

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ
ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему

Розробка пластинчатого гідромотора $V=144\text{см}^3$ $P=6,3$ МПа $n=960$ об/хв

зі спеціальності

Гідравлічні машини, гідроприводи та гідропневмоавтоматика

Виконавець роботи Сисенко Валерій Валерійович

прізвище ім'я по батькові

підпис, дата

Науковий керівник

Кандидат технічних наук, доцент

науковий ступінь, учене звання

Ігнат'єв Олександр Савич

прізвище ім'я по батькові

31.05.18

підпис, дата

Суми 2018

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 59с., 4 рисунки, 20 літературних джерел.

Тема роботи «Розробка пластинчатого гідромотору $V=144\text{см}^3$,
 $P=6,3\text{МПа}$, $n=960\text{об/хв}$ ».

Графічні матеріали: Складальні креслення: мотора, бака, устаткування, агрегата на базі загальним обсягом 4 формату А1.

Мета роботи – визначення розмірів складових частин насоса.

Відповідно до поставленої мети знайдені розміри:

- ротора;
- статорам;
- пластин;
- пазів;
- каналів;
- пікон.

У розділі технологічна частина розроблені маршрутні карти виготовлення вала.

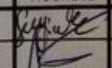
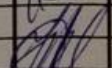
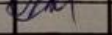
У розділі економіка розрахований кошторис виготовлення вала.

У розділі охорони праці розглянуте питання причини виробничого травматизму і професійної захворюваності.

Ключові слова: МОТОР, РОТОР, СТАТОР, ПЛАСТИНА, КОРПУС,
ВАЛ.

Зміст

Завдання	
Реферат	
Вступ.....	5
1 Конструкція та принцип дії.....	10
2 Гідравлічні розрахунки.....	12
3 Силовий розрахунок.....	18
4 Розрахунки на міцність.....	24
5 Технологічна частина.....	34
6 Розрахунок собівартості.....	48
7 Охорона праці.....	54
Висновок.....	57
Список літератури.....	58

6.05050205.18BP.000.00 ПЗ											
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата							
Разраб.		Сисенко			Розробка пластинчатого гідромотора $V=144 \text{ см}^3$, $P=6,3 \text{ МПа}$ $n=960 \text{ об/хв}$						
Провер.		Ігнат'єв									
Реценз.											
Н. Контр.		Алексєєнко									
Чтвєрд.											
					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">Лист</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Лист</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Листов</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6/8</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">59</td> </tr> </table>	Лист	Лист	Листов	6/8	4	59
Лист	Лист	Листов									
6/8	4	59									
					СумДУ, ГМ-41						

ВСТУП

Багато галузей промисловості мають потребу в швидко дійних, енергосмих, автоматизованих приводах оберального типу з широким діапазоном зміни передавального відношення. Найбільше застосування такі приводи знайшли в будівельних, дорожніх, вантажопідійомних і сільськогосподарських машинах, металургійному і транспортному машинобудуванні, суднобудуванні і авіації, робото-технічних системах і технологічному устаткуванні.

Відомо, що зі всіх типів без ступінчатих приводів оберального типу найкращі ваго-габаритні показники і динамічні якості забезпечує об'ємний гідропривід. Значну частину обмежень, які були до останнього часу, що накладаються на номенклатуру і габаритні розміри гідромашин великої потужності, на даний момент дозволило зняти освоєння вітчизняною промисловістю нових типів гідромашин.

В той же час досвід показує, що зі зростанням потужностей, що передаються, застосування гідропередач по традиційній схемі насос — мотор (повно потокових) викликає труднощі, а іноді стає неможливим через складність забезпечити необхідні ваго-габаритні показники і ККД [14]. Цю обставину особливо слід враховувати в тих випадках, коли планується використовувати гідропередачу в тривалому режимі навантаження: значні (до 20 % і вище) втрати потужності можуть звести нанівець переваги, що одержуються за рахунок без ступінчатого регулювання і автоматизації.

Важливим резервом на шляху розширення області застосування освоєваних гідропередач і поліпшення якості приводів на їх основі є використання багато поточності, коли об'ємний гідропривід встановлюється в паралельній гілці і передає тільки частину всієї потужності, що підводиться до входного валу.

Кінематична складність передачі, її здатність навантаження, закони зміни кінематичних і навантажень показників режиму роботи гідромашин залежать від рангу диференціального механізму і схеми з'єднання гідромашин з його основними ланками, що в сукупності визначає тип передачі. При їх дослідженні основна увага надається наступним питанням [10,12]: розподілу потоків потужності усередині передачі, співвідношенню між діапазоном регулювання варіатора і

Ім'я та прізвище					
Вік					
Підпис					
Ім'я та прізвище					
Ім'я та прізвище					
Ар.	Змі.	№ докум.	Підп.	Дата	
					Арк.
					5

передачі в цілому, умовам виникнення замкнутої (циркулюючої) потужності і можливості її усунення, методам розрахунку ККД.

Методи розрахунку ККД, засновані на розподілі потоків потужності, стають некоректними, оскільки в районі нульових гідравлічних потужностей поняття ККД гідроприводу втрачає значення. З позиції об'ємного гідроприводу (повно потокових гідро-об'ємних передач) незвичайною є робота гідромашин у складі ОГМП: кутова швидкість насоса змінюється до нуля, нульові значення приймає параметр регулювання гідромотора, в процесі зміни передавального відношення змінюються режими роботи гідромашин при незмінних режимах роботи вхідної і вихідної ланок передачі.

У зв'язку з цим ОГМП можна розглядати як клас передач, методи аналізу і синтезу яких представляють самостійний науковий напрям з метою виявити специфічні властивості ОГМП як комбінації диференціального механізму і об'ємного гідроприводу і підготувати теоретичні основи розрахунку і проектування, що забезпечують реалізацію переваг, закладених в самій ідеї створення передач із розгалуженим потоком потужності. Вітчизняні і зарубіжні дослідження у галузі об'ємних гідromеханічних передач дозволили досягти певних успіхів.

Головна мета застосування гідromеханічних передач (гідро-об'ємних трансмісій — ГОТ) на тракторах, рівно як і на інших транспортних засобах, — підвищення їх продуктивності в результаті збільшення коефіцієнта завантаження двигуна, полегшення управління трактором (немає трудомістких операцій, пов'язаних з управлінням зчепленням і коробкою передач) і забезпечення кращої маневреності, що викликає зменшення витрат часу на повороти. Причому продуктивність підвищується незважаючи на менший (приблизно на 10 %) ККД ГОТ порівняно з ККД механічної трансмісії [12]. Так, при установці на трактор МТЗ-50 ГОТ, замість механічної трансмісії коефіцієнт завантаження двигуна збільшився на оранці від 0,827 до 0,894, на прибиранні картоплі від 0,791 до 0,947, а на посіві зерна від 0,626 до 0,765. В результаті цього продуктивність трактора зросла при оранці, дискуванні, культивуванні і посіві на 6... 18%, при скошуванні трав і зернових культур на 16 ... 18 %,

Шанс.дата					Арк.
Виход.мпр.№					6
Ном.№зубл.					
Шанс.д.дата					
Ном.№зубл.					
Ар.	Зм.	№ докум.	Підп.	Дата	

при прибиранні кукурудзи, буряка, картоплі і перевезенню вантажів на 18 ... 30 %, витрати часу на повороти трактора зменшуються на 30 ... 35 %. В результаті проведених фірмою "Інтернешнл Харвестр" (США) порівняльних випробувань універсально-просапного трактора класу 1,4 з гідро-об'ємної і механічної трансмісіями одержано, що ГОТ збільшує продуктивність трактора при підборі і брикетуванні сіна на 28,9 %, на вантажних роботах до 24,9 %, при заготівці фуражу до 25,4% і при оранці до 7,4 %. Незважаючи на перелічені переваги, на сільськогосподарських тракторах ГОТ не знайшли широкого застосування. За кордоном випуск тракторів з ГОТ складає 2 ... 3 % від загального їх випуску. Широке застосування ГОТ на тракторах стримує лише одна причина — їх висока вартість (трактор з ГОТ за даними фірми "Інтернешнл Харвестр" на 20 % дорожче, ніж трактор із звичайною механічною трансмісією). Висока вартість пояснюється тим, що трактор має двигун порівняльно-високої потужності і вся вона передається через ГОТ, а також тим, що для трактора потрібен ГОТ з великим діапазоном зміни передавального числа, — все це викликає необхідність застосування гідромашин великого робочого об'єму.

Використовування ГОТ на міських автомобілях є перспективним з погляду економії енергетичних ресурсів [10,12]. В результаті застосування гідроаккумулятора ГОТ дозволяє здійснити рекуперацію енергії при гальмуванні автомобіля і завдяки цьому зменшити витрату палива (для міського автобуса на 30 %). Одночасне зниження витрати палива в результаті використання двигуна на оптимальних режимах і рекуперації енергії складає 40 %. При застосуванні спеціальної ГОТ можна знизити витрату палива при русі в місті на 50 %. Принципова схема такої ГОТ показана на рис. 1 [40]. Застосування гідроприводів у верстатобудуванні дозволяє спростити кінематику верстатів, знизити металоемкість, підвищити точність, надійність і рівень автоматизації [14]. Широке використання гідроприводів у верстатобудуванні визначається рядом їх істотних переваг перед іншими типами приводів і перш за все можливістю отримання великих зусиль і потужностей при обмежених розмірах гідро-двигунів. Гідроприводи забезпечують широкий діапазон без

Істор. № докум.	Класиф. і дата	Істор. № дубл.	Взам. інв. №	Істор. і дата						Арк.
										7
Ар.	Зам.	№ докум.	Підп.	Дата						

ступінчатого регулювання швидкості (за умов хорошої плавності руху), можливість роботи в динамічних режимах з необхідною якістю перехідних процесів, захист системи від перевантаження і точний контроль діючих зусиль.

У сучасних верстатах і гнучких виробничих системах з високим ступенем автоматизації циклу потрібна реалізація безлічі різних рухів. Компактні гідродвигуни легко вбудувати у верстатні механізми і з'єднати трубопроводами з насосною установкою, що має один або два насоси. Така система відкриває широкі можливості для автоматизації циклу, контролю і оптимізації робочих процесів, застосування копіювальних, адаптивних або програмних систем управління, легко піддається модернізації, містить, головним чином, уніфіковані вироби, що серійно випускаються спеціалізованими заводами. До основних переваг гідроприводу слід віднести також достатньо високе значення ККД, підвищену жорсткість і довговічність. Гідроприводи мають і недоліки, які обмежують їх використання у верстатобудуванні. Це втрати на тертя і витoki, що знижують ККД гідроприводу і викликають розігрівання робочої рідини. Внутрішні витoki через зазори рухомих елементів в допустимих межах корисні, оскільки покращують умови змащування і тепловідводу, тоді як зовнішні витoki приводять до підвищеної витрати масла, забруднення гідросистеми і робочого місця. Необхідність застосування фільтрів тонкого очищення для забезпечення надійності гідроприводів підвищує вартість останніх і ускладнює технічне обслуговування. Працездатність гідросистем різко знижується при попаданні повітря і води в мінеральне масло. Зміна в'язкості масла при його розігріванні приводить до зміни швидкості руху робочих органів. Вузли гідроприводу вельми трудомісткі у виготовленні. У зв'язку з наявністю внутрішніх витоків ускладнена точна координація рухів гідродвигунів. Для обслуговування гідрофікованих верстатів потрібен фахівець-гідралік. Критичний аналіз приводів різного типу стосовно конкретних умов того чи іншого верстата дозволяє вибрати оптимальне технічне рішення. Застосування проміжного енергоносія (мінерального масла) доцільне лише в тих випадках, коли переваги гідроприводу мають вирішальне значення. Якщо привід може бути успішно реалізований засобами гідравліки або

Пов. № підл.	Підп. і дата	Вам. інв. №	Підп. і дата
Ар	Змі	№ док.м.	Підп. Дата

Арк.

8

електрики, перевага повинна бути надана останній. Найбільш ефективно застосування гідроприводу у верстатах з повороталью поступовим рухом робочого органу, у високоавтоматизованих багатоцільових верстатах, агрегатних верстатах і автоматичних лініях, гнучких виробничих системах. Гідроприводи використовуються в механізмах подач, зміни інструменту, затиску, копіювальних супортах, пристроях для транспортування, урівноваження, розвантаження, фіксації, усунення зазорів, перемикання зубчатих коліс, приводу насосів, блокувань, прибирання стружки, переміщення огорож, повороту столів і револьверних головок, переміщення пінолей тощо. Гідроприводами оснащуються більш третини промислових робіт, яких випускають у світі.

При правильних конструюванні, виготовленні і експлуатації гідроприводів їх недоліки можуть бути зведені до мінімуму. Заводи постійно працюють над підвищенням технічного рівня своєї продукції, з метою підвищення її конкурентної спроможності на внутрішньому і зовнішньому ринках. Ця проблема є комплексною і вона може бути вирішена при рішенні цілого ряду окремих під задач, а саме: проведення комплексу науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, упровадженні на підприємствах системи управління якістю, в чому не останню роль виконує підготовка висококваліфікованих фахівців, що беруть участь у всіх стадіях життєвого циклу виробу.

