

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки

ВИПУСКНА РОБОТА БАКАЛАВРА

На тему «Розробка пластинчастого насоса на параметри: тиск 6,8 МПа, число обертів 1500об/хв., витрати 0,002м³/с»

Зі спеціальності 6.05050205 «Гідравлічні машини, гідроприводи та гідро пневмоавтоматика»

Виконавець роботи Пономаренко Олег Ігорович
прізвище,ім'я, по-батькові

Підпис, дата

Науковий керівник
к.т.н, доц.Ігнат'єв О.С

науковий ступінь, вчене звання
прізвище,ім'я, по-батькові

підпис,дата

Суми 2019 р.

Реферат

Пояснювальна записка: 50 с., 8 рис., 4 літературних джерела.

Тема роботи «Розробка пластинчастого насоса на параметри тиск 6,8МПа, число обертів 1500 об/хв., витрата $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ »

Графічні матеріали: 4 аркушів А1: складальне креслення насоса, деталювання.

Мета роботи – розробити конструкцію насоса.

Відповідно до поставленої мети:

- Виконані гідравлічні розрахунки;
- Виконані силові розрахунки;
- Виконані розрахунки на міцність;

В економічному розділі розглянутий виробничий процес, технологічний процес, принцип організації виробничого процесу, принципи раціональної організації виробничих процесів.

У розділі з охорони праці розглянуте питання небезпечної зони.

У розділі технологія розглянута технологія виготовлення поршня регулятора.

Ключові слова: НАСОС, СТАТОР, РОТОР, ПЛАСТИНА, ВАЛ, СИЛА, МІЦНІСТЬ.

Зміст

Завдання.....	2
Реферат.....	3
1.Будова та принцип дії пластинчатого насоса.....	5
2. Гідравлічні розрахунки.....	9
3. Силові розрахунки.....	15
4. Розрахунки на міцність.....	19
4.1 Кутова швидкість.....	19
4.2 Крутний момент.....	19
4.3 Згинаючий момент на валу.....	19
4.4 Діаметр вала за крутним моментом.....	20
4.5 Діаметр на валу під шпонку.....	20
4.6 Товщина корпусу із Чавуну СЧ-20.....	21
4.7 Товщина кришки корпусу.....	21
4.8 Перевірка пластини на згин.....	22
4.9 Мінімальна товщина стінки статорного кільця.....	23
4.10 Розрахунок шпильки Сталь 20.....	23
4.11 Сила, яка діє на шпильку.....	24
4.12 Площа шпильки.....	24
4.13 Розрахунок шпонки.....	25
4.14 Розрахунок підшипників.....	28
4.15 Розрахунок підшипників ковзання;.....	28
4.16 Розрахунок шліцевого з'єднання.....	31
5.Економічний розділ.....	34
6.Розділ з охорони праці.....	39
7. Технологічний розділ.....	42
Список літератури.....	50

					<i>6.050502.05BP.000.00ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Пономаренко</i>			<i>Розробка пластинчатого насоса Пояснювальна записка</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Ігнат'єв</i>					4	50
<i>Реценз.</i>						<i>СумДУ ГМ-51</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Алексеевко</i>						
<i>Утверд.</i>								

1.Будова та принцип дії пластинчатого насоса

Пластинчастий насос - це роторно-поступальний насос з робочими органами (витискувачами) у вигляді плоских пластин. Пластинчасті насоси можуть бути одноразового, дворазового або багаторазового дії.

На рис. 1, а наведена конструктивна схема пластинчатого насоса однократної дії.

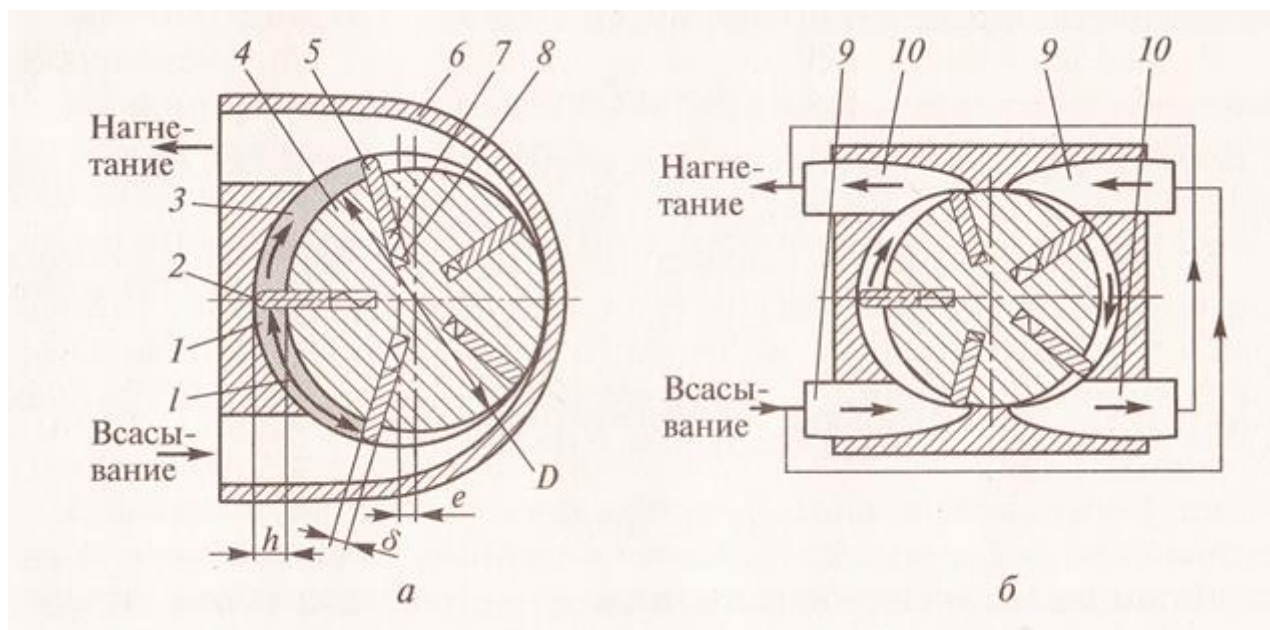


Рисунок.1.1- Пластинчаті насоси однократної а), двократної б) дії:
1,3-робочі камери, 2-точка контакту, 4-ротор, 5-пластина, 6-статор(корпус),
7-паз, 8-пружина, 9-область всмоктування, 10-область нагнітання.

Принцип дії:

У пазах ротора 4, вісь якого зміщена щодо осі нерухомого статора 6 на величину ексцентриситету (e), встановлені кілька пластин 5 з пружинами 8. Обертаючись разом з ротором, ці пластини одночасно здійснюють зворотно-поступальний рух в пазах 7 ротора. Робочими камерами є обсяги 1 і 3, обмежені сусідніми пластинами, а також поверхнями ротора 4 і статора 6. При обертанні ротора робоча камера 1, поєднана з порожниною всмоктування, збільшується в об'ємі і відбувається її заповнення. Потім вона

переноситься в зону нагнітання. При подальшому переміщенні її обсяг зменшується і відбувається витіснення рідини (з робочої камери 3).

Для розрахунку робочого об'єму пластинчастого насоса (W_o) може бути використана формула $W_o = k z W_k$

при цьому обсяг робочої камери (W_k) слід визначати в її крайньому лівому положенні, т. е. коли вона ізольована від порожнин всмоктування і нагнітання. В цьому випадку

$$W_k = L * h * b$$

де h - висота робочої камери ($h = 2 e$); L - середня довжина частини окружності, обмеженою двома пластинами; b - ширина пластини.

Довжина (L) може бути наближено визначена за діаметром ротора D з урахуванням товщини пластини (δ) і числа пластин (z) т. Е.

$$(L = (3.14 * D - \delta * z)).$$

Тоді з урахуванням вищеописаних формул отримаємо наближену залежність для обчислення робочого об'єму пластинчастого насоса:

$$W_o = 2 e * (3.14 * D - \delta * z) * b * k$$

З аналізу останньої формули випливає, що для збільшення робочого об'єму пластинчастого насоса (W_o) при збереженні його габаритів, т. Е. Розмірів D і b , необхідно збільшувати ексцентриситет (e).

Крім того, робочий об'єм пластинчастого насоса може бути збільшений за рахунок кратності його роботи (k), що досить широко застосовується на практиці. На рис. 1, б приведена конструктивна схема пластинчастого насоса дворазового дії. Внутрішня поверхня такого насоса має спеціальний профіль,

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						6

що дозволяє кожній пластині за один оборот валу двічі проводити подачу рідини. У пластинчастого насоса дворазового дії є дві області всмоктування 9, які об'єднані одним трубопроводом, і дві області нагнітання 10, також об'єднані загальним трубопроводом. На практиці застосовуються насоси і з більшою кратністю, але їх конструкції складніше, тому використання таких насосів обмежена.

