XX	XX	Спецкалибр $\phi 18^{+0,01}$		04					А 05		025	4111 Токарная с ЧПУ		Б 06	381148	XX	Токарно-винторезный	2 16045 411 1Р 1 1 100 1 25 1,3	О 07	Точить фаску $\phi 8-0,4 \times 30^\circ$; точить сферу R 127,0,2				Г 08	392110	XX	Резец проходной отогнутый 40x25 ГОСТ 18868-73		09	XX XX XX XX	XX	Спецкалибр $\phi 58,0,4$		10	XX XX XX XX	XX	Спецкалибр R 127,0,2		11					А 12		030	4214 Сверлильная	МОТ	Б 13	381213	XX	Вертикально-сверлильный	2 17335 311 1Р 1 1 100 1 25 1,3	О 14	Сверлить 7 отверстий $\phi 11,6$; развернуть 7 отверстий $\phi 12Н7$				Г 15	391000	XX	Сверло $\phi 11,6$ ГОСТ 6551-71		16	XX XX XX XX	XX	Развертка $\phi 12$		17	XX XX XX XX	XX	Спецкалибр $\phi 12Н7$		18					19					МК				58
А	Цех Уч.	РМ Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа																																																																																																																			
Б	Код, наименование оборудования			СМ Проф. Р УТ КР КОИД ЕН ОП Кшт. Тшт.																																																																																																																			
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала			Обозначение, код																																																																																																																			
01	392160	XX	Резец расточной ГОСТ 6551-71																																																																																																																				
02	XX XX XX XX	XX	Спецкалибр $\phi 16,2^{+0,2}$																																																																																																																				
03	XX XX XX XX	XX	Спецкалибр $\phi 18^{+0,01}$																																																																																																																				
04																																																																																																																							
А 05		025	4111 Токарная с ЧПУ																																																																																																																				
Б 06	381148	XX	Токарно-винторезный	2 16045 411 1Р 1 1 100 1 25 1,3																																																																																																																			
О 07	Точить фаску $\phi 8-0,4 \times 30^\circ$; точить сферу R 127,0,2																																																																																																																						
Г 08	392110	XX	Резец проходной отогнутый 40x25 ГОСТ 18868-73																																																																																																																				
09	XX XX XX XX	XX	Спецкалибр $\phi 58,0,4$																																																																																																																				
10	XX XX XX XX	XX	Спецкалибр R 127,0,2																																																																																																																				
11																																																																																																																							
А 12		030	4214 Сверлильная	МОТ																																																																																																																			
Б 13	381213	XX	Вертикально-сверлильный	2 17335 311 1Р 1 1 100 1 25 1,3																																																																																																																			
О 14	Сверлить 7 отверстий $\phi 11,6$; развернуть 7 отверстий $\phi 12Н7$																																																																																																																						
Г 15	391000	XX	Сверло $\phi 11,6$ ГОСТ 6551-71																																																																																																																				
16	XX XX XX XX	XX	Развертка $\phi 12$																																																																																																																				
17	XX XX XX XX	XX	Спецкалибр $\phi 12Н7$																																																																																																																				
18																																																																																																																							
19																																																																																																																							
МК				58																																																																																																																			

6.131.03. ВР.000.00ПЗ

ВИСНОВКИ

Під час виконання бакалаврської роботи в основному розділі, було розроблено аксіально-поршневий насос із похилим диском.

Були проведені розрахунки насоса. Також , проведені розрахунки на міцність.

За результатами розрахунків були побудовані такі робочі креслення: складальне креслення аксіально-поршневого насоса із похилим диском, креслення блоку циліндрів, креслення валу, креслення корпусу аксіально-поршневого насоса, диск насоса, п'ята аксіально-поршневого насоса.

Ивв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
6.131.03. ВР.000.00ПЗ				
48				

ЛІТЕРАТУРА

1. Попов Д.Н. Проектирование гидроприводов с дроссельным регулированием. Учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию; Под ред. В.В. Щульгина. – М. : Машиностроение, 1983.
2. Исаев Ю.М. Расчет и конструирование аксиально-поршневых насосов. Учебное пособие. – Ленинград, 1979
3. Скрицкий В.Я., Рокшевский В.А. Эксплуатация промышленных гидроприводов. – М.: Машиностроение, 1984.
4. Свешников В.К., Усов А.А. Станочные гидроприводы: Справочник. – М.: Машиностроение, 1982.
5. Ильин М.Г., Бекиров Я.А. Технология изготовления прецизионных деталей гидропривода. – М.: Машиностроение, 1971.
6. Методические указания по оформлению текстовых документов (курсовых и дипломных проектов) / Ю.В. Хмельницкий.
7. Абрамов Е.И., Колесниченко К.А., Маслов В.Т. Элементы гидропривода. – Киев: Техника, 1977 – 320с.
8. Башта Т.М. Гидропривод и гидропневмоавтоматика. – М.: Машиностроение, 1972
9. Шварцбурд Б.И. Технология производства гидравлических машин. М., Машиностроение, 1978, 352 с.
10. Голінько В.І. Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.
11. Іванілов О. С. Економіка підприємства: підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / О. С. Іванілов – К.: Центр учбової літератури, 2009 – 728 с.

Ивн. № подл.		Подпись и дата		Ивн. № дубл.		Взам. инв. №	
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	6.131.03. ВР.000.00ПЗ		