Однією з складових частин гідроприводу, що виступає в ньому джерелом енергії, є насос [4,7]. Насос перетворює енергію руху провідної ланки (валу) на енергію потоку робочої рідини (масла) за рахунок зміни об'єму робочих камер, герметично відокремлених одна від одної. Самовсмоктуючі насоси створюють вакуум у камерах, об'єм яких збільшується, внаслідок чого масло всмоктується з бака, і одночасно витісняють масло з камер, об'єм яких зменшується; не самовсмоктуючі насоси реалізують лише останню функцію. У верстатобудуванні переважно застосування одержали пластинчасті (тиск до 6,3 або до 16 МПа) й аксіально-поршневі насоси - на більш вищій тиск.

Маш. № 1234	Підп. і дата
Види. № 567	
Маш. № 890	
Підп. і дата	
Маш. № 1234	

Ар.	Змін.	№ докум.	Підп.	Дата	Арк.
					9

І. КОНСТРУКЦІЯ ТА ПРИНЦИП ДІЇ НАСОСУ.

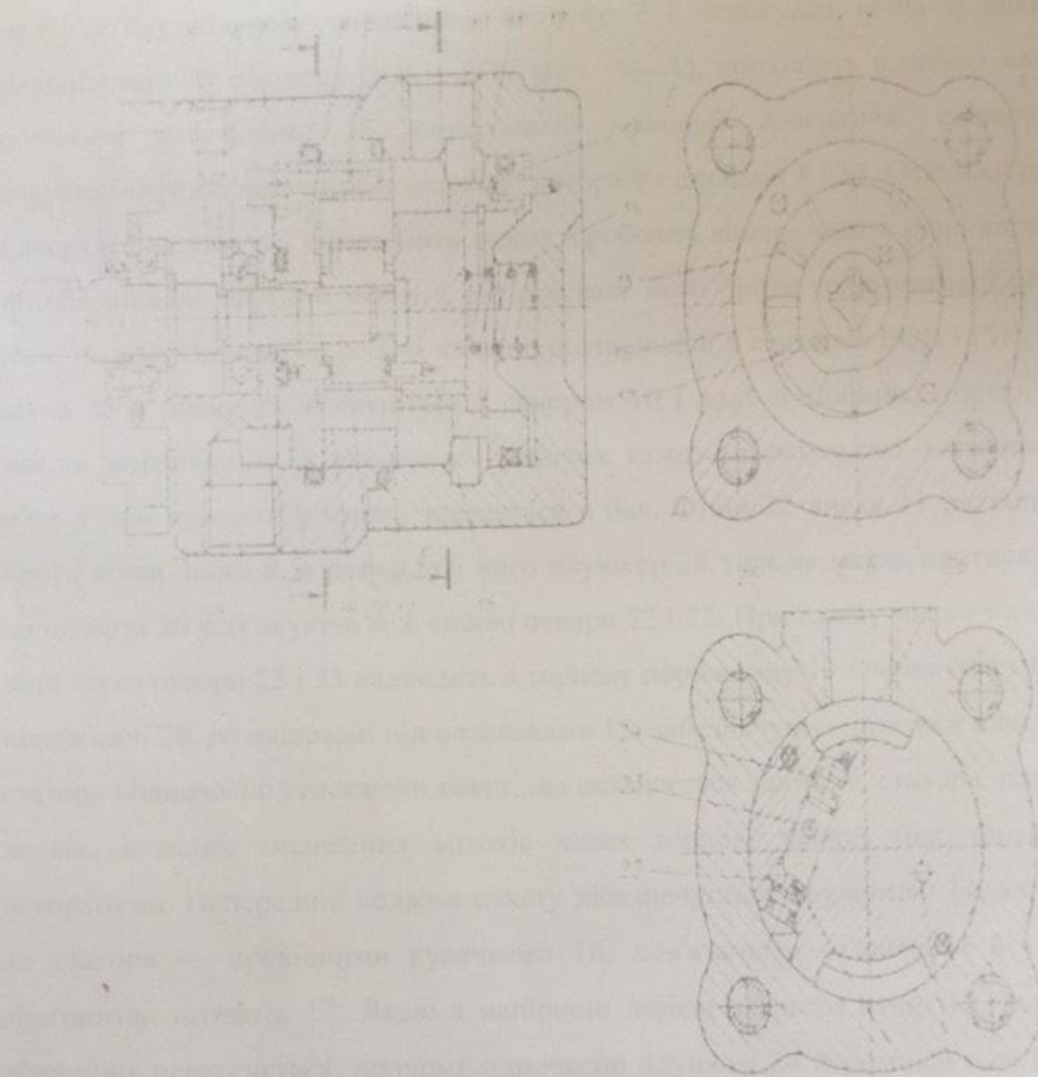


Рисунок 1 – Схема пластинчатого насосу

На рис. 1 зображено гідромотор пластинчастий Г16-15АМ (рис. 1) складаються з наступних основних деталей і вузлів: ротора 9, статора 19, дисків 8 і 11, пластин 15, вала 1, встановленого на підшипниках 4 і 6, корпусу 7, кришки 12, пружини 14, фланця 3 з ущільненням 2, провідних кулачків 16 і золотника 24.

При роботі гідромотора масло підводиться в один з отворів 10 (21) і одночасно через інший отвір 21 (або 10) відводиться в зливну лінію; отвір 5

Шкід. і дата
Взам. ліній. №
Вим. № дубля
Шкід. і дата
Вим. № ліній

Ар.	Змін.	№ докум.	Шкід.	Дата

Арк.

10

з'єднується з дренажною лінією. Якщо з напірною лінією з'єднане отвір 21, масло надходить у кільцеву порожнину корпусу 7 і через два вікна в диску 8, розташованих в секторах ВОГ і ДОВ (сеч. А—А), проходить в робочі камери, обмежені пластинами 15, внутрішньої овальної поверхнею статора 19, зовнішньої циліндричною поверхнею ротора 9 і дисками 8 і 11. Оскільки робочі поверхні пластин, які обмежують кожну з робочих камер, мають різні площі, на роторі виникає крутний момент, що повертає його проти годинникової стрілки (сеч. А—А). Одночасно робочі камери, розташовані в секторах ЕОВ і РІК, через вікна 25 в диску 11 з'єднуються з отвором 10 і далі зі зливною лінією, тому масло, витеснюване із зазначених робочих камер (в результаті зменшення їх об'єму при повороті ротора), зливається в бак. Отвір 22 диска 11 розташоване проти вікна диска 8, в результаті чого плунжер 24 тиском масла притискається до штифта 26 у з'єднуючи між собою отвори 22 і 23. При цьому масло з напірної лінії через отвори 22 і 23 надходить в торцеву порожнину 13 і через отвір 18 — в порожнині 20, розташовані під пластинами 15, забезпечуючи притиск пластин до статора і одночасно стискаючи пакет, що складається з ротора, статора, пластин і дисків, в цілях зменшення витоків через торцеві зазори між третювими поверхнями. Попередній поджим пакету забезпечується пружиною 14, а пластин до статора — провідними кулачками 16, пов'язаними з дисками 8 і 11 за допомогою штифтів 17. Якщо з напірною лінією з'єднати отвір 10, напрямок обертання реверсується, причому одночасно плунжер 24 переміщається вниз до упору в штифт 27, забезпечуючи з'єднання отвори 23 з напірною лінією. Оскільки ротор гідравлічно урівноважений, підшипники 4 і 6 розвантажуються від радіальних зусиль.

Інв. № докум.	Штук. ліній	Інв. № з'єдн.	Взам. інв. №	Штук. ліній	Інв. № докум.					Арк.
										11
Ар.	Зам.	№ докум.	Підп.	Дата						

2. ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ РОБОЧИХ ОРГАНІВ

2.1 Знаходимо найбільший ексцентриситет

$$e_{\max} = k \sqrt[3]{\frac{q}{2\eta_0}}$$

де q - робочий об'єм, см^3 ,
 $q = 144$.
 η_0 - об'ємний ККД,
 $\eta_0 = 0,93$.
 k - поправочний коефіцієнт.

При $q < 200$; $k = 1$;
 При $200 < q < 500$; $k = 0,8$;
 При $500 < q < 4000$; $k = 0,6$.

Тоді $e_{\max} = 4,291$;
 $e_{\max} = 3,433$;
 $e_{\max} = 2,575$;

Приймаємо: $e_{\max} = 3,5$ мм.

2.2 Знаходимо діаметр статора

$$D = \sqrt{\frac{500q}{2\eta_0 \pi k_1 e_{\max}}}$$

де q - робочий об'єм, см^3 ,
 $q = 144$.
 η_0 - об'ємний ККД,
 $\eta_0 = 0,93$.
 k - поправочний коефіцієнт.
 e_{\max} - ексцентриситет, мм.

При $q < 200$; $k_1 = 0,25$.
 При $200 < q < 500$; $k_2 = 0,4$.
 При $500 < q < 4000$; $k_3 = 0,55$.

Підп. і дата									
Вказ. міст. №									
Підп. № змін.									
Підп. і дата									
Підп. № підп.									
Ар.	Змін.	№ докум.	Підп.	Дата					
									Арк.
									12

При $k = 0,25$; $e_{\max} = 4,291$ мм;

$$D = \sqrt{\frac{500 \cdot 144}{2 \cdot 0,93 + 3,14 \cdot 0,25 + 4,291}} = 108,3058.$$

При $k = 0,4$; $e_{\max} = 3,433$ мм;

$$D = \sqrt{\frac{500 \cdot 144}{2 \cdot 0,93 + 3,14 \cdot 0,4 + 3,433}} = 95,729.$$

При $k = 0,55$; $e_{\max} = 2,575$ мм;

$$D = \sqrt{\frac{500 \cdot 144}{2 \cdot 0,93 + 3,14 \cdot 0,55 + 2,575}} = 94,274.$$

Приймаємо: $D = 108,3058$ мм.

2.3 Знайдемо діаметр ротора

$$d = D - 4e,$$

де D – діаметр статора, мм,

$$D = 108,3058.$$

e – ексцентриситет, мм,

$$e = 3,5.$$

$$d = 108,3058 - 14 = 94,3058.$$

$$d = 94,3058 \text{ мм.}$$

$$d = D - 4e,$$

де D – діаметр статора, мм,

$$D = 95,729.$$

e – ексцентриситет, мм,

$$e = 3,5.$$

$$d = 95,729 - 14 = 81,729,$$

$$d = 81,729 \text{ мм.}$$

$$d = D - 4e,$$

де D – діаметр статора, мм,

$$D = 94,274$$

e – ексцентриситет, мм,

$$e = 3,5$$

$$d = 94,274 - 14 = 80,274$$

$$d = 80,274 \text{ мм.}$$

Приймаємо: $d = 94,3058$ мм.

Підп. і дата

Ім'я, прізвище, №

Ім'я, №, дубль.

Підп. і дата

Ім'я, № підп.

Ар.	Змін.	№ докум.	Підп.	Дата

Арк.

13

2.4 Знайдемо товщину пластини

$$\frac{b_1}{R} = 0,01 \div 0,075,$$

Приймаємо: 0,05;

де $R = D/2$.

$$R = 108,3058/2 = 54,1529 \text{ мм.}$$

$$b_1 = 54,1529 * 0,05 = 2,7076 \text{ мм.}$$

$$b_1 = 2,7076 \text{ мм.}$$

2.5 Знайдемо товщину ротора статора:

$$B = \frac{q}{2[\pi(R^2 - r^2) - (R-r) * b * z]}$$

$$B = \frac{144}{2[3,14(5,41^2 - 4,4^2) - (5,41 - 4,4) * 0,2707 * 12]} = 2,641,$$

де $q = 147 \text{ см}^3$,

$$R = 5,41 \text{ см.}$$

$$b = 0,2707 \text{ см.}$$

$$r = 4,4 \text{ см.}$$

$$z = 12.$$

2.6 Знайдемо більший діаметр кулачка:

$$D_{\text{кул.}} = D - 8e,$$

де D — діаметр статора, мм.

$$D = 108,3058.$$

e — ексцентриситет, мм.

$$e = 3,5.$$

$$D_{\text{кул.}} = 108,3058 - 28 = 80,3058 \text{ мм.}$$

2.7 Знайдемо модульний діаметр кулачка

$$d_{\text{кул.}} = d - 8e,$$

де d — діаметр ротора, мм.

$$d = 94,3058.$$

e — ексцентриситет, мм.

$$e = 3,5.$$

$$d_{\text{кул.}} = 94,3058 - 28 = 66,3058 \text{ мм.}$$

Підп. лист
Взам. змк. №
Имп. № змбд.
Цей лист
Имп. № лист

Ар.	Зм.	№ докум.	Підп.	Дата

2.8 Знайдемо товщину кулачка

$$b_2 = 2e,$$

де e – ексцентриситет, мм.

$$e = 3,5.$$

$$b_2 = 2 * 3,5 = 7 \text{ мм.}$$

2.9 Знайдемо більший діаметр расточки ротора під кулачок

$$D_{\text{раст.}} = D - 8e,$$

де D – діаметр статора, мм.

$$D = 108,3058.$$

e – ексцентриситет, мм.

$$e = 3,5.$$

$$D_{\text{раст.}} = 108,3058 - 28 = 80,3058 \text{ мм.}$$

2.10 Знайдемо малий діаметр расточки ротора під кулачок

$$d_{\text{раст.}} = d_{\text{кул.}} - 4e,$$

де $d_{\text{кул.}}$ – діаметр статора, мм.

$$d_{\text{кул.}} = 66,3058.$$

e – ексцентриситет, мм.

$$e = 3,5.$$

$$d_{\text{раст.}} = 66,3058 - 14 = 52,3058 \text{ мм.}$$

2.11 Знайдемо діаметр внутрішній расточки кулачка

$$d_{\text{рот.}} = d_{\text{раст.}} + 2c,$$

де $c = 1$.

$$d_{\text{рот.}} = 52,3058 + 2 = 54,3058 \text{ мм.}$$

2.12 Знайдемо зовнішній діаметр статора

$$D_{\text{нар.}} = D + 4e,$$

де D – діаметр статора, мм.

$$D = 108,3058.$$

e – ексцентриситет, мм.

$$e = 3,5.$$

$$D_{\text{нар.}} = 108,3058 + 14 = 122,3058 \text{ мм.}$$

Шифр Екста

Видат. інст. №

Інст. № дубл.