Для пластинчастих насосів важливим є забезпечення герметичності в місці контакту пластини і корпусу (точка 2 на подач пластинчастого насоса рис. 1, а). У насосах з високими швидкостями це може бути отримано за рахунок відцентрових сил. У конструкції, показаної на рис. 1, а, герметичність забезпечують пружини 8. У деяких насосах це досягається за рахунок тиску, створюваного в пазах 7.

Насоси можуть бути регульованими, тобто мати змінний робочий об'єм. Конструкція пластинчастого насоса однократної дії дозволяє змінювати його робочий об'єм в процесі роботи. Для цього досить зробити вал ротора рухомим відносно корпусу. Тоді при зміщенні ротора 4 вліво можна не тільки зменшити величину (ϵ), а отже, подачу насоса, але і змінити напрямок потоку рідини (при $\epsilon < 0$), не змінюючи напрямку обертання валу. Для ілюстрації цього на рис. 2 показані три характерних положення ротора регульованого пластинчастого насоса.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

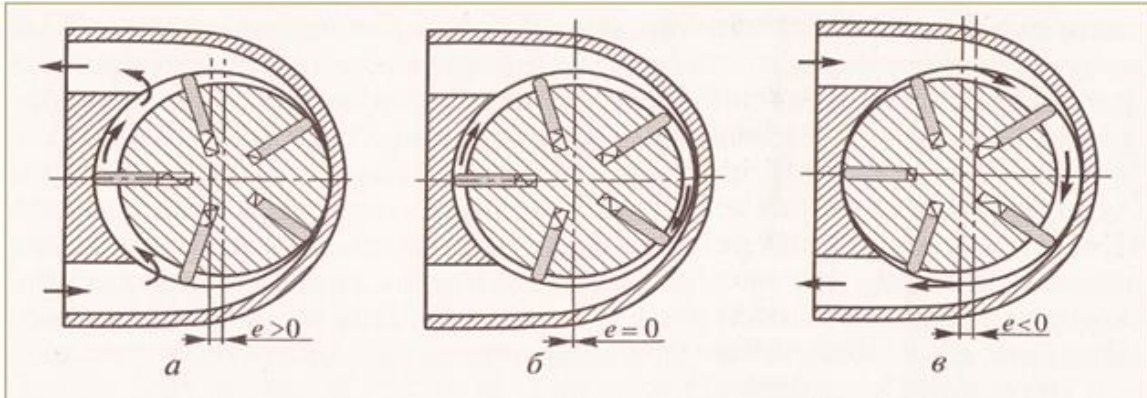


Рисунок.1.2 Схема регулювання прямій а), нульовій б), оберненій в) подач пластинчатого насоса.

Слід зазначити, що пластинчасті насоси дворазового і багаторазового дії не можуть бути регульованими.

Пластинчасті насоси компактні, прості у виробництві і надійні в експлуатації. Тому вони знайшли застосування в техніці, в першу чергу в верстатобудуванні. Максимальні тиску, створювані ними, складають 7 ... 14 МПа. Частоти обертання пластинчастих насосів зазвичай знаходяться в діапазоні 1000 ... 1500 об / хв. Повні ККД для більшості складають 0,60 ... 0,85, а об'ємні ККД - 0,70 ... 0,92.

2. Гідравлічні розрахунки:

2.1 Визначення максимального ексцентриситету [1]

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

де:

e_{max} – максимальний ексцентриситет, мм;

q – робочий об'єм, см³;

η_0 – Об'ємний ККД;

$k = 0,6 \div 1$, приймаємо $k = 0,8$, тому що $\eta_0 = 0,88$. [1]

$$e_{max} = 0,8 \sqrt[3]{\frac{80}{0,88}} = 3,59$$

2.2 Діаметр статора [1]

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

де:

D – діаметр статора, мм;

$k_1 = 0,16 \div 0,25$ – коефіцієнт ширини, приймаємо $k_1 = 0,25$. [1]

$$D = \sqrt{\frac{500 \cdot 80}{0,88 \cdot 3,14 \cdot 3,59 \cdot 0,25}} = 127 \text{ (мм)}$$

2.3 Зовнішній діаметр статора

$$D_{зв} = D + 4e$$

де:

$D_{зв}$ – зовнішній діаметр статора;

$e_{max} = e$.

$$D_{зв} = 127 + 4 \cdot 3,59 = 141,36 \text{ (мм)}$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

2.4 Внутрішній діаметр кільця

$$D_{\text{кїл.вн.}} = D_{\text{зв}} + 2e$$

де:

$D_{\text{кїл.вн.}}$ – внутрішній діаметр кільця.

$$D_{\text{кїл.вн.}} = 141,36 + 2 \cdot 3,59 = 148,54 \text{ (мм)}$$

2.5 Діаметр диска

$$D_{\text{дїск}} = D_{\text{кїл.вн.}} + 4e$$

де:

$D_{\text{дїск}}$ – діаметр диска.

$$D_{\text{дїск}} = 148,54 + 4 \cdot 3,59 = 162,9 \text{ (мм)}$$

2.6 Ширина статора

$$b = k_1 \cdot D$$

де:

b – ширина статора ;

$k_1 = 0,16 \div 0,25$ – коефіцієнт ширини, приймаємо $k_1 = 0,25$. [1]

$$b = 0,25 \cdot 127 = 31,75 \text{ (мм)}$$

2.7 Відносна товщина пластини

$$k_2 = \frac{\delta}{R} = 0,01 \div 0,075$$

$$R = \frac{D}{2} = \frac{127}{2} = 63,5 \text{ (мм)}$$

Товщина пластини

$$\delta = k_2 \cdot R$$

де:

δ – товщина пластини ;

$k_2 = 0,01 \div 0,075$ – коефіцієнт товщини , приймаємо $k_2 = 0,0433$.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

$$\delta = 0,0433 \cdot 63,5 = 2,75 \text{ (мм)}$$

2.8 Уточнюємо ексцентриситет

$$e = \frac{q}{2 \cdot b(\pi \cdot D - z \cdot \delta)}$$

де:

e – ексцентриситет ;

z – число пластинок ;

δ – відносна товщина пластини .

$$e = \frac{80 \cdot 10^3}{2 \cdot 31,75(3,14 \cdot 127 - 13 \cdot 1,5)} = \frac{80 \cdot 10^3}{63,5 \cdot 363,03} = 3,47 \text{ (мм)}$$

2.9 Глибина паза для пластин

$$h = (3,5 \div 4) \cdot e$$

де:

h – глибина паза;

приймаємо $h = 3,5 \cdot e$.

$$h = 3,5 \cdot 3,47 = 12,145 \text{ (мм)}$$

2.10 Діаметр ротора

$$d_{\text{рот.}} = D - 2e$$

де:

$d_{\text{рот.}}$ – діаметр ротора.

$$d_{\text{рот.}} = 127 - 2 \cdot 3,47 = 120,06 \text{ (мм)}$$

2.11 Діаметр дренажної канавки

$$d_{\text{др.}} = d_{\text{рот.}} - 2h$$

де:

					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	11

$d_{др.}$ – діаметр дренажної канавки .

$$d_{др.} = 120,06 - 2 \cdot 12,145 = 95,77 \text{ (мм)}$$

2.12 Теоретичні витрати

$$Q_T = q \cdot n$$

де:

Q_T – теоретичні витрати ;

n – число обертів .

$$Q_T = 80 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1500}{60} = 2 \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right)$$

2.13 Витрати між двома сусідніми пластинами

$$Q' = \frac{Q_T}{Z}$$

де:

Q' – витрати між пластинами;

Z – число пластин.

$$Q' = \frac{2000 \cdot 10^{-6}}{13} = 153,8 \cdot 10^{-6} \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right)$$

2.14 Колова швидкість у дренажній канавці

$$v_{\text{кол. др.}} = \frac{d_{др.}}{2} \cdot \omega$$

де:

$v_{\text{кол. др.}}$ – колова швидкість у дренажній канавці ;

ω – кутове прискорення .

$$\omega = 2\pi n \left(\frac{\text{рад}}{\text{с}} \right)$$

$$v_{\text{кол. др.}} = \frac{95,77 \cdot 10^{-3}}{2} \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot \frac{1500}{60} = 7517,945 \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