Шифр докум.

Інст. № інст.

Ар.	Змі.	№ докум.	Підп.	Дата

Арк.

15

2.13 Знайдемо зовнішній діаметр диску статора

$$D_{нар.} = D_{диска}$$

де $D_{диска}$ — зовнішній діаметр статора.

$$D_{нар.} = D_{диска} = 122,3058 \text{ мм.}$$

2.14 Знайдемо середній діаметр глухих вікон диска

$$D_{ср.} = d + 2e,$$

де d — діаметр статора, мм,

$$d = 94,3058.$$

e — ексцентриситет, мм,

$$e = 3,5.$$

$$D_{ср.} = 94,3058 + 7 = 101,3058 \text{ мм.}$$

2.15 Знайдемо ширину паза образуючих вікон

$$b_3 = 2e,$$

де, e — ексцентриситет, мм,

$$e = 3,5.$$

$$b_3 = 2 \cdot 3,5 = 7 \text{ мм.}$$

2.16 Знайдемо середній діаметр прохідного вікна диска

$$D_{прох.} = D_{ср.} + 2e,$$

де $D_{ср.}$ — діаметр статора, мм,

$$D_{ср.} = 101,3058.$$

e — ексцентриситет, мм,

$$e = 3,5.$$

$$D_{прох.} = 101,3058 + 7 = 108,3058 \text{ мм.}$$

2.17 Знайдемо кут між пластинами

$$\beta = \frac{2\pi}{z},$$

$$\beta = \frac{2 \cdot 180}{12} = 30^\circ.$$

Шанс. л. вип.
Вим. площ. №
Изм. № дубл.
Шанс. л. зап.
Изм. № підп.

Ар.	Взм.	№ докум.	Підп.	Дата	Арк. 16
-----	------	----------	-------	------	------------

2.18 Знайдемо довжину дуги перемички між вікнами

$$l_{\text{дуг.}} = \frac{\pi * D_{\text{ср.}}}{z},$$

$$l_{\text{дуг.}} = \frac{3,14 * 101,3058}{12} = 26,508;$$

$$l_{\text{дуг.}} = 26,508 \text{ мм.}$$

2.19 Знайдемо довжину дуги с урахуванням площини і пластини

$$l_{\text{дуг.1}} = l_{\text{дуг.}} \pm \frac{b_1}{2},$$

$$l_{\text{дуг.1}} = 26,508 \pm \frac{2,7076}{2} = 25,1542 \div 27,8618;$$

$$l_{\text{дуг.1}} = 25,1542 \div 27,8618 \text{ мм.}$$

Штук. № вікна	Штук. № лота	Кит. № докум.	Вид. арт. №	Штук. лота	Арк.
Ар.	Змі.	№ докум.	Пі.ш.	Дата	17

3. Силовий розрахунок

3.1 Знаходимо силу інерції, яка діє на пластину

$$F_{\text{ін.}} = m * j,$$

де m - маса пластини, кг.

$$m = \rho_{\text{ст.}} * b * B * l,$$

де $\rho_{\text{ст.}}$ - густина сталі, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$,

$$\rho_{\text{ст.}} = 7850.$$

b - товщина пластини, см,

$$b = 0,27076.$$

B - товщина ротора статора, с,

$$B = 2,641.$$

l - довжина пластини, мм,

$$l = 4e.$$

$$l = 4 * 3,5 = 14.$$

$$M = \rho_{\text{ст.}} * b * B * l,$$

$$m = 7,850 * 0,002708 * 0,02641 * 0,014 = 7,859 \text{ г} = 0,0079 \text{ кг.}$$

де j - прискорення пластини,

$$j = \rho * \omega^2 * \cos\varphi,$$

де φ - кут повороту ротора (в нижній та верхній «мертвих» точках),

$\varphi = 0^\circ$ та 180° - відповідно.

де ρ - радіус окружності, по якій рухається пластини, м,

$$\rho = R_{\text{ст.}} - 2e.$$

де $R_{\text{ст.}} = D/2$.

$$R_{\text{ст.}} = 108,3058/2 = 54,1529.$$

Тоді

$$\rho = R_{\text{ст.}} - 2e.$$

$$\rho = 54,1529 * 10^{-3} - 7 * 10^{-3} = 47,1529 * 10^{-3},$$

$$\omega = 2\pi n/60,$$

$$\omega = \frac{2 * 3,14 * 1500}{60} = 157,$$

де $n = 1500 \text{ об/хв.}$

План і дата
Вам. п.п. №
Вис. № і дата
План і дата
Вам. № і дата

Ар.	Змі.	№ докум.	Підп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Арк.

18

Тоді

$$j = \rho * \omega^2 * \cos\varphi,$$

$$j = 54,1529 * 10^{-3} * 157^2 * 1 - 1334,8 \text{ м/с}^2.$$

Отже

$$F_{\text{ин}} = m * j,$$

$$F_{\text{ин}} = 0,0079 * 1334,8 = 10,545 \text{ Н.}$$

3.2 Знаходимо силу тиску діючу на торець пластини у верхній «мертвій» точці

$$P_{\text{двл. нмт.}} = b * B * P_{\text{н.}}$$

де b – товщина пластини, мм,

$$b = 0,2708.$$

B – товщина ротора статора, см,

$$B = 2,641.$$

$P_{\text{н.}}$ – тиск насоса,

$$P_{\text{н.}} = 7.$$

$$P_{\text{двл. нмт.}} = 2,708 * 10^{-3} * 27 * 10^{-3} * 7 * 10^6 = 511,812 \text{ Н.}$$

3.3 Знаходимо силу тиску діючу на торець пластини у нижній «мертвій» точці

$$P_{\text{двл. нмт.}} = \frac{1}{3} * b * B * P_{\text{н.}}$$

де b – товщина пластини, мм,

$$b = 0,2708.$$

B – товщина ротора статора, см,

$$B = 2,641.$$

$P_{\text{н.}}$ – тиск насоса,

$$P_{\text{н.}} = 7.$$

$$P_{\text{двл. нмт.}} = \frac{1}{3} * 2,78 * 10^{-3} * 27 * 10^{-3} * 7 * 10^6 = 170,604 \text{ Н.}$$

Підп. і дата

Відк. вказ. №

Вказ. № і год.

Підп. і дата

Вказ. № і год.

Ар.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

Арк.

13

3.4. Знаходимо силу тертя пластини об статор

$$F_{тр} = \mu \cdot (P_{max} + F_{in}).$$

$$F_{тр} = 0,02 \cdot (511,812 + 10,545) = 10,447 \text{ Н.}$$

де μ – коефіцієнт тертя.

$$\mu = 0,02.$$

3.5. Знаходимо силу гнутаюча пластину

$$R_{гнутаюча} = (P_{in} - P_{out}) \cdot B \cdot 2e.$$

$$R_{гнутаюча} = 7 \cdot 10^{-3} \cdot 26,41 \cdot 10^{-3} \cdot 7 \cdot 10^6 = 1294,09 \text{ Н.}$$

3.6. Знаходимо силу, що діє на ротор

$$R_{рот} = d \cdot B \cdot P_{in}$$

$$R_{рот} = 94,3058 \cdot 27 \cdot 7 = 17823,7962 \text{ Н.}$$

3.7. Знаходимо силу, що віджимає передній диск

$$R_{отж} = \frac{1}{2} \cdot (D_{статор}^{2 \text{ внутр}} - (d_{max} + 2c)^2) \cdot P_{ср} + f_{отж} \cdot P_{ср},$$

де $P_{ср}$ – середній тиск, Па.

$$P_{ср} = \frac{P_{in} + P_{out}}{2},$$

$$P_{ср} = \frac{7 \cdot 10^6}{2} = 3,5 \cdot 10^6.$$

де $f_{отж}$ – площа вікна, мм².

$$f_{отж} = \frac{5}{8} \cdot L_{2 \text{ вікна}} \cdot b_2.$$

$$f_{отж} = 0,625 \cdot 237,124 \cdot 7 = 1037,418.$$

де $L_{2 \text{ вікна}}$ – довжина вікна, мм.

$$L_{2 \text{ вікна}} = \pi \cdot D_{ср} - 2 \cdot l_{диск} - l_{диск1}$$

$$L_{2 \text{ вікна}} = 3,14 \cdot 101,3058 - 2 \cdot 26,508 - 27,8618 = 237,124.$$

Імя, Прізвище
Імя, Прізвище
Імя, Прізвище
Імя, Прізвище
Імя, Прізвище

№	Дат.	№	Дат.	№	Дат.	№	Дат.	№	Дат.

Тоді

$$\frac{1}{2} * (122,3058^2 - (15,6 + 2 * 1)^2) * 3,5 * 10^6 + 1037,418 * 3,5 * 10^6 = \frac{1}{2} * (14958,7087 - (17,6)^2) * 3,5 + 3630,963 = \frac{1}{2} * (14958,7087 - 309,76 * 3,5 + 3630,963 = \frac{1}{2} * (14648,9487) * 3,5 + 3630,963 = 29266,6232.$$

3.8 Знаходимо силу прижимаючу передній диск

$$R_{\text{приж}} = 3R_{\text{пруж}} + \rho_{\text{н}} \pi \left(\frac{D_{\text{нар}}^2 - D_{\text{раст}}^2}{4} \right),$$

де $R_{\text{пруж}}$ – сила пружини.

З цього рівняння виразимо $R_{\text{пруж}}$:

$$R_{\text{пруж}} = \frac{R_{\text{приж}} - \rho_{\text{н}} \pi \left(\frac{D_{\text{нар}}^2 - D_{\text{раст}}^2}{4} \right)}{3},$$
$$R_{\text{пруж}} = \frac{33656,6167 - 7 * 3,14 \left(\frac{122,3058^2 - 80,3058^2}{4} \right)}{3} =$$
$$= \frac{33656,6167 - 46760,7312}{3} = -4368,038 \text{ Н.}$$

3.9 Знаходимо коефіцієнт піджиму

$$X = \frac{R_{\text{приж.}}}{R_{\text{отж.}}} = 1,1 \div 1,2,$$

$$R_{\text{приж.}} = R_{\text{отж.}} * 1,15.$$

$$R_{\text{приж.}} = 29266,6232 * 1,15 = 32656,6167 \text{ Н.}$$

Штук. і дата
Видат. лист. №
Штук. № дубля
Штук. і дата
Штук. № і дата

Ар.	Змі.	№ док.м.	Штук.	Дата	Арк.
					21

3.10 Знаходимо вживану потужність

$$N_{\text{вж}} = \frac{Q_{\text{фак}} \cdot P_{\text{н}}}{\eta_{\text{г}} + \eta_{\text{м}}}$$

$$N_{\text{вж}} = \frac{0,002977 \cdot 7 \cdot 10^6}{0,73 + 0,81} = \frac{0,020839 \cdot 10^6}{0,5913} = 35,243 \text{ кВт.}$$

де $Q_{\text{фак}}$ – фактична подача, м³/с.

$$Q_{\text{фак}} = Q_{\text{т}} \cdot \eta_{\text{гм}}$$

$$Q_{\text{фак}} = 0,003675 \cdot 0,81 = 0,002977.$$

де $Q_{\text{т}}$ – теоретическа подача, м³/с.

$$Q_{\text{т}} = q + n.$$

$$Q_{\text{т}} = 0,000147 + 25 = 0,003675.$$

$\eta_{\text{гм}}$ – гідромеханічний ККД.

3.11 Знаходимо діаметр валу

$$d_{\text{вал}} = a \sqrt{\frac{N_{\text{вж}}}{n_{\text{роб}}}}$$

$$d_{\text{вал}} = 10 \sqrt{\frac{35,243}{1442}} = 1,56 \text{ (см)} = 15,6 \text{ мм.}$$

де a – коефіцієнт,

$$a = 10.$$

де $N_{\text{вж}}$ – вживана потужність,

$$N_{\text{вж}} = 35,243 \text{ кВт.}$$

де $n_{\text{роб}}$ – робоче число обертів,

$$n_{\text{роб}} = n_{\text{с}} - \frac{N_{\text{вж}}}{N_{\text{сн}}} (n_{\text{с}} - n_{\text{ном}}).$$

$$n_{\text{роб}} = 1500 - \frac{35,243}{17} (1500 - 1440) = 1442 \frac{\text{об}}{\text{хв}}.$$

де $n_{\text{с}}$ – синхронна частота обертання.

№ п/п	№ завдання	№ варіанта	Після	Дата	Стор.
					2

$$n_c = 1500 \frac{\text{об.}}{\text{хв.}}$$

$n_{\text{ном}}$ — номинальное число оборотов,

$$n_{\text{ном}} = n_c (1 - S)$$

$$n_{\text{ном}} = 1500(1 - 0,04) = 1440$$

т.е. $S = 4\%$ — коэффициент скольжения,

$$S = 0,04$$

№ п/п	Имя Ф.И.О.	Дата	№ документа	Имя	Дата	Лист

4. Розрахунок на міцність

4.1 Розрахунок на міцність пластини

Пластинка виготовлена зі сталі 65Г, для якої допустиме нормальне напруження згину: $[\sigma_{\text{изг}}]$

$$[\sigma_{\text{изг}}] = 1700 \div 3300 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = (1700 \div 3300) * 10^5 \text{Па};$$

Розрахуємо нормальне напруження пластини при згині, порівнюючи його із допустимим.

Скористаємось формулою:

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{M_{\text{изг}}}{W},$$

де $M_{\text{изг}}$ - сумарний момент згину від моменту сили тиску $M_{\text{д}}$ і моменту сили тертя $M_{\text{тр}}$:

$$M_{\text{изг}} = \sqrt{M_{\text{д}}^2 + M_{\text{тр}}^2},$$

де $W_{\text{г}}$ - осьовий момент опору,

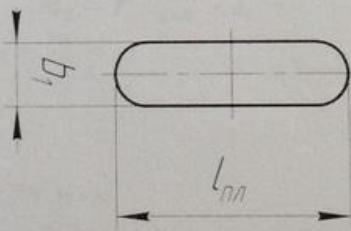


Рисунок 4.1 – Ескіз пластини

$$W = \frac{b_1 * (l_{\text{пл}}/2)^2}{6},$$

де, $b_1 = 2,7076 \text{ мм}$.

$l_{\text{пл}} = 14 \text{ мм}$.

Штук. в даній	Штук. в запасі	Видат. прим. №	Штук. в запасі	Штук. в даній

Ар.	Змін.	№ док.ум.	Підп.	Дата	Арк.
					24

$$W = \frac{2,7076 \cdot (14/2)^2}{6} = 22,112 \text{ мм}^3 = 22,112 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3.$$

На пластину діють сили тиску і тертя, як показано на рис.(4,2)

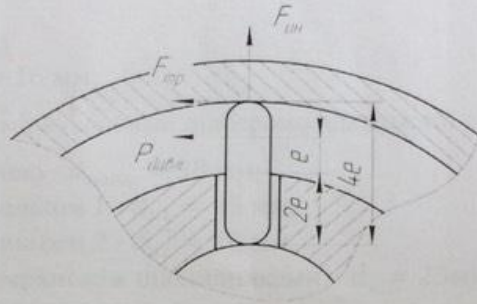


Рисунок 4.2 – Сили, що діють на пластину

Зайдемо: момент тертя і момент тиску

$$M_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \cdot 2e,$$

$$\text{де } F_{\text{тр}} = 10,447.$$

$$e = 3,5;$$

$$M_{\text{тр}} = 10,447 \cdot 2 \cdot 3,5 \cdot 10^{-3} = 0,073129 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_{\text{д}} = P_{\text{дав.вмт.}} \cdot e,$$

$$\text{де } P_{\text{дав.вмт.}} = 511,812 \text{ Н}.$$

$$e = 3,5.$$

$$M_{\text{д}} = 511,812 \cdot 3,5 \cdot 10^{-3} = 1,79 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Знаходимо сумарний згинаючий момент:

$$M_{\text{изг}} = \sqrt{0,073129^2 + 1,79^2} = 1,79 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Знаходимо нормальне напруження згину:

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{1,79}{22,112 \cdot 10^{-9}} = 809 \cdot 10^5 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}.$$

Отримане значення напруження є меншим за значення допустимих значень з діапазону.

Підп. і дата	
Взам. прим. №	
Підп. № дубл.	
Підп. в арх.	
Підп. № прим.	

Ар.	Зам.	№ докум.	Підп.	Дата

Арк.

25

4.3 Розрахунок на міцність валу

Покреслений розрахунок валу.

Розмір D_2 це визначено мінімальний діаметр останньої ділянки валу з шліцом із розрахунку на часе кручення і без урахування шпоу!

$$d_{min} = 15,6 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_{min} = 16 \text{ мм.}$

За конструктивними міркуваннями віберемо для кожної ділянки валу діаметр:

- діаметр від шпоночного - $d_{шпо} = 30 \text{ мм.}$
- діаметр від відмінником 1 - $d_{в1} = 25 \text{ мм.}$
- діаметр від відмінником 2 - $d_{в2} = 20 \text{ мм.}$
- діаметр від самої поверхні між відмінниками - $d_2 = 25 \text{ мм.}$
- діаметр валу від фланцевої муфти (5) з діаметром : $d_{мф} = 30 \text{ мм.}$

Визначимо вигляд валу:

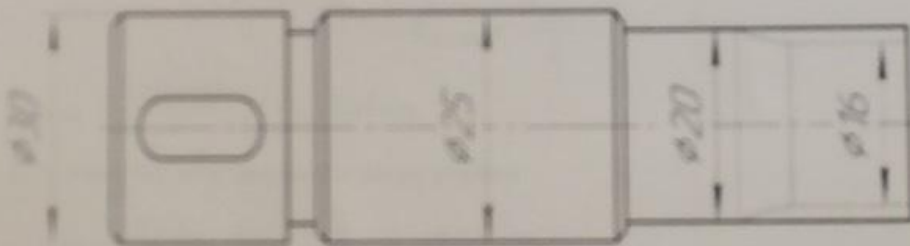


Рисунок 4.3 Вигляд валу

Вібір відмінника та розрахунок його на довговічність.

Складено розрахункову схему валу, визначивши при цьому значення довжин його характерних ділянок:

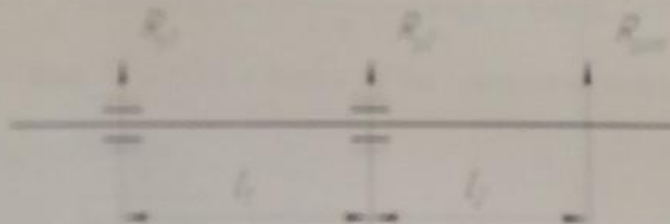


Рисунок 4.4 - Розрахункова схема валу

Довжина l_1 входить в себе діаметр патрубку $D_{мф}$ і товщину кранки $B_{мф}$.

$$D_{\text{патр}} = \sqrt{\frac{4 * q * n}{\pi * v}}$$

де v – мінімальна швидкість,

$$v = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$D_{\text{патр}} = \sqrt{\frac{4 * 144 * 10^{-6} * 1500}{3,14 * 1,5 * 60}} = \sqrt{\frac{0,882}{282,6}} = 0,05586 \text{ м} = 55,7 \text{ мм};$$

$$B_{\text{кр}} = R_{\text{диска}} * \sqrt{\frac{0,75 * p_i}{[\sigma_p]}}$$

де $R_{\text{диска}}$ – радіус диска переднього,

$$R_{\text{диска}} = \frac{D_{\text{диска}}}{2},$$

$$R_{\text{диска}} = \frac{122,3058}{2} = 61,1529 \text{ мм.}$$

P_i – сила від внутрішнього тиску рідини.

$$P_i = \frac{\pi * D_{\text{нар}}^2}{4} * p_i$$

де p_i – внутрішній тиск рідини,

$$p_i = 1,2 * p_n = 1,2 * 7 = 8,4 \text{ Мпа};$$

$$P_i = \frac{3,14 * 122,3058^2}{4} * 8,4 = \frac{46970,3453}{4} * 8,4 = 98637,7249 \text{ Н};$$

$$[\sigma_p] = (150 \div 300) \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} = (150 \div 300) * 10^5 \text{ Па} - \text{допустиме напруження розтягу.}$$

Прийmemo $[\sigma_p] = 25 \text{ МПа.}$

$$B_{\text{кр}} = 61,1529 * \sqrt{\frac{0,75 * 8,4}{25}} = 30,6985 \text{ мм};$$

Тоді

$$l_1 = D_{\text{патр}} + B_{\text{кр}},$$

Підп. і дата									
Вказів. №									
Вказів. №									
Підп. і дата									
Вказів. №									
Ар.	Змі.	№ док.м.	Пі.п.	Дата					Арк. 27

$$l_1 = 55,7 + 30,6985 = 86,3985 \text{ мм.}$$

Довжина l_2 приблизно дорівнює

$$l_2 = 2 * B,$$

$$l_2 = 2 * 27 = 54 \text{ мм.}$$

Визначимо сили реакції в підшипниках.

Для підшипника 1 умова рівноваги $\Sigma M_1 = 0$:

$$R_{y2} * l_1 + R_{\text{пот}} * (l_1 + l_2) = 0,$$

$$R_{y2} = \frac{-R_{\text{пот}} * (l_1 + l_2)}{l_1},$$

$$R_{y2} = \frac{-17823,7962 * (86,3985 + 54)}{86,3985} = \frac{-2502434,25}{86,4} = -28963,3594 \text{ Н.}$$

Для підшипника 2 умова рівноваги $\Sigma M_2 = 0$:

$$-R_{y1} * l_1 + R_{\text{пот}} * l_2 = 0,$$

$$R_{y1} = \frac{R_{\text{пот}} * l_2}{l_1},$$

$$R_{y1} = \frac{17823,7962 * 54}{86,4} = \frac{962484,995}{86,4} = 11139,8726 \text{ Н.}$$

Визначимо сумарні радіальні сили реакції, що діють на підшипники:

$$P_{r1} = \sqrt{R_{x1}^2 + R_{y1}^2} = \sqrt{(0)^2 + 11139,8726^2} = 11139,8726 \text{ Н;}$$

$$P_{r2} = \sqrt{R_{x2}^2 + R_{y2}^2} = \sqrt{(0)^2 + 28963,3594^2} = 28963,3594 \text{ Н.}$$

Будемо епори згинального моменту:

$$M_{\text{ш1}} = R_{y1} * l_1 = 11139,8726 * 86,4 * 10^{-3} = 962,485 \text{ Н * м;}$$

$$M_{\text{ш2}} = R_{\text{пот}} * l_2 = 17823,7962 * 54 * 10^{-3} = 962,485 \text{ Н * м.}$$

Приймаємо кулькові радіальні однорядні підшипники середньої серії 304, ст.394, для якого: $d = 20 \text{ мм}$, $D = 52 \text{ мм}$, $B = 15 \text{ мм}$, $r = 2 \text{ мм}$, $C = 15,9 \text{ кН}$, $C_0 = 7,8 \text{ кН}$;

Дата	Підп.					Арк.
	№ док.	№ док.	№ док.	№ док.	№ док.	
№ док.	№ док.	№ док.	№ док.	№ док.	№ док.	28

Визначасмо еквівалентне динамічне навантаження P_e на підшипник за формулою (9.3), с. 212 за С. А. Чернавский.

$$P_e = (X \cdot V \cdot P_{r2} + Y \cdot F_a) K_\sigma \cdot K_T,$$

де $V = 1$ – коефіцієнт обертання внутрішнього кільця підшипника за Чернавским.

$K_\sigma = 1,2$ – коефіцієнт безпеки, приймаємо за табл. 9.19, с. 214 за Чернавским.

$K_T = 1$ – температурний коефіцієнт, приймаємо за табл. 9.20, с. 214;

$F_a = 0$ – осьова сила на вал, за Чернавским.