2.15 Витрати крізь дренажний отвір

$$Q_{\text{др.}} = \frac{q \cdot n}{Z}$$

де:

$Q_{\text{др.}}$ – витрати крізь дренажний отвір.

$$Q_{\text{др.}} = \frac{80 \cdot 10^{-6} \cdot 1500}{13 \cdot 60} = 153,8 \cdot 10^{-6} \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right)$$

2.16 Площа дренажної канавки

$$f_{\text{др.}} = \frac{Q_{\text{др.}}}{v_{\text{кол. др.}}}$$

де:

$f_{\text{др.}}$ – площа дренажної канавки .

$$f_{\text{др.}} = \frac{153,8 \cdot 10^{-6}}{7517,945 \cdot 10^{-3}} = 0,02 \cdot 10^{-3} (\text{м}^3)$$

2.17 Розміри дренажної канавки

$$a = \sqrt[2]{f_{\text{др.}}}$$

де:

a – розміри дренажної канавки .

$$a = \sqrt[2]{0,02 \cdot 10^{-3}} = 0,141 \cdot 10^{-1,5} = 0,0044 (\text{м})$$

2.18 Ширина вікна

$$c = 2 \cdot e$$

де:

c – ширина вікна;

e – ексцентриситет .

$$c = 2 \cdot 3,47 = 6,94 (\text{мм})$$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					13

2.19 Кут між пластинами

$$\beta = \frac{2 \cdot \pi}{Z}$$

де:

β – кут між пластинами .

$$\beta = \frac{2 \cdot 3,14}{13} = 27,7^\circ$$

2.20 Кут перемички між вікнами

$$\varepsilon = (1,15 \div 2,5) \cdot \beta$$

де:

ε – кут перемички між вікнами ;

приймаємо $\varepsilon = 2\beta$.

$$\varepsilon = 2 \cdot 27,7^\circ = 55,4^\circ$$

2.21 Кут нахилу бісектриси вікна

$$\psi = 7^\circ \div 8^\circ$$

де:

ψ – кут нахилу бісектриси вікна ;

приймаємо $\psi = 8^\circ$.

2.22 Кут між дренажними канавками

$$\varphi = 0,5\beta$$

де:

φ – кут між дренажними канавками .

$$\varphi = \frac{27,7^\circ}{2} = 13,85^\circ$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

3.Силові розрахунки

3.1 Сила інерції пластини

$$F_{\text{ін.}} = m \cdot j \text{ (Н)}$$

$$m = \rho \cdot V$$

де:

$F_{\text{ін.}}$ – сила інерції пластини;

m – маса пластини;

V – об'єм пластини;

ρ – щільність пластини, $\rho = 7800 \left(\frac{\text{КГ}}{\text{М}^3}\right)$.

$$V = \delta \cdot b \cdot h$$

$$V = 2,75 \cdot 31,75 \cdot 12,145 = 1060,4(\text{мм}^3) = 1060,4 \cdot 10^{-9}(\text{М}^3)$$

$$m = 7,8 \cdot 10^3 \cdot 1060,4 \cdot 10^{-9} = 8,271 \cdot 10^{-3}(\text{КГ})$$

$$j = r_{\text{рот.}} \cdot \omega^2 = \frac{d_{\text{рот.}}}{2} \cdot \omega^2 = \frac{d_{\text{рот.}}}{2} \cdot (2 \cdot \pi \cdot n)^2$$

$$j = \frac{120,06}{2} \cdot \left(2 \cdot 3,14 \cdot \frac{1500}{60}\right)^2 = 1479679,47 \left(\frac{\text{ММ}}{\text{С}}\right) = 1479679,47 \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{М}}{\text{С}^2}\right) \\ = 1479,7 \left(\frac{\text{М}}{\text{С}^2}\right)$$

де:

j – прискорення пластини ;

$r_{\text{рот.}}$ – радіус ротора ;

ω – кутова швидкість.

$$F_{\text{ін.}} = 0,0082 \cdot 1479,7 = 12,13(\text{Н})$$

3.2 Сила тиску на торець пластини в мертвій точці

$$P_{\text{МТ}} = \delta \cdot b \cdot P_{\text{н.}}$$

$$P_{\text{н.}} = \frac{N_{\text{сп.}} \cdot \eta}{\eta_0 \cdot q \cdot n} = \frac{13,6 \cdot 10^3 \cdot 60 \cdot 0,8}{80 \cdot 1500 \cdot 0,88} = 6,8 \text{ (МПа)}$$

де:

$P_{\text{МТ}}$ – сила тиску на торець пластини в мертвій точці ;

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						15

$N_{\text{сп.}}$ – потужність споживана ;

$P_{\text{н.}}$ – початковий тиск;

η – загальний ККД;

η_0 – об'ємний ККД;

b – ширина пластини.

$$P_{\text{MT}} = 31,75 \cdot 2,75 \cdot 6,8 = 593,72 \text{ (МПа)}$$

3.3 Сила тертя пластини о статор

$$F_{\text{тр.}} = \mu_{\text{тр.}} \cdot (P_{\text{MT}} + F_{\text{ін.}})$$

де:

$F_{\text{тр.}}$ – сила тертя пластини о статор ;

$\mu_{\text{тр.}} = 0,02$ – коефіцієнт тертя .

$$F_{\text{тр.}} = 0,02 \cdot (593,72 + 12,13 \cdot 10^{-12}) = 12,117 \text{ (Н)}$$

3.4 Сила, яка згинає пластину

$$R_{\text{зг.}} = h \cdot b \cdot P_{\text{н.}}$$

де:

$R_{\text{зг.}}$ – сила згинання ;

b – ширина пластини ;

h – висота пластини.

$$R_{\text{зг.}} = 12,145 \cdot 10^{-3} \cdot 31,75 \cdot 10^{-3} \cdot 6,8 \cdot 10^6 = 2622,1 \text{ (Н)}$$

3.5 Радіальна сила діюча на ротор

$$R_{\text{рот.}} = d_{\text{рот.}} \cdot b \cdot P_{\text{н.}}$$

де:

$R_{\text{рот.}}$ – радіальна сила ротора ;

b – ширина ротора .

$$R_{\text{рот.}} = 120,06 \cdot 10^{-3} \cdot 31,75 \cdot 10^{-3} \cdot 6,8 \cdot 10^6 = 25920,954 \text{ (Н)}$$

3.6 Сила, що діє на статорне кільце

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

$$R_{\text{стат.}} = D \cdot b \cdot P_{\text{н.}}$$

де:

$R_{\text{стат.}}$ – сила, що діє на статорне кільце ;

b – ширина статорного кільця.

$$R_{\text{стат.}} = 127 \cdot 10^{-3} \cdot 31,75 \cdot 10^{-3} \cdot 6,8 \cdot 10^6 = 27419,3(\text{Н})$$

3.7 Сила, що рушить статорне кільце

$$F_{\text{сдв.}} = R_{\text{стат.}} \cdot \sin\psi$$

де:

$F_{\text{сдв.}}$ – рушійна сила .

$$F_{\text{сдв.}} = 27419,3 \cdot \sin 8^\circ = 27419,3 \cdot 0,139 = 1069,35(\text{Н})$$

3.8 Сила пружини, що утримує статорне кільце

$$R_{\text{пруж.}} = 1,1 \cdot F_{\text{сдв.}}$$

де:

$R_{\text{пруж.}}$ – сила пружини.

$$R_{\text{пруж.}} = 1,1 \cdot 1069,35 = 1176,28 (\text{Н})$$

3.9 Обираємо пружину, що забезпечить задане зусилля:

За ГОСТ 13775 обираю пружину №76, що має зовнішній діаметр

$$D_{\text{пруж.}} = 0,032(\text{м}).$$

3.10 Сила, яка відгинає диск

$$R_{\text{от.}} = (f_{\text{вікна}} \cdot P_{\text{н.}}) + (f_{\text{др.}} \cdot P_{\text{н.}})$$

де:

$f_{\text{вікна}}$ – площа вікна ;

$R_{\text{от.}}$ – сила відгинання.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						17

$$f_{\text{вікна}} = \frac{\pi \cdot (D + d_{\text{рот.}})}{2 \cdot 360} \cdot \beta_{\text{вікна}} \cdot 2 \cdot e$$

де:

$\beta_{\text{вікна}}$ – кут вікна.

$$\beta_{\text{вікна}} = 180^\circ - \varepsilon = 180^\circ - 55,4^\circ = 124,6^\circ$$

$$f_{\text{вікна}} = \frac{3,14(127 + 120,06)}{720} \cdot 124,6 \cdot 2 \cdot 3,47 = 931,7(\text{мм}^2)$$

$$f_{\text{др.}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{др.}} \cdot \delta_{\text{др.}} \cdot 2 \cdot e}{360}$$