$Y = 0, X = 1$; за Чернавским.

$$P_e = (X \cdot V \cdot P_{r2} + 0) K_\sigma \cdot K_T = X \cdot V \cdot P_{r2} \cdot K_\sigma \cdot K_T,$$

$$P_e = 1 \cdot 1 \cdot 28963 \cdot 1,2 \cdot 1 = 34755,6 \text{ Н.}$$

Визначасмо номінальну довговічність (ресурс) підшипника в годинах за формулою (9.1) - (9.2), с. 211 за С. А. Чернавский.

$$L_h = \frac{10^6 L}{60 \cdot n} = \frac{10^6}{60 \cdot n} \left(\frac{C}{P_e} \right)^p,$$

де $n = 1500$ об/хв – частота обертання валу;

$C = 15900$ Н – динамічна вантажопідйомність підшипника 304 за стандартом;

$p = 3$ – показник степеню для кулькових підшипників.

$$L_h = \frac{10^6}{60 \cdot 1500} \left(\frac{15900}{34755,6} \right)^3 = 1,06 \text{ год.}$$

Приймаємо кулькові радіальні однорядні підшипники середньої серії 305, ст.394,

$d = 25$ мм, $D = 62$ мм, $B = 17$ мм, $r = 2$ мм, $C = 22,5$ кН, $C_0 = 11,4$ кН

Визначасмо еквівалентне динамічне навантаження P_e на підшипник за формулою (9.3), с. 212 за С. А. Чернавский.

$$P_e = (X \cdot V \cdot P_{r2} + Y \cdot F_a) K_\sigma \cdot K_T,$$

де $V = 1$ – коефіцієнт обертання внутрішнього кільця підшипника;

$K_\sigma = 1,2$ – коефіцієнт безпеки, приймаємо за табл. 9.19, с. 214;

$K_T = 1$ – температурний коефіцієнт, приймаємо за табл. 9.20, с. 214;

Шанс. дата
Важел. №
Шанс. №
Шанс. дата
Шанс. №

Ар.	Змі.	№ докум.	Підп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

$F_a = 0$ – осьова сила на вал;

$Y=0, X=1$

$$P_e = (X \cdot V \cdot P_{r1} + 0) K_o \cdot K_T = X \cdot V \cdot P_{r2} \cdot K_o \cdot K_T,$$

$$P_e = 1 \cdot 1 \cdot 11139,8726 \cdot 1,2 \cdot 1 = 13367,8512 \text{ Н.}$$

Визначасмо номінальну довговічність (ресурс) підшипника в годинах за формулою (9.1) - (9.2), с. 211 за С. А. Чернавский.

$$L_h = \frac{10^6 L}{60 \cdot n} = \frac{10^6}{60 \cdot n} \left(\frac{C}{P_e} \right)^p,$$

де $n = 1500$ об/хв – частота обертання вала;

$C = 22500$ Н – динамічна вантажопідійомність підшипника 305 за стандартом;

$p = 3$ – показник степеня для кулькових підшипників.

$$L_h = \frac{10^6}{60 \cdot 1500} \left(\frac{22500}{13367,8512} \right)^3 = 52,97 \text{ год.}$$

4.4 Розрахунок на міцність шпильки.

Розраховуємо нормальне напруження пластини при розтяганні, порівнюючи його із допустимим.

Скористась формулою:

$$[\sigma_p] > \sigma_p = \frac{P_k}{z_{шп} \cdot f_{шп}} = 0,$$

де $z_{шп}$ – кількість шпильок;

$f_{шп}$ – площа поперечного перерізу шпильки;

P_k – зусилля затяжки.

$$P_k = P_d + P_i,$$

де P_i – сила от внутрішнього тиску.

$$P_i = \frac{\pi D_{нар}^2}{4} \cdot p_i,$$

$p_i = 1,2 p_n$ – внутрішній тиск,

$$p_i = 1,2 \cdot 7 = 8,4 \text{ МПа.}$$

Шпильки
Вид, тип, №
Розм. зовн.
Шпильки
Розм. внутр.
Шпильки
Розм. внутр.

Ар.	Змін.	№ докум.	Підп.	Дата.
-----	-------	----------	-------	-------

Арк.

30

$$P_i = \frac{3,14 * 122,3058^2}{4} * 8,4 = \frac{46970,3453}{4} * 8,4 = 98637,7249 \text{ Н};$$

P_d – ущільнююча сила;

$$P_d = \frac{\pi(D_{\text{прок}}^2 - D_i^2) p_n}{4},$$

$D_{\text{прок}}$ – діаметр прокладки;

$$D_i = D_{\text{нар}},$$

стат

Приймаємо по ГОСТ 9833-73 кільцеве гумове ущільнення з внутрішнім діаметром $D_{\text{прок}} = 126,5$ мм і діаметром поперечного перерізу $d = 3,6$ мм.

$$P_d = \frac{3,14 * (108,3058^2 - 122,3058^2) * 7}{4} = 7740,94 \text{ Н}.$$

Тоді

$$P_k = 7740,94 + 98637,7249 = 106378,665 \text{ Н}.$$

Напишемо вираз для знаходження діаметра шпильки:

$$d_{\text{шп}} = 2 \sqrt{\frac{P_k}{\pi * z * \sigma_p}},$$

$$d_{\text{шп}} = 2 * \sqrt{\frac{106379}{3,14 * 4 * 55,5}} = 0,02584 \text{ м}.$$

Приймаємо $d_{\text{шп}} = 26$ мм.

Допустиме нормальне напруження при розтягуванні шпильки знайдемо з наступного виразу:

$$[\sigma_p] = \frac{\sigma_T}{[n]},$$

де σ_T – межа текучості,

$\sigma_T = 250$ МПа для сталі 45.

$$[n] = 4 \div 5,$$

Прийmemo $[n] = 4,5$.

Тоді

$$[\sigma_p] = \frac{250}{4,5} = 55,5 \text{ МПа}.$$

Ім'я, І. прізвище	Ім'я, І. прізвище	Вік, роки	№	Дата	Арк.
					31
Ар.	Змін.	№ докум.	Підп.	Дата	

5. Розрахунок шпонкового та шліцевого з'єднання.

Вибираємо для шпонкового з'єднання вала із півмуфтою пружної муфти МПВП призматичну шпонку із закругленими торцями.

Матеріал шпонки – сталь 45 нормалізована.

Розрахункове допустиме напруження зминання $[\sigma_{зм}] = 100$ МПа для такого шпонкового з'єднання вибираємо за рекомендаціями.

Для хвостовика вала з діаметром $d = 30$ мм вибираємо за ГОСТ 23360–78 розміри шпонки $b \times h$ (ширину $b = 10$ мм, висоту $h = 8$ мм) і глибину паза на валу $t_1 = 5$ мм.

Розрахунковий момент обертання на валу $T = 227$ Н·м.

Визначаємо робочу довжину шпонки l_p із умови міцності шпонкового з'єднання на зминання

$$l_p = \frac{2 \cdot T}{d \cdot [\sigma_{зм}] \cdot (h - t_1)} = \frac{2 \cdot 227 \cdot 10^3}{30 \cdot 100 \cdot (8 - 5)} = 50,4 \text{ мм.}$$

Довжина шпонки

$$l = l_p + b = 50,4 + 10 = 60,4 \text{ мм.}$$

Згідно ГОСТ 23360–78 обираємо довжину $l = 58$ мм.

Таким чином, для шпонкового з'єднання вала із півмуфтою пружної муфти МПВП вибираємо призматичну шпонку $b \times h \times l = 10 \times 8 \times 58$ ГОСТ 23360–78.

Для з'єднання ротора з валом використаємо шліцеве з'єднання середньої серії. Умовний допустимий тиск $[\sigma_{ум}] = 95$ МПа для такого шпонкового з'єднання вибираємо за рекомендаціями. Для хвостовика вала вибираємо за ГОСТ 1139-80 розміри шліцевої ділянки вала $z \times d \times D$ (кількість зубців $z = 6$, внутрішній діаметр $d = 16$ мм і зовнішній діаметр $D = 20$ мм.)

Розрахунковий момент обертання на валу $T = 227$ Н·м.

Визначаємо робочу довжину шліца l із умови зносостійкості шліцевого з'єднання на зминання:

$$l = \frac{10^3 \cdot T}{S_A \cdot [\sigma_{ум}]},$$

де S_A – статичний момент одиниці довжини робочої поверхні шліців відносно осі вала,

Штан. л. дата									
Визн. прим. №									
Вим. № дробів									
Вим. № шліц									
Вим. № шліц									
Ар.	Змін.	№ докум.	Підп.	Дата					Арк.
									32

$$S_d = 76 \text{ мм}^3/\text{мм}$$

$$l = \frac{10^3 \cdot 227}{76 \cdot 95} = 31,4 \text{ мм}$$

Таким чином, для шліцьового з'єднання вала із ротором виберасмо наступні розміри $z \times d \times D = 6 \times 16 \times 20$ ГОСТ 1139-80.

Відп. № інст.	Шліф. в. дати	Вим. № докум.	Шліф. д. дата						Арк.
									33
Ар.	Змін.	№ докум.	Підп.	Дата					

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

В технологічній частині розроблено технологічний процес виготовлення вала

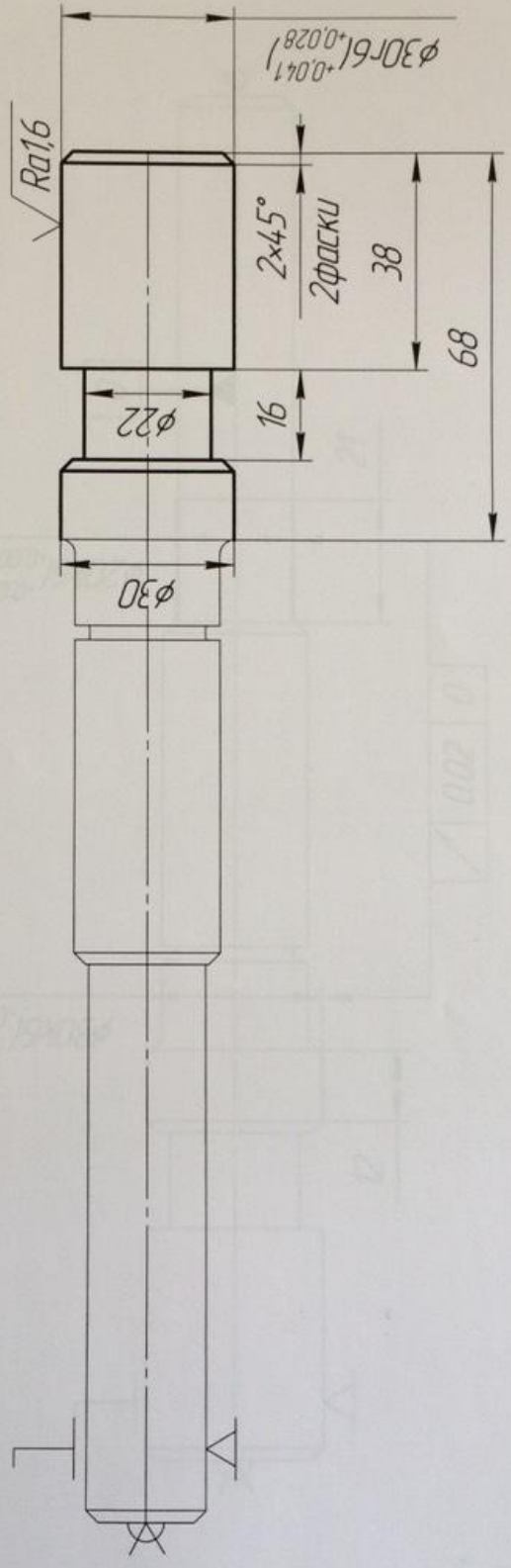
						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

Формат 7

ГОСТ 31105-84

Материал	Внешний вид	Позиция	Классификация
		1	КП
Изготовитель	Проверено	1	045
Вал			
И. конструктор			

$\nabla Ra 6,3$



* Размеры для справок

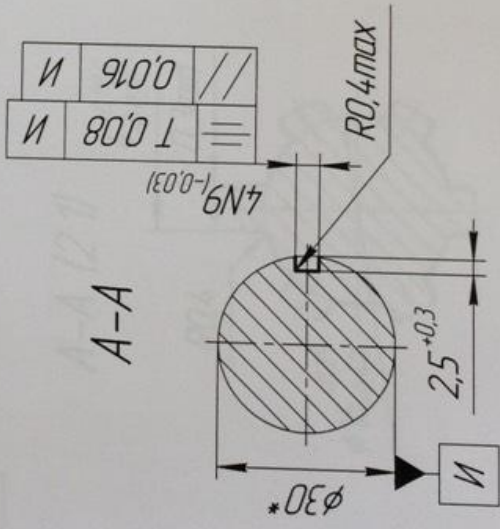
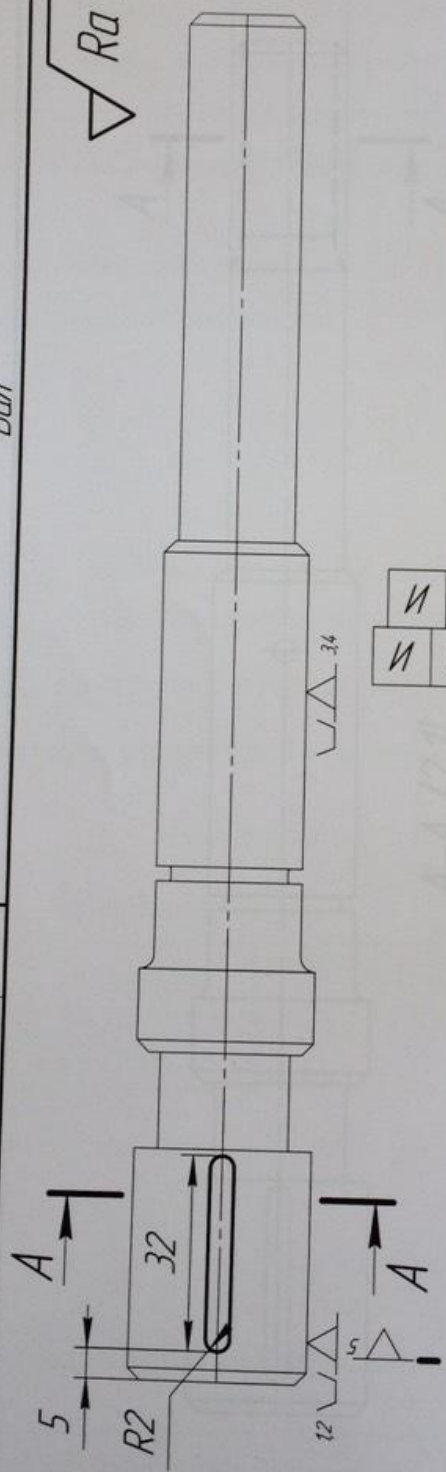
КЭ

Э

А	Цех	Чл	РМ	Степ.	Код наименования операции	СМ	Проф.	Р.	УГ	№Р	Обозначение документа			Конт.	Тол.	Н. раск.						
											ЕН	ОП	ЕФ									
Б	Код наименования изделия					Обозначение код																
К/М	Наименование детали, с/з, единицы или материала																					
А01	XX' XX' XX' 030	4269	Фрезерно-центровальная																			
Б02	XX' XXXX' XXXX	2A620				2	18235	311	1P	1	1	1	100	-	17,5	4,47						
03																						
А04	XX' XX' XX' 035	0200	Контрольная ОТК																			
Б05	XX' XXXX' XXXX		Стол ОТК			4	XXXXX	312	1P	1	1	1	100	-	XX	XX						
06																						
А07	XX' XX' XX' 040	4114	Токарно-винтарезная																			
Б08	381148 XXXX	16K20				2	18217	311	1P	1	1	1	100	-	16,4	10,63						
09																						
А10	XX' XX' XX' 045	4114	Токарно-винтарезная																			
Б11	381148 XXXX	16K20				2	18217	311	1P	1	1	1	100	-	16,4	11,50						
12																						
А13	XX' XX' XX' 050	0200	Контрольная ОТК																			
Б14	XX' XXXX' XXXX		Стол ОТК			4	XXXXX	312	1P	1	1	1	100	-	XX	XX						
15																						
А16	XX' XX' XX' 055	4233	Токарная с ЧПУ																			
Б17	381148 XXXX	16K20T1				2	15292	411	1P	1	1	1	100	-	18,2	10,15						
018	Точить фаску 3x45°, выдерживая размеры согласно чертежа по программе																					
19	Точить поверхность φ76, выдерживая размеры согласно чертежа по программе																					

ГОСТ 31105-84		Формы 7	
Издн	Взам	Издн	Взам
1		2	1
Исполн		Вал	
Пробер		КП	
И. комп.		090	

$\sqrt{Ra\ 3,2\ (\nabla)}$



* Размеры для справок

Дел.		Взам.		Подп.		Итого		7													
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код наименования операции	Код наименования аббревиатуры	Код наименования детали со ссылкой или материала	СМ	Проф.	Р	УГ	КР	КОМЛ	ЕН	ОП	ЕО	Клп.	Тпз	Тшт.	Н. разк.	
Б	Наименование детали с аббревиатурой																				
К/М	Наименование детали с аббревиатурой или материала																				
A01	XX	XX	XX	100	4221	Горизонтально-расточная	ИОТ № XXX														
B02	XX	XX	XX	XXX	2A619		ИОТ № XXX	2	18235	411	1P	1	1	1	100	-		18,4		6,42	
O3																					
A04	XX	XX	XX	105	0200	Контрольная ОТК	ИОТ № XXX														
B05	XX	XX	XX	XXX		Стол ОТК	ИОТ № XXX	4	XXXXX	312	1P	1	1	1	100	-		XX		XX	
O6																					
A07	XX	XX	XX	110	4114	Токарно-винторезная	ИОТ № XXX														
B08	38	1148	XX	XX	16K30		ИОТ № XXX	2	18217	311	1P	1	1	1	100	-		16,4		6,60	
O9																					
A10	XX	XX	XX	115	0108	Слесарная	ИОТ № XXX														
B11	XX	XX	XX	XXX		Верстак слесарный	ИОТ № XXX	4	XXXXX	412	1P	1	1	1	100	-		XX		XX	
12																					
A13	XX	XX	XX	120	0200	Контрольная ОТК	ИОТ № XXX														
B14	XX	XX	XX	XXX		Стол ОТК	ИОТ № XXX	4	XXXXX	312	1P	1	1	1	100	-		XX		XX	
15																					
A16	XX	XX	XX	125	0180	Маркировочная	ИОТ № XXX														
B17	XX	XX	XX	XXX		Стол маркировочная	ИОТ № XXX	4	XXXXX	312	1P	1	1	1	100	-		XX		XX	

МК	Код наименования операции				Код наименования детали				Обозначение документа				Тип Н. разд.							
	Цех	Уч	РН	Отвер	Код наименования операции	Код наименования детали	СМ	Лист	Р	УГ	КР	КНИ		ЕН	ОП	СВ	Коп.	ЕН	Клп.	МН
А	Б	К/М	Обозначение код																	
А01	XX' XX' XX' 070	0200	Контрольная ОТК																	
Б02	XXXXXX XXXX		Стол ОТК				4	XXXXX	412	1P	1	1	1	100	-					XX
А04	XX' XX' XX' 075	4131	Круглошлифовальная																	
Б05	381311 XXXX	ЗМ193					2	18873	411	1P	1	1	1	100	-					18,1
А07	XX' XX' XX' 080	0200	Контрольная ОТК																	
Б08	XXXXXX XXXX	Стол	ОТК				4	XXXXX	412	1P	1	1	1	100	-					XX
А10	XX' XX' XX' 085	4261	Вертикально-фрезерная																	
Б11	381610 XXXX	6P13					2	18632	411	1P	1	1	1	100	-					17,0
А13	XX' XX' XX' 090	4261	Вертикально-фрезерная																	
Б14	381610 XXXX	6P13					2	18632	411	1P	1	1	1	100	-					17,0
А16	XX' XX' XX' 095	0200	Контрольная ОТК																	
Б17	XXXXXX XXXX	Стол	ОТК				4	XXXXX	412	1P	1	1	1	100	-					XX
18																				
19																				

МК	Код наименования операции					Обозначение документа					Титл			
	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К		Л	М	
А	Цех	Уч	РМ	Опер.	СМ	Деталь	Р	УГ	ЛР	ЕН	СТ	Кит	па	Титл
Б	Код наименования обработки					Обозначение код					Н. док.			
К/М	Наименование детали, её единицы или материала													
01	XXXXXX	XXXX	XXXX	Люнет специальный; 392150 XXXX Резец РСЛNR 2520 Т15К6; 392150 XXXX Резец специальный канавочный;										
02	391890	XXXX	XXXX	Резец 2660-0003 Т15К6 ГОСТ 18885-73*; 393311 XXXX Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89*;										
03	393311	XXXX	XXXX	Штангенциркуль ШЦ-III-630-0,1 ГОСТ 166-89*;										
04	393120	XXXX	XXXX	Скоба специальная φ90,2h8; 393120 XXXX Скоба специальная φ100,2h8; 393140 XXXX Кольцо 8211-0223 6q ГОСТ 17763-72*;										
05	XXXXXX	XXXX	XXXX	Угломер с нониусом ГОСТ 5378-83*;										
06	XXXXXX	XXXX	XXXX	Контрольно-измерительное приспособление для контроля радиального бienia; XXXXXX XXXX Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93*										
07														
A08	XX' XX' XX' 060			0200 Контрольная ОТК										
B09	XXXXXXXX XXXX			Стол ОТК	4	XXXX	211	1P	1	1	100	-	XX	XX
10														
A11	XX' XX' XX' 065			4233 Токарная с ЧПУ										
B12	381148 XXXX			16K20T1	2	15292	411	1P	1	1	100	-	18,2	9,56
013	Точить поверхность φ30,2, выдерживая размеры согласно чертежа по программе													
14	Точить торец l1,2, выдерживая размеры согласно чертежа по программе													
15	Точить фаску 18x45°, выдерживая размеры согласно чертежа по программе													
16	Точить поверхность φ70,2, выдерживая размеры согласно чертежа по программе													
17	Точить торец l100, выдерживая размеры согласно чертежа по программе													
18	Точить фаску 3x15°, выдерживая размеры согласно чертежа по программе													
19	Точить поверхность φ75, выдерживая размеры согласно чертежа по программе													

Дилл	Взвн	Толл											5					
А	Б	К/М	Цех	Уд	РМ	Опер	Код наименования операции			Код наименования абразивной			Код наименования документа					
			Наименование детали, ее размеры или материала				СМ	Лазер	Р	УТ	КР	КММ	ЕН	ОП	Кит	Тпа	Тшт	
							Обозначение код			ЕН	ОП	ЕН	ОП	ЕН	КМ	КМ	Н. раз.	
01																		
02																		
03																		
04																		
05																		
06																		
07																		
08																		
09																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		

ГОСТ 31305-84

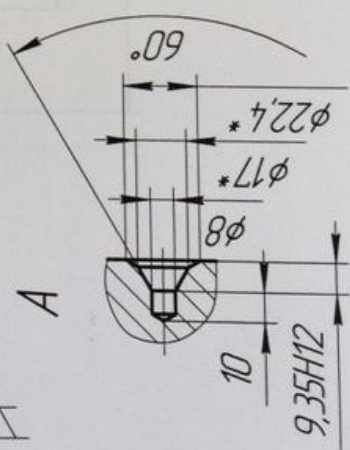
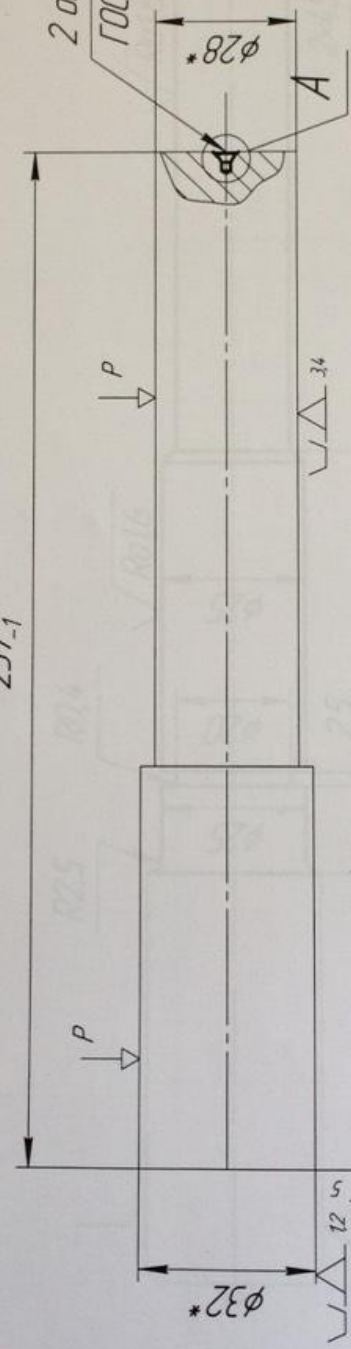
Формат 7

№ п/п	Код	Наименование	Материал	Термообработка	Свойства	Количество	Примечание
1	030	Вал				1	
1						1	

$Ra\ 3,2$

237₋₁

2 отв. центр. В8
ГОСТ 14034-74*



* Размеры для справок

КЭ

52

Цех	Уч	РМ	Опер.	Код наименования операции		Обозначение документа									
				Код наименования подразделения	Наименование детали, сл. единицы или материала	СМ	Проф.	Р	УГ	КР	КОМД	ЕН	ОП	ЕВ	Кит
К/М	Обозначение код														
01	Точить торец 150, выдерживая размеры согласно чертежа по программе														
02	Точить фаску 1x45°, выдерживая размеры согласно чертежа по программе														
03	Точить поверхность $\phi 80,2$, выдерживая размеры согласно чертежа по программе														
04	Точить поверхность $\phi 79$, выдерживая размеры согласно чертежа по программе														
05	Точить поверхность $\phi 80,2$, выдерживая размеры согласно чертежа по программе														
06	Точить торец 144,18, выдерживая размеры согласно чертежа по программе														
07	Точить фаску 3x15°, выдерживая размеры согласно чертежа по программе														
08	Точить поверхность $\phi 90,2$, выдерживая размеры согласно чертежа по программе														
09	Точить торец 147,2,8, выдерживая размеры согласно чертежа по программе														
10	Точить фаску 3x15°, выдерживая размеры согласно чертежа по программе														
11	Точить поверхность $\phi 100,2$, выдерживая размеры согласно чертежа по программе														
12	Точить торец 150,4,8, выдерживая размеры согласно чертежа по программе														
13	Точить канавку В8, выдерживая размеры согласно чертежа по программе														
14	Точить 3 канавки В3, выдерживая размеры согласно чертежа по программе														
15	Нарезать резьбу М10-6g, выдерживая размеры согласно чертежа по программе														
Т16	396110 XXXX Патрон 7108-0052 ГОСТ 2572-72*; XXXXXX XXXX Хомутник 7107-0036 ГОСТ 2578-70*;														
17	396100 XXXX Центр 7032-0018 ГОСТ 13214-85*; 396100 XXXX Центр А-1-2-НП ГОСТ 8742-75*;														