де:

$\delta_{\text{др.}}$ – відносна товщина дренажної канавки;

$f_{\text{др.}}$ – площа дренажної канавки.

$$\delta_{\text{др.}} = \pi + \frac{\beta}{2} = 180^\circ + \frac{27,7^\circ}{2} = 193,85$$

$$f_{\text{др.}} = \frac{3,14 \cdot 95,77 \cdot 193,85 \cdot 2 \cdot 3,47}{360} = 1123,8(\text{мм}^2)$$

$$R_{\text{от.}} = (931,7 \cdot 6,8) + (1123,8 \cdot 6,8) = 13977,4(\text{Н})$$

3.11 Сила, яка пригинає диск до ротора

$$R_{\text{приг.}} = 1,1 \cdot R_{\text{от.}}$$

де:

$R_{\text{приг.}}$ – сила пригинання диска до ротора .

$$R_{\text{приг.}} = 1,1 \cdot 13977,4 = 15375,14(\text{Н})$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

4.Розрахунки на міцність

4.1 Кутова швидкість

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n$$

де:

n – число обертів;

ω – кутова швидкість .

$$\omega = 2 \cdot 3,14 \cdot 1500 = 9400 \left(\frac{\text{рад}}{\text{хв}} \right)$$

4.2 Крутний момент

$$M_{\text{кр.}} = \frac{N_{\text{сп.}}}{\omega}$$

де:

$M_{\text{кр.}}$ – крутний момент ;

$N_{\text{сп.}}$ – потужність споживана .

$$M_{\text{кр.}} = \frac{13600 \cdot 60}{9420} = 86,62 \text{ (Н} \cdot \text{м)}$$

4.3 Згинаючий момент на валу

$$M_{\text{зг.}} = R_{\text{рот.}} \cdot b$$

де:

b – ширина статора ;

$M_{\text{зг.}}$ – згинаючий момент.

$$M_{\text{зг.}} = 25920,954 \cdot 31,75 = 822990,29 \text{ (Н} \cdot \text{мм)}$$

4.4 Діаметр вала за крутним моментом

Сталь 40Х

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

$$d_{B1} = \sqrt[3]{\frac{5 \cdot M_{кр.}}{[\tau]}}$$

де:

$[\tau]$ – допустиме напруження на кручення.

$$[\tau] = 0,5 \cdot [\tau_{зг.}]$$

де:

$[\tau_{зг.}]$ – допустиме напруження на згин.

$$[\tau_{зг.}] = 240(\text{МПа})$$

$$[\tau] = 0,5 \cdot 240 = 120(\text{МПа})$$

$$d_{B1} = \sqrt[3]{\frac{5 \cdot 86,62}{18,75 \cdot 10^{-6}}} = 0,028(\text{мм})$$

$$\tau_{кр.} = \frac{[\tau_{кр.}]}{n_1 \cdot n_2 \cdot n_3}$$

де:

$\tau_{кр.}$ – напруження кручення ;

$n_{1,2,3}$ – запаси міцності:

Запаси міцності

$n_1 = 1,5 \div 2$ – концентратор напруги

$n_2 = 1,5 \div 2$ – від термообробки

$n_3 = 1,5 \div 2$ – структура

$$\tau_{кр.} = \frac{[\tau_{кр.}]}{n_1 \cdot n_2 \cdot n_3} = \frac{150}{8 \div 4} = 37,5 \div 18,75(\text{МПа})$$

Приймаємо $\tau_{кр.} = 18,75(\text{МПа}) = \tau$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

4.5 Діаметр на валу під шпонку

$$d_{B2} = a \sqrt[3]{\frac{N_{сп.}}{n}}$$

де:

d_{B2} – діаметр вала, на якому знаходиться шпонка ;

$a = 10 \div 15$, приймаємо $a = 13$.

$$d_{B2} = 13 \sqrt[3]{\frac{13600}{1500}} = 27(\text{мм})$$

4.6 Товщина корпусу із Чавуну СЧ-20

$$\delta = \frac{D_{диск}}{2} \left(\sqrt{\frac{[\sigma_p] + 0,4 \cdot P_i}{[\sigma_p] - 1,3 \cdot P_i}} - 1 \right)$$

де:

δ – товщина торпусу;

P_i – Індикаторний тиск ;

$[\sigma_p]$ – допустиме напруження на розтяг.

$$P_i = (1,1 \div 1,2) \cdot P_H$$

приймаємо $P_i = 1,1 \cdot P_H$

$$P_i = 1,1 \cdot 6,8 = 7,48(\text{МПа})$$

$$[\sigma_p] = 45(\text{МПа})$$

$$\delta = \frac{162,9}{2} \sqrt{\frac{45 + 0,4 \cdot 7,48}{45 - 1,3 \cdot 7,48}} = 81,45 \sqrt{\frac{47,992}{35,276}} = 9,448(\text{мм})$$

$$\sigma_p = \frac{[\sigma_p]}{n_1}$$

де:

σ_p – напруження на розтяг;

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

n_1 – запас міцності ;

$$n_1 = 1,5 \div 2.$$

$$\sigma_p = \frac{45}{1,5 \div 2} = 22,5 \div 30(\text{МПа})$$

приймаємо $\sigma_p = 22,5(\text{МПа})$

4.7 Товщина кришки корпусу

$$\delta_{\text{кр.}} = \frac{D_{\text{диск}}}{2} \sqrt{\frac{0,75 \cdot P_i}{\sigma_p}}$$

де:

$\delta_{\text{кр.}}$ – товщина кришки.

$$\delta_{\text{кр.}} = \frac{162,9}{2} \sqrt{\frac{0,75 \cdot 7,48}{22,5}} = 81,45 \cdot 0,5 = 40,725(\text{мм})$$

4.8 Перевірка пластини на згин

$$\sigma_{\text{зг.}} = \frac{M_{\text{зг.}}}{W}$$

де:

$\sigma_{\text{зг.}}$ – напруження згину ;

$M_{\text{зг.}}$ – момент згину пластини;

W – осьовий момент опору .

$$W = \frac{\delta^2 \cdot b}{6}$$

$$M_{\text{зг.}} = F \cdot e$$

де :

F – Сила згину пластини, що виникає від тиску нагнитання .

$$F = b \cdot 2e \cdot P_H$$

$$F = 31,75 \cdot 3,47 \cdot 2 \cdot 6,8 = 1498,35(\text{Н})$$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					22

$$W = \frac{2,75^2 \cdot 31,75}{6} = 40(\text{мм}^3)$$

$$M_{\text{зг.}} = 1498,3 \cdot 3,47 = 5199,1(\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$\sigma_{\text{зг.}} = \frac{5199,1}{40} = 129,97(\text{МПа})$$

Допустиме напруження для сталі 65Г $[\sigma_{\text{зг.}}] = 170 \dots 330(\text{МПа})$, отже міцність забезпечено, так як $[\sigma_{\text{зг.}}] > \sigma_{\text{зг.}}$.

4.9 Мінімальна товщина стінки статорного кільця

$$b_{\text{стат.}} \geq 0,1 \cdot R_{\text{стат.}}$$

$$R_{\text{стат.}} = \frac{D}{2}$$

де:

$R_{\text{стат.}}$ – радіус статора ;

$b_{\text{стат.}}$ – товщина стінки статорного кільця .

$$R_{\text{стат.}} = \frac{127}{2} = 63,5(\text{мм})$$

$$b_{\text{стат.}} \geq 0,1 \cdot 63,5 = 6,35(\text{мм})$$

Приймаємо $b_{\text{стат.}} = 6,5(\text{мм})$

4.10 Розрахунок шпильки Сталь 20

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

де:

$[\sigma_p]$ – допустиме напруження на розтяг;

σ_T – межа текучості, $\sigma_T = 245(\text{МПа})$;

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					23

n – коефіцієнт запасу, $n = 2$.

$$[\sigma_p] = \frac{245 \cdot 10^6}{2} = 122,5 \cdot 10^6 (\text{Па})$$

4.11 Сила, яка діє на шпильку

$$R_k = R_g + R_i$$

де:

R_k – сила тиску на шпильку;

R_g – сила тиску на ущільнювачі жгут;

R_i – сила тиску на диск .

$$R_g = \frac{\pi \cdot D_{\text{диск.}}^2}{4} \cdot P_i$$

де:

$D_{\text{диск.}}$ – діаметр диска;