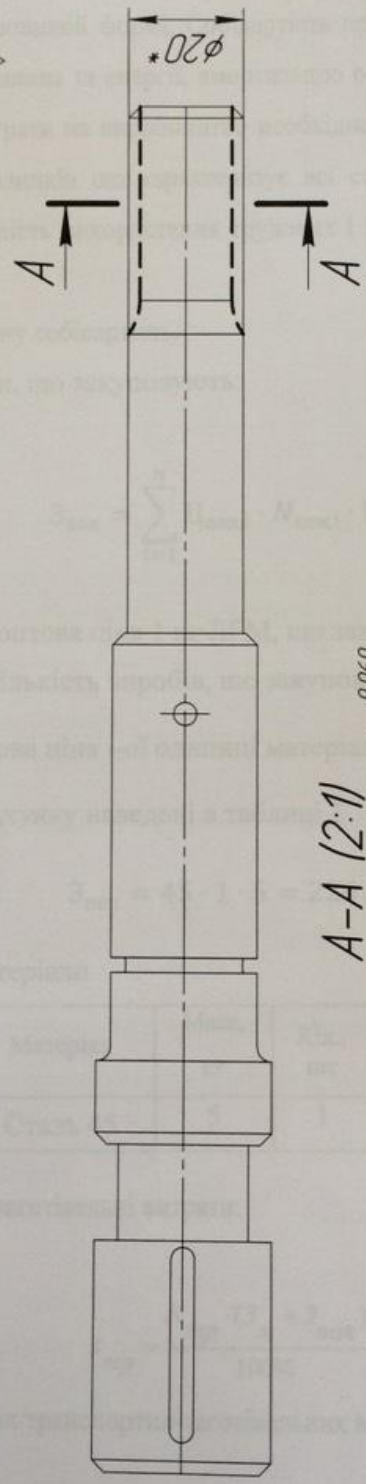
Формат 7

ГОСТ 2185-84

Материал										
Измеритель										
Проверка										
И. кат. пр.										
										110

Вал

$\sqrt{Ra\ 0,8}$



A-A (2:1)

$+0,060$
 $4-0,017$

0,3min

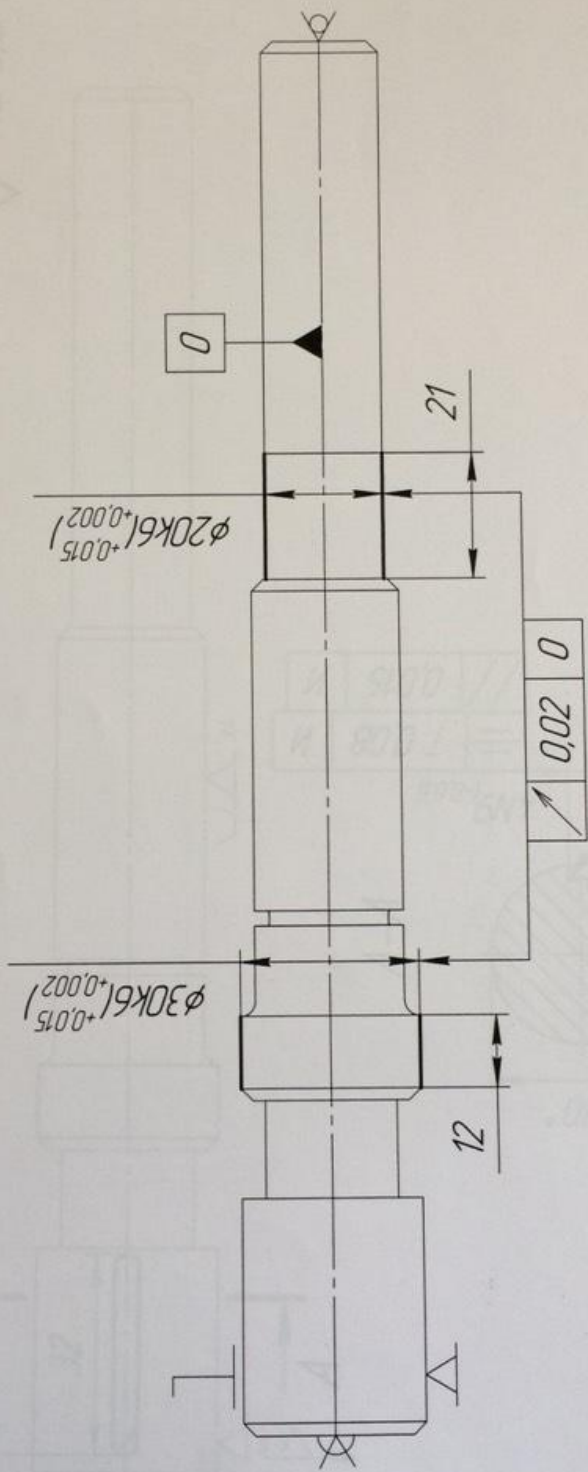
R0,4

$\phi 16_{-0,29}^{-0,40}$

* Размеры для справок

Диаметр									
Высота									
Длина									
Разряд									
Плотность									
И. квалит.									
Вал									
									КП
									075

Ra 0,8



1 * Размеры для справок
2 H14; h14; ±IT14/2

Розрахунок собівартості

Собівартість продукції – це витрати підприємства на виготовлення та реалізацію товару вираженого в грошовій формі. Собівартість продукції включає в себе вартість сировини, матеріалів, палива та енергії, амортизацію основних фондів, заробітну плату працівників та інші витрати на виробництво необхідної продукції. Собівартість один з важливих якісних показників що характеризує всі сторони діяльності підприємства. Вона відбиває ефективність використання трудових і матеріальних ресурсів на випуск продукції.

Розраховуємо повну собівартість.

1. Витрати на вироби, що закупаються:

$$Z_{\text{пок}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{пок},i} \cdot N_{\text{пок},i} \cdot C_i, \quad (1)$$

де $C_{\text{пок},i}$ – оптова ціна 1 кг ЛГМ, що закупаються;

$N_{\text{пок},i}$ – кількість виробів, що закупаються.

C_i – оптова ціна i -ої одиниці матеріалу, грн/кг.;

Дані для розрахунку наведені в таблиці 1

$$Z_{\text{пок}} = 45 \cdot 1 \cdot 5 = 225 \text{ грн}$$

Таблиця 1 - Матеріали

Деталь	Матеріал	Маса, кг	Кіл., шт	Ціна 1 кг матеріалу, грн.	Ціна прокату грн.
Вал	Сталь 45	5	1	45	225

2 Транспортні – заготівельні витрати:

$$Z_{\text{тр}} = \frac{K_{\text{тр}} \cdot (Z_{\text{м}} + Z_{\text{пок}})}{100\%}, \quad (2)$$

де $K_{\text{тр}}$ – відсоток транспортно-заготівельних витрат, %.

					Арк.
					48
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Пріймасмо $K_{\text{сп}} = 4\%$. Тоді:

$$Z_{\text{сп}} = \frac{4\% \cdot 225}{100\%} = 101,25 \text{ грн} \quad (3)$$

3 Споживання електроенергії:

$$Z_e = \sum (T_{\text{шт}} \cdot N_{\text{вер}}) \cdot C_{\text{еле}} \quad (4)$$

де $T_{\text{шт}}$ – норма штучно калькуляційного часу, хв;

$N_{\text{вер}}$ – потужність верстата;

$C_{\text{еле}}$ – ціна одного кіловата електроенергії $C_{\text{еле}} = 1,90$ грн/кВт.

$$C_e = \left(\frac{(40 \cdot 0,001) + (135 \cdot 4,5) + (180 \cdot 5,4)}{60} \right) \cdot 1,90 = 50,02 \text{ грн}$$

4 Розрахунок заробітної платні працівників виробництва:

Таблиця 2 – Час роботи та розряд працівника

№ операції	Найменування операції	Норма часу		Розряд роботи	С, грн/год
		$T_{\text{шт}}$, хв	$T_{\text{вер}}$, хв		
015	Слюсарна	20	20	1	32,40
020	Токарно-гвинторізна	30	105	3	39,6
025	Вертикально-фрезерна	20	100	3	46,13

5 Норма штучно калькуляційного часу на операції визначається за формулою:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{вер}} + \frac{T_{\text{п}}}{n_d}, \text{ хв.} \quad (5)$$

де n_d – кількість деталей

$T_{\text{вер}}$ – норма часу на обробку деталі

$T_{\text{п}}$ – норма часу на підготовчі та заключні роботи

$$T_{\text{шт}015} = 20 + \frac{20}{1} = 40, \text{ хв.}$$

$$T_{\text{шт}020} = 30 + \frac{105}{1} = 135, \text{ хв.}$$

$$T_{\text{шт}025} = 20 + \frac{100}{1} = 120, \text{ хв.}$$

6 Заробітна платня визначається по формулі:

$$C_z = \sum (C_i \cdot T_{\text{шт}i}) \cdot K_{\text{сп}} \cdot K_{\text{сп}} \quad (6)$$

						Арх.
						49
Ван	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		

де C_2 – погодинна тарифна ставка першого розряду робочих відрядників з нормальними умовами праці.

K_{cp} – тарифний коефіцієнт, що відповідає середньому розряду робіт.

Приймаємо $K_{cp} = 1,33$

$T_{штк}$ – трудомісткість нового виробу, н.год.

K_{np} – коефіцієнт, що враховує розмір премії. Приймається $K_{np} = 1,4$.

Тоді заробітна платня:

$$C_3 = \left(\frac{(40 \cdot 32,4) + (135 \cdot 39,6) + (120 \cdot 46,13)}{60} \right) \cdot 1,33 \cdot 1,4 = 256,4 \text{ грн}$$

7 Додаткова заробітна платня виробничих працівників, визначається у відсотках від основної заробітної платні. Відсоток додаткової заробітної платні складає 15% від основної заробітної платні виробничих працівників, тобто:

$$C_{дод} = \frac{15\% \cdot C_3}{100\%}, \quad (7)$$

$$C_{дод} = \frac{15\% \cdot 256,4}{100\%} = 38,46 \text{ грн}$$

8 Нарахування на заробітну платню нараховується у відсотках від суми основної та додаткової заробітної платні виробничих працівників та враховує відрахування на соціальне страхування в розмірі 22%:

$$C_n = (C_3 + C_{дод}) \cdot 0,22, \quad (8)$$

$$C_n = (256,4 + 38,46) \cdot 0,22 = 64,87 \text{ грн}$$

9 Витрати на відшкодування зношення спеціальних пристосувань та інструментів визначається в розмірі 15% від основної заробітної платні:

					Арк.
					50
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$C_{інст} = 0,15 \cdot C_z, \quad (9)$$

$$C_{інст} = 0,15 \cdot 256,4 = 38,46 \text{ грн}$$

10 Визначення накладних витрат:

а) витрати по утриманню та експлуатації обладнання:

$$C_{\text{еу}} = \frac{C_z \cdot K_{\text{еу}}}{100}, \quad (10)$$

де $K_{\text{еу}}$ – відсоток витрат по утриманню та експлуатації обладнання до основної заробітної платні. За розрахунками по аналогу $K_{\text{еу}} = 45\%$.

$$C_{\text{еу}} = \frac{256,4 \cdot 45\%}{100\%} = 115,38 \text{ грн}$$

б) цехові витрати визначаються у відсотках від основної заробітної платні виробничих працівників за формулою:

$$C_{\text{цв}} = \frac{C_z \cdot K_{\text{цв}}}{100}, \quad (11)$$

де $K_{\text{цв}}$ – відсоток цехових витрат до основної заробітної платні. Приймаємо $K_{\text{цв}} = 45\%$.

$$C_{\text{цв}} = \frac{256,4 \cdot 45\%}{100\%} = 115,38 \text{ грн}$$

в) загальновиробничі витрати визначаються у відсотках від основної заробітної платні виробничих працівників:

$$C_{\text{зв}} = \frac{C_z \cdot K_{\text{зв}}}{100}, \quad (12)$$

де $K_{\text{зв}}$ – відсоток загальнозаводських витрат до основної заробітної платні. За відсутністю даних приймаємо $K_{\text{зв}} = 40\%$.

$$C_{\text{зв}} = \frac{256,4 \cdot 40\%}{100\%} = 102,56 \text{ грн}$$

						Арк.
						51
Вих.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11 Виробнича собівартість виробу, який проектуємо визначається як сума всіх розрахованих витрат за статтями калькуляції:

$$C_{\text{вир}} = Z_{\text{пок}} + Z_{\text{тр}} + C_e + C_z + C_{\text{дод}} + C_n + C_{\text{інст}} + C_{\text{ву}} + C_{\text{цв}} + C_{\text{зв}} \quad (13)$$

$$C_{\text{вир}} = 225 + 101,25 + 50,2 + 256,4 + 38,46 + 64,87 + 38,46 + 115,38 + 115,38 + 102,56 = 1107,96 \text{ грн}$$

12 Позавиробничі витрати визначаються у відсотках від виробничої собівартості виробу, який проектуємо і складають 3%:

$$C_{\text{пв}} = 0,03 \cdot C_{\text{вир}}, \quad (14)$$

$$C_{\text{пв}} = 0,03 \cdot 1107,96 = 33,24 \text{ грн}$$

13. Повна собівартість виробу:

$$C_{\text{пов}} = C_{\text{вир}} + C_{\text{пв}}, \quad (15)$$

$$C_{\text{пов}} = 1107,96 + 33,24 = 1141,2 \text{ грн}$$

14. Визначення планових накопичень та договірної ціни проектуемого виробу:

а) планові накопичення визначають ся з умов рентабельності виробництва до повної його собівартості за формулою:

$$\Pi = \frac{C_{\text{пов}} \cdot P}{100}, \quad (16)$$

де P – рентабельність виробу, %. У нашому випадку 15%.

$$\Pi = \frac{1141,2 \cdot 15\%}{100\%} = 171,18$$

б) договірна оптова ціна дорівнює:

$$C_{\text{опт}} = C_{\text{пов}} + \Pi, \quad (17)$$

$$C_{\text{опт}} = 1141,2 + 171,18 = 1312,38 \text{ грн}$$

15 ПДВ визначаються у відсотках від договірної оптової ціни виробу, який проектуємо і складають 20%:

$$\text{ПДВ} = C_{\text{опт}} \cdot 0,20 \quad (18)$$

						Арк.
						52
Вим.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

$$\text{ПДВ} = 1312,38 \cdot 0,20 = 262,48 \text{ грн}$$

16. Кошторисна вартість:

$$KB = C_{\text{опт}} + \text{ПДВ} \quad (19)$$

$$KB = 1312,38 + 262,48 = 1574,86 \text{ грн}$$

Отримані розрахунки заносимо до таблиці 3

Таблиця 3 – Планова калькуляція собівартості

№ п/п	Стаття витрат	Сума, грн.
1.	Покупні вироби та напівфабрикати	225
2.	Транспортно-заготівельні витрати	101,25
3.	Витрати на електроенергію	50,2
4.	Основна заробітна плата	256,4
5.	Додаткова заробітна плата	38,46
6.	Нарахування на заробітну плату	64,87
7.	Витрати на відшкодування зносу спеціальних пристосувань та інструменту	38,46
8.	Витрати по утриманню та експлуатації	115,38
9.	Цехові витрати	115,38
10.	Загальнозаводські витрати	102,56
11.	Виробнича собівартість	1107,96
12.	Позавиробничі витрати	33,24
13.	Повна собівартість	1141,2
14.	Планове накопичення	171,18
15.	Оптова ціна	1312,28
16.	ПДВ	262,48
17.	Кошторисна вартість	1547,86

						Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях

Причини виробничого травматизму і професійної захворюваності

Найбільш складним і відповідальним етапом у розслідуванні нещасного випадку є встановлення його причин. Дуже часто тут допускаються грубі помилки, що не сприяє розробці дієвих заходів щодо боротьби з травматизмом.

Допомога у встановленні причини нещасного випадку може надати один з методів системного аналізу — метод сітьового планування і управління (СПУ). Для визначення причини нещасного випадку як події вже совершилися мережева модель будується в зворотному порядку: від моменту травмування до подій, які йому передували. Методично виявлення причин розпадається на дві стадії: побудова мережевої моделі ситуації й аналіз цієї моделі. Аналіз моделі проводиться у двох напрямках: визначення причини існування або появи небезпечної зони та виявлення причин, що викликали перебування людини в небезпечній зоні.

Один з авторів цього методу В. А. Ачин встановив чотири основні форми причинних зв'язків: (світлим прямокутником позначається первісна причина, що дала поштовх розвитку небезпечної ситуації, темним — остання причина, яка безпосередньо викликала травму, закінчення прояви причини позначається кружечком):

послідовна (мал. 1, а), коли перша причина викликає другу, друга — третю і т. д. до кінцевої причини, яка призводить до травми;

паралельна (мал. 1, б), коли дві або декілька паралельних зв'язків викликають одну загальну причину, що і призводить до травми;

кругова (мал. 1, в), коли перша причина викликає другу, друга — третю і т. д. до кінцевої причини, яка в свою чергу посилює першу, перша — другу і т. д. до тих пір, поки одна з них не призводить до нещасного випадку;

концентрична (мал. 1, г), коли один який-небудь фактор служить джерелом кількох причин, які, розвиваючись паралельно, викликають одну загальну причину, що приводить до травми.

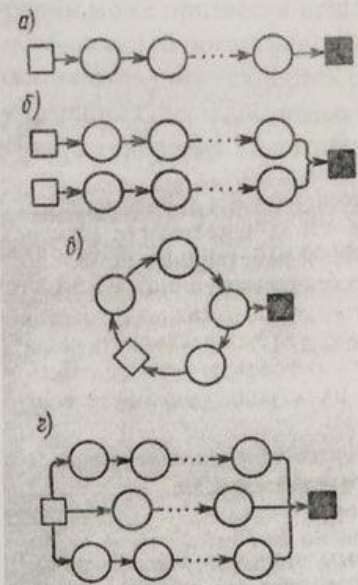
Зазначені форми причинних зв'язків у різних комбінаціях можуть слугувати складовими елементами складних мережевих моделей.

Досвід показав доцільність застосування цього методу для виявлення справжньої причини або причин нещасного випадку.

Аналізу нещасних випадків передують їх класифікація причин. Загальноприйнятої класифікації причин виробничого травматизму в даний час немає, проте більшість авторів виділяють кілька груп.

Технічні причини, котрі можна охарактеризувати як причини, що не залежать від рівня організації праці на підприємстві, а саме: недосконалість технологічних процесів; конструктивні недоліки устаткування, пристосувань, інструментів; недостатня механізація важких робіт; недосконалість огорож, запобіжних пристроїв, засобів сигналізації та блокувань; міцнісні дефекти матеріалів; невідомі раніше небезпечні властивості оброблюваних середовищ і т. п. Ці причини інколи називають конструкторськими або інженерними.

Зми	Али	МБ Явлин	Підпис	Дата



Мал. 1. Різновиди форм причинних зв'язків:
 а - послідовна; б — паралельне; в — кругова; г — концентрична.

Організаційні причини, що повністю залежать від рівня організації праці на підприємстві. До них, наприклад, відносяться: недоліки в утриманні території, проїздів, проходів, порушення правил експлуатації обладнання, транспортних засобів, інструменту; недоліки в організації робочих місць; порушення технологічного регламенту, порушення правил і норм транспортування, складування і зберігання матеріалів і виробів; порушення норм і правил планово-попереджувального ремонту устаткування, транспортних засобів і інструменту; недоліки в навчанні робітників безпечним методам праці; недоліки в організації групових робіт; слабкий технічний нагляд за небезпечними роботами; використання машин, механізмів та інструменту не за призначенням; відсутність або недосконалість огорожень місць роботи; відсутність, несправність або незастосування засобів індивідуального захисту і т. п.

Санітарно-гігієнічні причини, до яких можна віднести підвищений вміст в повітрі робочих зон шкідливих речовин; недостатнє чи нераціональне освітлення; підвищені рівні шуму, вібрації; несприятливі метеорологічні умови; наявність різноманітних випромінювань вище допустимих значень; порушення правил особистої гігієни і т. п.

Психофізіологічні причини, до яких умовно можна віднести фізичні і нервово-психічні перевантаження працюючих.

Людина може робити помилкові дії внаслідок втоми, викликані великими фізичними (статичними і динамічними) перевантаженнями, розумовим перенапруженням, перенапруження аналізаторів (зорового, слухового, тактильного), монотонністю праці, стресовими ситуаціями,

					Арк.
					55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

хворобливим станом. До травми може призвести невідповідність анатомо-фізіологічних і психічних особливостей організму людини характером виконуваної роботи. У сучасних складних технічних системах, в конструкціях машин, приладів і систем управління ще недостатньо враховуються фізіологічні, психофізіологічні, психологічні й антропометричні особливості та можливості людини.

Професійні отруєння можуть бути обумовлені усіма зазначеними вище причинами, а професійні захворювання найчастіше викликаються санітарно-гігієнічними і психофізіологічними причинами.

Знн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Арк.

56

ВИСНОВОК

У даному проєкті виконане проєктування пластинчастого насоса типа

Г16-15АМ на параметри:

- робочий об'єм 144 см^3 ;
- частота обертання 1500 об/мин.

Спроектована гідравлічна машини об'ємного типу є оборотною і реверсивною. Роторно-пластинчастий насос і гідромотор за формою витиснювачів і за способом замикання об'єму, що витісняється, відносяться до групи машин, в яких витіснювачі виконані у вигляді пластин (шиберів), поміщених в радіальних прорізах ротора, що обертається, а об'єми, що витісняються, замикаються між двома сусідніми витиснювачами і поверхнями статора і ротора. Отже, пластинчаста (шиберна) гідромашина (гідромотор або насос) це — роторна гідромашина з рухомими елементами у вигляді ротора, що скоює обертальний рух, і пластин, що скоюють обертальний і поворотно-поступальний або поворотно-поворотний рухи. Ці машини, що одержали в практиці так само назву лопатевих, є найпростішими з існуючих типів і володіють за всіх інших рівних умов великим об'ємом робочих камер.

У даному проєкті розроблені: креслення агрегату. Проєктування виконане з урахуванням спеціальних вимог об'ємних гідромашин і загальних вимог машинобудування. Це дозволяє укласти, що спроектований насос задовольняє вимогам технічного завдання, сама конструкція є працездатною і надійною.

Ім'я, № документа	Ім'я, прізвище				
	Відом. пров. №				
	Ім'я, № документа				
	Ім'я, прізвище				
		Арх.			
Арх.	Змін.	№ документа	Підп.	Дата	57

ЛИТЕРАТУРА

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Изд.6-е. М.: Машиностроение, 1982. Т.2. - 584 с, т.3. - 576 с.
2. Атлас конструкций гидромашин и передач. Бим-Бад Б.М., Кабаков М.Г., Прокофьев В.Н. и др. - М.: Машиностроение, 1990. - 136 с.
3. Банга Т.М. Машиностроительная гидравлика. Справочник. - М.: Гос. научн.-техн. из-во машиностроительной литер., 1963 - 6996 с.
4. Банга Т.М. Объемные насосы и гидродвигатели гидросистем. - М.: Машиностроение, 1974. - 606 с.
5. Болдин Л.А. Основы взаимозаменяемости и стандартизации в машиностроении. - 2-е изд. - М.: Машиностроение, 1984. - 272 с.
6. Виднер Я.М., Ковалев Я.Т., Некрасов Б.Б. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам. - Минск: Вынгзйш.школа, 1976. - 416 с.
7. Заиченко И.З., Мышлевский Л.М. Пластинчатые насосы. Изд.2-е. - М.: Машиностроение, 1970. - 229 с.
8. Общетехнический справочник. Под ред. Е.А.Скороходова. изд.4-е. М.: Машиностроение, 1990. - 496 с.
9. Орлов П.И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие в 3-х кн. М.: машиностроение, 1977. т. 1-623 с, т2- с, т3-360 с.
- Ю.Петров В.Л. Гидрообъемные трансмиссии самоходных машин. — М.: Машиностроение, 1988. — 248 с; П.Писаренко Г.С. и др. Справочник по сопротивлению материалов. К.: Наукова думка, 1975. - 704 с.
10. Белецкий Д.Г. Технология насосостроения. Учебное пособие для машиностроительных техникумов. - М.: «МАШГИЗ», 1956. - 512 с.
11. Методические указания по оформлению текстовых документов (курсовых и дипломных проектов) / Сост.: Ю.В. Хмельницкий. - Сумы: Изд-во СумГУ, 1997. - 43 с.

Итого листов	
Итого машинописных	
Итого печатных	
Итого листов	

Ар.	Вин.	№. докум.	Полн.	Дата

Арх.

12. Методичні вказівки до виконання розділу ЕОМ кваліфікаційної випускної роботи спеціаліста та магістра за професійним напрямом підготовки 0905 "Енергетика" зі спеціальності 7.000008 "Енергетичний менеджмент" та напрямом 7.090209 "Гідравлічні і пневматичні машини" для студентів денної та заочної форм навчання/ Укладач: О.М. Кочевський. – Суми: Вид-во СумГУ, 2005. – 15с.
13. Методические указания к выполнению экономического раздела дипломного проекта для студентов специальности "Гидравлические машины, гидропривод и гидропневмоавтоматика" – 1997.
14. Методические указания к выполнению технологического раздела дипломного проекта по специальности 12.11 для студентов дневной и заочной формы обучения. Сост.: А.С. Мандрыка. – Сумы: Изд-во СумГУ, 1994. – 23с.
15. Вильне Я.М., Ковалев Я.Т., Некрасов Б.Б. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидропередачам. Под ред. Б.Б. Некрасова. Минск, «Высшая школа», 1976. – 416с.
16. Приводы машин. Атлас конструкций в пяти частях. Часть 1. Под ред. П.Н.Учаева.- Кит: Вища школа, 2001.- 455 с.
17. Самохвалов Я.А. и др. Справочник техника-конструктора. К.: Техника, 1975. – 568 с.
18. Н.С.Свешников В, К., Усов А. А. Станочные гидроприводы. Справочник. — 2-е изд., — М.: Машиностроение, 1988.—512 с.
19. Пластинчатые насосы и гидромоторы. Зайченко И. З. и Мышлевский Л. М. «Машиностроение», 1970, стр. 229.
20. Курсовое проектирование деталей машин: Учеб. пособие для учащихся машиностроительных специальностей техникумов / С. А. Чернавский, К. Н. Бокор, И. М. Чернин и др. — 2-е изд. перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1987. — 416 с., ил.

Підписав
 Вибрав
 Читав
 Перевірив

Ар.	Зон.	№ докум.	Підп.	Дата	Арх.
					59