P_i – індикаторний тиск.

$$R_g = \frac{3,14 \cdot 162,9^2}{4} \cdot 7,48 = 155816,5 (\text{Н})$$

$$R_i = \frac{\pi(D_{\text{ущ.}}^2 - D_{\text{диск.}}^2)}{4} \cdot P_i$$

де:

$D_{\text{ущ.}}$ – діаметр положення ущільнюваного жгута .

$$D_{\text{ущ.}} = D_{\text{диск.}} + 2d_{\text{ж}}$$

де:

$d_{\text{ж}}$ – діаметр ущільнюваного жгута .

$$d_{\text{ж}} = 5 (\text{мм})$$

$$D_{\text{ущ.}} = 162,9 + 2 \cdot 5 = 172,9 (\text{мм})$$

$$R_i = \frac{3,14(172,9^2 - 162,9^2)}{4} \cdot 7,48 = 19717,5 (\text{Н})$$

$$R_k = 155816,5 + 19717,5 = 175534 (\text{Н})$$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					24

4.12 Площа шпильки

$$f_{\text{шп.}} = \frac{R_k}{Z_{\text{шп.}}[\sigma_p]}$$

де:

$f_{\text{шп.}}$ – площа шпильки;

$[\sigma_p]$ – допустиме напруження на розтяг, $[\sigma_p] = 122,5(\text{МПа})$;

$Z_{\text{шп.}}$ – кількість шпильок, $Z_{\text{шп.}} = 4(\text{шт.})$.

$$f_{\text{шп.}} = \frac{175534}{4 \cdot 122,5 \cdot 10^6} = 0,000358\text{м}^2 = 358(\text{мм}^2)$$

$$d_{\text{шп.}} = \sqrt{\frac{4 \cdot f_{\text{шп.}}}{\pi}}$$

$$d_{\text{шп.}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 358 \cdot 10^{-6}}{3,14}} = 21,35 \cdot 10^{-3}(\text{м})$$

4.13 Розрахунок шпонки

$$\sigma_{\text{см.}} = \frac{4M_{\text{кр.}}}{d_{\text{В2}} \cdot l \cdot h} < [\sigma_{\text{см.}}]$$

де:

$M_{\text{кр.}}$ – момент кручення;

$\sigma_{\text{см.}}$ – напруження зминання;

$d_{\text{В2}}$ – діаметр вала під шпонку;

l – ширина шпонки;

h – висота шпонки;

$[\sigma_{\text{см.}}]$ – допустиме напруження на зминання, $[\sigma_{\text{см.}}] = 210(\text{МПа})$.

За ГОСТ 23360-78 обираємо розміри шпонки для нашого вала, при

$d_{\text{В2}} = 27(\text{мм})$ шпонка буде мати розмір 7x7.

$$\sigma_{\text{см.}} = \frac{4 \cdot 86,62}{27 \cdot 10^{-3} \cdot 37 \cdot 10^{-3} \cdot 7 \cdot 10^{-3}} = 49,5(\text{МПа})$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

$$[\sigma_{см.}] > \sigma_{см.}$$

4.14 Розрахунок підшипників

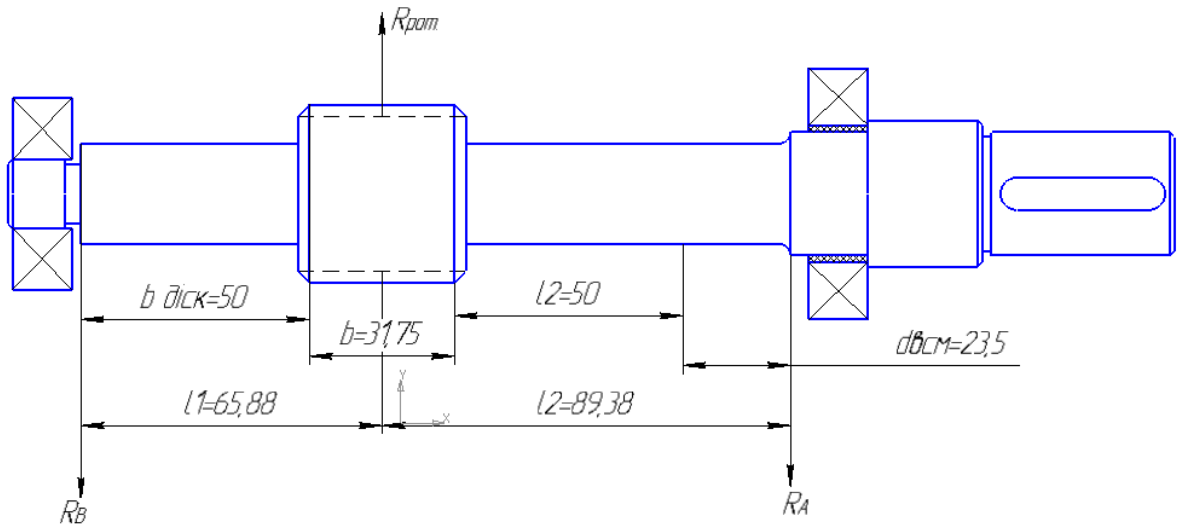


Рисунок 4.1-Підшипник радіально-упорний

4.14.1 реакція сил в точці А

$$R_A = \frac{R_{рот.} \cdot l_1}{l_1 + l_2}$$

де:

R_A – реакція сил в точці А;

l_1 – довжина до центра ротора з точки В;

l_2 – довжина до центра ротора з точки А;

$R_{рот.}$ – радіальна сила ротора .

$$R_{рот.} = 25920,945(\text{Н})$$

$$R_A = \frac{R_{рот.} \cdot l_1}{l_1 + l_2} = \frac{25920,945 \cdot 65,88}{65,88 + 89,38} = \frac{1707671,8566}{155,26} = 10998,78 \left(\frac{\text{Н}}{\text{М}} \right)$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

4.14.2 реакція сил в точці В

$$R_B = \frac{R_{\text{пот.}} \cdot l_2}{l_1 + l_2}$$

де:

R_B – реакція сил в точці В.

$$R_B = \frac{R_{\text{пот.}} \cdot l_2}{l_1 + l_2} = \frac{25920,945 \cdot 89,38}{65,88 + 89,38} = \frac{2316814,0641}{155,26} = 14922,156 \left(\frac{\text{Н}}{\text{м}}\right)$$

4.14.3 Еквівалентне динамічне навантаження в точці А

$$R_{l_A} = (X \cdot Y \cdot R_A) \cdot K_{\text{безп.}} \cdot K_T$$

де:

R_{l_A} – еквівалентне динамічне навантаження на підшипник в точці А ;

$Y = 1$ – коефіцієнт обертання внутрішнього кільця підшипника;

$X = 1$ – коефіцієнт обертання зовнішнього кільця підшипника;

$K_{\text{безп.}} = 1,2$ – коефіцієнт безпеки;

$K_T = 1$ – температурний коефіцієнт.

$$R_{l_A} = (1 \cdot 1 \cdot 10998,78) \cdot 1,2 \cdot 1 = 13198,536(\text{Н})$$

4.14.4 Еквівалентне динамічне навантаження в точці В

$$R_{l_B} = (X \cdot Y \cdot R_B) \cdot K_{\text{безп.}} \cdot K_T$$

де:

R_{l_B} – еквівалентне динамічне навантаження на підшипник в точці В ;

$Y = 1$ – коефіцієнт обертання внутрішнього кільця підшипника;

$X = 1$ – коефіцієнт обертання зовнішнього кільця підшипника;

$K_{\text{безп.}} = 1,2$ – коефіцієнт безпеки;

$K_T = 1$ – температурний коефіцієнт.

$$R_{l_B} = (1 \cdot 1 \cdot 14922,15) \cdot 1,2 \cdot 1 = 17906,587(\text{Н})$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

4.14.5 Вибір підшипника в точці А за ГОСТ 831-75

Таблиця 4.1-Характеристики підшипника 36106К6

Умовне позначення підшипника а	Розміри, мм			Вантажопідйомність, кН	
	D	D	B	C	C ₀
36106К6	30	55	13	11,2	8,3

4.14.6 Вибір підшипника в точці В за ГОСТ 831-75

Таблиця 4.2- Характеристики підшипника 26302К

Умовне позначення підшипника а	Розміри, мм			Вантажопідйомність, кН	
	D	D	B	C	C ₀
26302К	15	42	13	13,6	6,8

4.14.7 Ресурс підшипника в точці А

$$L_{h_A} = \frac{10^6}{60 \cdot n} \left(\frac{C}{R_{l_A}} \right)^3$$

де:

L_{h_A} – Ресурс підшипника в точці А;

C – Вантажопідйомність.

$$L_{h_A} = \frac{10^6}{60 \cdot 1500} \left(\frac{11,2 \cdot 10^3}{13198,536} \right)^3 = 9,42$$

4.14.8 Ресурс підшипника в точці В

$$L_{h_A} = \frac{10^6}{60 \cdot n} \left(\frac{C}{R_{l_A}} \right)^3$$

де:

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						28

L_{h_B} – Ресурс підшипника в точці В;

C – Вантажопідйомність.

$$L_{h_B} = \frac{10^6}{60 \cdot 1500} \left(\frac{13,6 \cdot 10^3}{17906,587} \right)^3 = 8,43$$

4.15 Розрахунок підшипників ковзання;

4.15.1 навантаження на кручення

$$\tau_{кр.} = \frac{M_{кр.}}{W_{кр.}}$$

де:

$\tau_{кр.}$ – навантаження на кручення;

$M_{кр.}$ – момент кручення;

$W_{кр.}$ – момент опору кручення.

$$W_{кр.} = \frac{\pi d^3}{16}$$

де:

d – зовнішній діаметр .

$$d = 1,5 \cdot D_{шл.}$$

де:

$D_{шл.}$ – діаметр шліцевого з'днання. $D_{шл.} = 38$ мм.

$$d = 1,5 \cdot 38 = 57(\text{мм})$$

$$W_{кр.} = \frac{3,14 \cdot 57^3}{16} = 42390$$

$$\tau_{кр.} = \frac{86,624}{42390} = 0,00204 \left(\frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{мм}} \right) = 2,04(\text{МПа})$$

$$\tau_{кр.} < [\tau] = 18,75\text{МПа}$$

4.15.2 Умова зносостійкості підшипника (по питомому навантаженню);

$$p \leq [p]$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

де:

p – питоме навантаження в підшипнику ;

$[p]$ – допустиме питоме навантаження в підшипнику.

$$[p] = 4 \cdot 10^6$$

$$p = \frac{R_A}{d \cdot l} \leq [p]$$

де d, l – діаметр та довжина підшипника;

R_A – радіальне навантаження на підшипник.

Визначаємо допустимий момент опору

$$[W] = \frac{M_3}{[\sigma_3]}$$

де $[\sigma_3]$ – допустиме напруження на згин;

M_3 – момент згину;

$$[W] = \frac{822,990}{240 \cdot 10^6} = 3,429 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

Для кільця полярний момент опору знаходиться за наступною формулою:

$$W = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{(d^4 - d_{\text{вала1}}^4)}{d}$$

Якщо виразити діаметр підшипника, то

$$d_{\text{в.1}} = 38(\text{мм})$$

За ГОСТ 1978-73 приймаємо:

$$d = 45 (\text{мм})$$

$$W = \frac{3,14}{32} \frac{(45^4 - 38^4)}{45} = 4,394 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$3,4 \cdot 10^{-6} = [W] < W = 4,394 \cdot 10^{-6}$$

Для визначення довжини підшипника скористаємося відношенням:

$$l = (0,5 \div 1,5) \cdot d$$

Приймаємо довжину підшипника $l = 50$ мм

$$R_A = R_B = 0,5 \cdot R_{\text{рот}}$$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					30

де $R_{\text{рот}}$ – радіальна сила на ротор.

$$R_A = R_B = 25920,945 \cdot 0,5 = 12960,47 \text{ Н};$$

$$p = \frac{12960,47}{0,06 \cdot 0,05} = 3,32 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$3,32 \cdot 10^6 < 4 \cdot 10^6$$

Отже, умова зносостійкості підшипника (по питомому навантаженню) виконується.

4.15.3 Умова зносостійкості підшипника (по допустимому нагріванню)

$$p \cdot V \geq [p \cdot V]$$

де:

V – колова швидкість .

$$[p \cdot V] = 12 \cdot 10^6$$

$$V = \pi \cdot d \cdot n$$

$$V = \pi \cdot 45 \cdot 10^{-3} \cdot 25 = 3,53 \text{ м/с}$$

$$p \cdot V = 3,32 \cdot 10^6 \cdot 3,53 = 11,71 \cdot 10^6$$

$$11,71 \cdot 10^6 \geq 18 \cdot 10^6$$

При розрахунках визначили, що умова зносостійкості підшипника(по допустимому нагріванні) виконується.

4.16 Розрахунок шліцевого з'єднання

Для вала з $d_1 = 39$ ми обираємо за ГОСТ 1139 – 80 шліцьове з'єднання $8 \times 32 \times 38$

Прямобічне шліцьове з'єднання перевіряють на зминання

$$\sigma_{\text{см}} \approx \frac{M}{0,75 \cdot z \cdot A_{\text{см}} \cdot R_{\text{СР}}} \leq [\sigma_{\text{см}}]$$

де :

M – передавальний крутний момент;

0,75 – для врахування нерівномірності розподілу по шліцам;

z – кількість шліців;

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

$A_{см}$ – розрахункова поверхня зминання.

$$M_{кр.} = \frac{N_{сп.}}{\omega}$$

де:

$M_{кр.}$ – крутний момент ;

$N_{сп.}$ – потужність споживана .

$$M_{кр.} = \frac{13600}{157} = 86,624 \text{ (Н} \cdot \text{м)}$$

$$\sigma_{см} \approx \frac{86624}{0,75 \cdot 8 \cdot 44,45 \cdot 17,5} = 18,55 \text{ МПа} < 100 \text{ МПа};$$

$$A_{см} = \left(\frac{D - d}{2} - 2f \right) l;$$

$$A_{см} = \left(\frac{40 - 36}{2} - 2 \cdot 0,3 \right) \cdot 31,75 = 44,45;$$

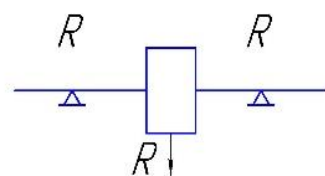
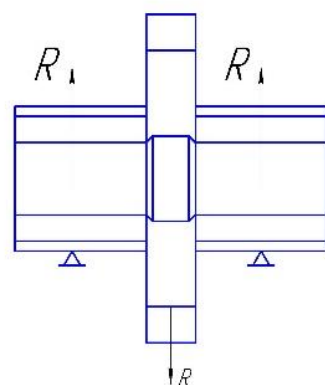
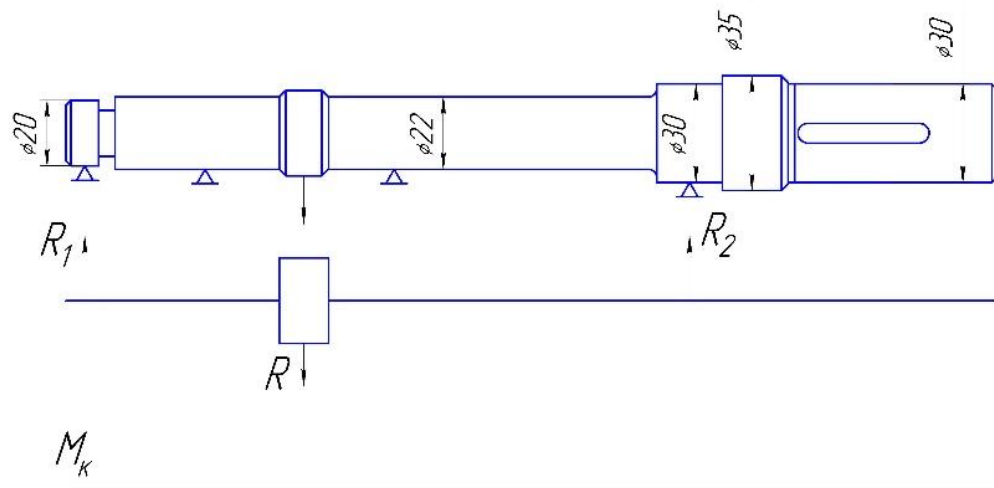
де:

l – довжина ступиці.

$$R_{сп} = 0,25(D + d)$$

$$R_{сп} = 0,25(38 + 32) = 17,5$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32



M_{32}

181,44

Рисунок 4.2 – Розрахункова схема вала, ротора.

5. Економічний розділ

Виробничий процес – це сукупність взаємопов'язаних дій людей, засобів праці та природи, потрібних для виготовлення продукції. Основними елементами виробничого процесу є процес праці як свідома діяльність людини, предмети та засоби праці (рис. 1).

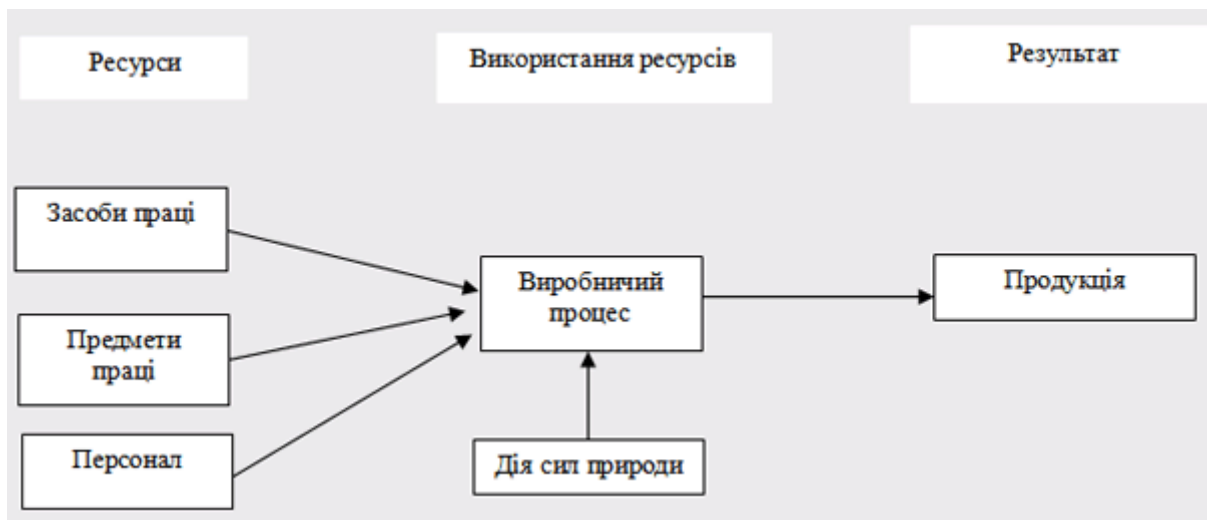


Рисунок 5.1- Схема елементів виробничого процесу.

Це ресурсні складові виробничого процесу, які потребують певних витрат коштів. Поряд з цим у багатьох виробництвах використовуються природні процеси, які здійснюються під впливом сил природи (біологічні, хімічні процеси у аграрних та аграрно-промислових виробництвах, сушіння, остуджування деталей після термічної обробки тощо). Природні процеси потребують витрат часу, а витрат ресурсів — тільки у випадку їх штучної інтенсифікації.

Головною складовою виробничого процесу є **технологічний процес** — сукупність дій по зміні та значенню стану предмета праці. На підприємствах здійснюються різноманітні виробничі процеси. Їх поділяють передусім за такими ознаками: призначення, перебіг у часі, автоматизації.

За призначенням виробничі процеси поділяються на основні, допоміжні та обслуговуючі.

Основні процеси — це процеси безпосереднього виготовлення основної продукції) підприємства, яка визначає його виробничий профіль, спеціалізацію і поступає на ринок як товар для продажу.) Всі процеси у ряді виробництв поділяються на стадії: обробну, випускную (складальную). Разом вони створюють основне виробництво. До допоміжних належать процеси виготовлення продукції, яка використовується на самому підприємстві для забезпечення правильного протікання основних процесів.

Допоміжні процеси групуються за їх призначенням, утворюючи такі. Допоміжні виробництва, як ремонтне, інструментальне, енергетичне та ін. Обслуговуючі процеси забезпечують нормальні умови здійснення основних і допоміжних процесів. До них належать складські, транспортні процеси.

За перебігом у часі виробничі процеси поділяють на дискретні (перервні) та безперервні. Дискретним Процесам притаманна циклічність, пов'язана з виготовленням виробів певної форми, які обчислюються в штуках (машини, прилади, одяг-тощо). Безперервні - продуктивність одного робочого місця, кількість робочих місць.

Принципи організації виробничого процесу. Виробничий процес і окремі його операції повинні бути раціонально організовані у просторі і часі. Для цього слід дотримуватися певних принципів при проектуванні та організації виробничого процесу. До таких принципів належать: спеціалізація, пропорційність, паралельність, прямо точність, безперервність, ритмічність, автоматичність, гнучкість, гомеостатичність.

Принцип пропорційності вимагає, щоб у всіх частинах виробничого процесу, у всій взаємопов'язаній системі підрозділів і машин була узгоджена пропускна спроможність, тобто однакова здатність виконання робіт і випуску продукції.

						Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Недотримання цього принципу призводить до виникнення "вузьких місць" або неповного завантаження окремих підрозділів. На підприємствах із складною структурою виробництва важко досягти повної пропорційності потужностей окремих підрозділів (бригад, дільниць, цехів, виробництв).

Вона періодично порушується внаслідок освоєння нових виробів, неоднакових темпів зниження їх трудомісткості у різних підрозділах тощо.

Виникнення диспропорцій — закономірний результат розвитку виробництва, проте їх потрібно передбачати і планомірно усувати.

Принципи раціональної організації виробничого процесу:

- Принцип паралельності передбачає одночасне виконання окремих операцій і процесів. Додержання цього принципу особливо важливе при виготовленні складних виробів, що компонуються із багатьох деталей, вузлів, агрегатів, послідовне виробництво яких зайняло б багато часу. Паралельність досягається раціональним розчленуванням виробів на складові частини, суміщенням часу виконання різних операцій над ними, одночасним виготовленням різних виробів. Паралельне виконання робіт на робочому місці забезпечується багато-інструментальною обробкою заготовок, суміщенням часу виконання основних і допоміжних операцій.
- Принцип прямоточності означає, що предмети праці в процесі обробки повинні мати найкоротші маршрути по всіх стадіях і операціях виробничого процесу, без зустрічних і зворотних переміщень. Для дотримання цього принципу цехи, дільниці, робочі місця, наскільки це можливо, розташовують за ходом технологічного процесу., ^Допоміжні виробництва, служби, склади у свою чергу розміщують по можливості ближче до тих підрозділів, які вони обслуговують.

									Лист
									36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

- Принцип безперервності вимагає, щоб перерви між суміжними технологічними операціями були мінімальні або зовсім ліквідовані. Найбільшою мірою цей принцип реалізується у безперервних виробництвах — хімічному, металургійному, енергетичному та ін. У дискретному виробництві, де технологічний процес має широку диференціацію, повністю ліквідувати перерви неможливо як з технологічних, так і організаційних причин. В цих умовах важливим завданням є мінімізація перерв у структурі виробничого циклу шляхом синхронізації операцій, застосування прогресивних методів оперативного управління виробництвом. Безперервність виробничого процесу повинна доповнюватись безперервністю роботи устаткування і робітників.
- Принцип ритмічності полягає в тому, що робота всіх підрозділів підприємства і випуск продукції повинні здійснюватися за певним ритмом, планомірною повторюваністю. При додержанні принципу ритмічності у рівні проміжки часу виготовляється однакова або рівномірно зростаюча кількість продукції, забезпечується рівномірне завантаження робочих місць. Ритмічна робота дозволяє найповніше використовувати виробничу потужність підприємства і його підрозділів.
- Принцип автоматичності передбачає економічно обґрунтоване вивільнення людини від безпосередньої участі у виконанні операцій виробничого процесу. Особливо актуальна реалізація цього принципу у виробництвах з важкими і шкідливими умовами праці. Автоматизуються не тільки виробничі процеси, а й інші сфери діяльності людини, в тому числі управління.
- Принцип гнучкості означає, що виробничий процес повинен оперативно адаптуватися до зміни організаційно-технічних умов, пов'язаних з переходом на виготовлення іншої продукції або її модифікацією. Гнучкість виробничого процесу дозволяє освоювати нову продукцію у короткий термін з меншими

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

витратами. Значення принципу гнучкості особливо зростає в умовах швидких темпів науково-технічного прогресу, коли об'єкти виробництва часто міняються. Гнучкість виробничого процесу досягається універсалізацією знарядь праці, засобів автоматизації та методів обробки, впровадженням верстатів з ЧПК, гнучких виробничих систем.

- Принцип гомеостотичності вимагає, щоб виробнича система була здатною стабільно виконувати свої функції в межах допустимих відхилень і протистояти дисфункціональним впливам. Це досягається створенням технічних і організаційних механізмів саморегулювання і стабілізації. До стабілізаційних організаційних систем належать системи оперативного планування і регулювання виробництва, планово-запобіжного ремонту устаткування, резервних запасів та ряд інших заходів.

Розглянуті принципи раціональної організації виробничого процесу тісно між собою пов'язані, доповнюють один одного і різною мірою реалізуються на практиці в конкретних умовах. При проектуванні виробничого процесу, його організації треба їх враховувати, але вибирати оптимальні організаційно-технічні рішення за критерієм економічної ефективності.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

6. Розділ з охорони праці

Небезпечна зона - це простір, в якому можлива дія на людину небезпечного і (або) шкідливого виробничого фактора. Небезпека локалізована в просторі навколо рухомих елементів: ріжучого інструменту, оброблюваних деталей, планшайб, зубчастих, ремінних і ланцюгових передач, робочих столів верстатів, конвеєрів, що переміщуються підйомно-транспортних машин, вантажів і т. Д. Особлива небезпека створюється у випадках, коли можливе захоплення одягу або волосся працюючого рухомими частинами обладнання. Наявність небезпечної зони може бути обумовлено небезпекою ураження електричним струмом, впливу теплових, електромагнітних та іонізуючих випромінювань, шуму, вібрації, ультразвуку, шкідливих парів і газів, пилу, можливістю травмування відлітають частинками матеріалу заготовки та інструменту при обробці, вильотом оброблюваної деталі через поганий її закріплення або поломки. Розміри небезпечної зони в просторі можуть бути постійними (зона між ременем і шківом, зона між вулицями і т. Д.) І змінними (поле прокатних станів, зона різання при зміні режиму і характеру обробки, зміна різального інструменту і т. Д.). При проектуванні експлуатації технологічного обладнання необхідно передбачати застосування пристроїв або виключають можливість контакту людини з небезпечною зоною, або знижують небезпеку контакту (засобів захисту працюючих). Засоби захисту працюючих за характером їх застосування поділяються на дві категорії: колективні та індивідуальні. Засоби колективного захисту в залежності від призначення поділяються на такі класи: нормалізації повітряного середовища виробничих приміщень і робочих місць, нормалізації освітлення виробничих приміщень і робочих місць, засоби заштио т іонізуючих випромінювань, інфрачервоних випромінювань, ультрафіолетових випромінювань, електромагнітних випромінювань, магнітних і електричних полів, випромінювання оптичних квантових генераторів, шуму, вібрації, ультразвуку, ураження електричним струмом, електростатичних зарядів, від підвищених і знижених температур поверхонь обладнання, матеріалів,

										Лист
										39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

виробів, заготівель, від підвищених і знижених температур повітря робочої зони, від впливу механічних, хімічних, біологічних факторів. Засоби індивідуального захисту в залежності від призначення поділяються на такі класи: ізолюючі костюми, засоби захисту органів дихання, спеціальний одяг, спеціальне взуття, засоби захисту рук, голови, обличчя, очей, органів слуху, засоби захисту від падіння і інші аналогічні засоби, захисні дерматологічні засоби.

Все що застосовуються в машинобудуванні засоби колективного захисту працюючих за принципом дії можна розділити на огорожувальні, запобіжні, що блокують, що сигналізують, а також системи дистанційного керування машинами і спеціальні. Кожен з перерахованих підкласів, як буде показано нижче, має кілька видів і підвидів. Загальними вимогами до засобів захисту є: створення найбільш сприятливих для організму людини співвідношень з навколишнім зовнішнім середовищем і забезпечення оптимальних умов для трудової діяльності; висока ступінь захисної ефективності; облік індивідуальних особливостей обладнання, інструменту, пристосувань або технологічних процесів; надійність, міцність, зручність обслуговування машин і механізмів, облік рекомендацій технічної естетики.

Огорожувальні засоби захисту перешкоджають появі людини в небезпечній зоні. Застосовуються для ізоляції систем приводу машин і агрегатів, зон обробки заготовок, для огороження струмоведучих частин, зон інтенсивних випромінювань (теплових, електромагнітних, іонізуючих), зон виділення шкідливих речовин, що забруднюють повітряне середовище, і т. Д.

Огорожувальних так- ж робочі зони, розташовані на висоті (ліси і т. п.).

Конструктивні рішення огорожувальних пристроїв різноманітні. Вони залежать від виду обладнання, розташування людини в робочій зоні, специфіки небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які супроводжують технологічний процес. Огорожувальні пристрої діляться на три основні групи: стаціонарні (незнімні), рухливі (знімні) і переносні.

						Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Стационарні огорожі періодично демонтуються для здійснення допоміжних операцій (зміни робочого інструменту, змазування, проведення контрольних вимірювань деталей і т. п.). Їх виготовляють таким чином, щоб вони пропускали оброблювану деталь, але не пропускали руки працюючого через невеликих розмірів відповідного технологічного отвору. Таке огороження може бути повним, коли локалізується небезпечна зона разом з машиною, або частковим, коли ізолюється тільки небезпечна зона машини; Прикладами повного огорожі є огорожі розподільних пристроїв електрообладнання, галтувальних барабанів, вентиляторів, корпуси електродвигунів, насосів.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

7. Технологічний розділ

005 Заготівельна.

Як прогресивніший метод здобуття заготовки, приймаю прокат

010 Відрізна

015 Термічна.

Вигляд і режим термообробки залежать від її призначення, хімічного складу поковки, від габаритів і товщини оброблюваної поковки. Для даної поковки рекомендується гартування. Гартування застосовується з метою підвищення міцності, твердості і поліпшення механічних властивостей металу. Гартування виробляється з температурою 1050°-1100°С з подальшим охолодженням у воді. В результаті гартування виходить мартенситна структура, яка має голчану будову, що підвищує твердість і міцність заготовки.

Устаткування: газова піч, кліщі ТП-98.

020 Токарна з ЧПК.

Операція виконується на верстаті з ЧПК моделі 16A20Ф3

Деталь базується і закріплюється в 3х кулачковий самоцентруючий патрон d100 мм ГОСТ 2675-80* з переустановом

Дана схема базування забезпечує установчу та подвійну опорну бази

На даній операції всі поверхні обробляються начерно з залишком припуску в 2 мм

Різець прохідний T15K6 PCLNR2525M09

Різець розточний T15K6 A12G-SGXM11-25

Штангенциркуль ШЦ-II-125-01; ГОСТ 166-88;

025 Контроль ОТК

Контроль отриманих розмірів.

Інструмент: Штангенциркуль ШЦ-I-125-01 ГОСТ 166-89

						Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

030 Токарна з ЧПК.

Операція виконується на верстаті 16А20Ф3

В якості пристрою на даній операції застосовується 3х кулачковий самоцентруючий патрон d100 мм ГОСТ 2675-80* з розточеними кулачками на d40 І25 з переустановом.

На даній операції всі поверхні обробляються напівчистово начисто згідно керуючої програми.

Дана схема базування забезпечує установчу та подвійну опорну бази

Різець прохідний Т15К6 PCLNR2525M09

Різець розточний Т15К6 А12G-SGXM11-25

Різець канавочний Т15К6 HFHR 25-200-6Т20

Свердло 4 Р6М5 2300-8594 ГОСТ 22735-77

Штангенциркуль ШЦ-I-125-0.1-2 ГОСТ 166-89

Калібр-скоба ГОСТ 18360-93

035 Контроль ОТК

Контроль отриманих розмірів.

Інструмент: Штангенциркуль ШЦ-I-125-0.1-2 ГОСТ 166-89

Штангенциркуль ШЦ-II-250-0.1-2 ГОСТ 166-89

Калібр-скоба ГОСТ 18360-93

040 Свердлильна

Обладнання: вертикально-свердлувальний верстат 2Н135

Оснастка: патрон сверлильний; втулка,.

Свердло 4 Р6М5 2300-8594 ГОСТ 22735-77

Штангенциркуль ШЦ-I-125-0.1-2 ГОСТ 166-89

045 Контроль ОТК

						Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Список літератури

1. Башта Т.М. Об'ємні машини і гідравлічні двигуни гідросистем.- «Машиностроение», 1974, с. 606.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Том 2, В.И. Анурьев В 3-х томах. — 8-е изд. перераб. и доп. — Под ред. И.Н. Жестковой. — М.: Машиностроение, 2001. — 912 с.
3. Самохвалов Я.А., Левицкий М.Я., Григораш В.Д. Справочник техника-конструктора , 1978. — 592 с.
4. Бим-Бад Б.М. и др. Атлас конструкций гидромашин и гидропередат Учебное пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов/Б. М. Бим-Бад, М. Г. Кабаков, В. Н. Прокофьев и др. -М.: Машиностроение, 1990. -136с.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50