

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

На тему «Розробка пластинчатого насоса на параметри: тиск 17,91 МПа, число обертів 960об/хв., витрати 8,037л/хв.»

зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» (освітня програма “Гідравлічні машини, гідروприводи та гідропневмоавтоматика”)

Виконавець роботи

Ворона Валентин Олександрович

прізвище, ім'я, по батькові

підпис, дата

Науковий керівник

к.т.н., доцент _____

науковий ступінь, вчене звання

Ігнат'єв Олександр Савич

прізвище, ім'я, по батькові

підпис, дата

Суми 2020

Реферат

Пояснювальна записка: 47 с., 3 рис., 5 літературних джерел.

Тема роботи «Розробка пластинчатого насоса на параметри: тиск 17,91 МПа, число обертів 960об/хв., витрати 8,037л/хв»

Графічні матеріали: 4 аркуша 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 виробничого процесу, принципи раціональної організації виробничих процесів.

У розділі з охорони праці розглянуті питання пожежної безпеки, шкідливих факторів виробництва і техніка безпеки.

Ключові слова: НАСОС, СТАТОР, РОТОР, ПЛАСТИНА, ВАЛ

Зміст

Реферат

1 Будова та принципи дії пластинчастого насоса.....	5
2 Гідравлічні розрахунки	7
3 Силові розрахунки	11
4 Розрахунки на міцність	14
4.1 Кутова швидкість.....	14
4.2 Крутний момент.....	14
4.3 Умова міцності вала за обертальним моментом	15
4.4 Обертальний момент вала.....	15
4.5 Напруження на кручення	15
4.6 Умова міцності вала за потужністю	16
4.7 Товщина корпусу із Чавуна СЧ-20	16
4.8 Товщина кришки корпусу.....	17
4.9 Перевірка пластини на згин.....	18
4.10 Розрахунок шпильки Сталь 20	19
4.11 Сила, яка діє на шпильку.....	19
4.12 Площа шпильки.....	20
4.13 Розрахунок шпонки	20
4.14 Розрахунок підшипників	21
4.15 Розрахунок пружини	24

Розроб.	Ворона				Пластинчастий насос Г12-41Б	Літ.		Аркушіє
Перевір.	Ігнат'єв					3		
Реценз.						Сум ДУ, ГМ-61		
Н. Контр.	Алексєєнко							
Затв.								

1.Будова та принципи дії пластинчастого насоса

Пластинчастий насос - це поворотний насос з позитивним переміщенням типу, при якому ротор, який обертається на ексцентричному отворі статора, є робочим тілом, а пластина вставляється в поздовжній паз ротора і притискається до статора відцентровим зусиллям, пружиною або тиском рідини.

Пластинчасті насоси мають низький рівень шуму і хорошу рівномірність потоку. Ці насоси також мають відносно великий водовідбір з невеликими розмірами. Пластинчасті гідравлічні насоси можуть працювати зі швидкістю до 150 об / хв і тиском до 21 МПа.

Пластинчастий насос - забезпечує рівномірну і тиху подачу масла на виході. Ці насоси можна використовувати для дозування. Можливі як регульовані, так і нерегульовані. У насосах, що регулюються пластинами, зміна подачі здійснюється зміною об'єму робочої камери шляхом зміни ексцентриситету ротора і статора. Як регулятори використовуються гідравлічні та механічні регулятори. Рекомендовані швидкості руху, як правило, знаходяться в діапазоні 900-1800 об / хв.

Схема насоса однократної дії наведена на рисунку 1.

Складається з ротора 1, встановленого на привідному валу 2 та опори що розміщені в корпусі насоса. У роторі також є радіальні чи розташовані під кутом до радіуса пази, у які вставлені пластини 3. Статор 4 відносно ротора він розташований з ексцентриситетом e . До торців статора й ротора з малим зазором прилягають торцеві розподільні диски 5 із серпоподібними вікнами. Вікно 6 каналами в корпусі насоса з'єднується з лінією всмоктування 7, а вікно 8 – з напірною лінією 9. Між вікнами є ущільнювальні перемички 10, які забезпечують герметизацію зон усмоктування та нагнітання. Центральний кут, що утворюється цими перемичками, більший ніж кут між двома сусідніми пластинами.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						5

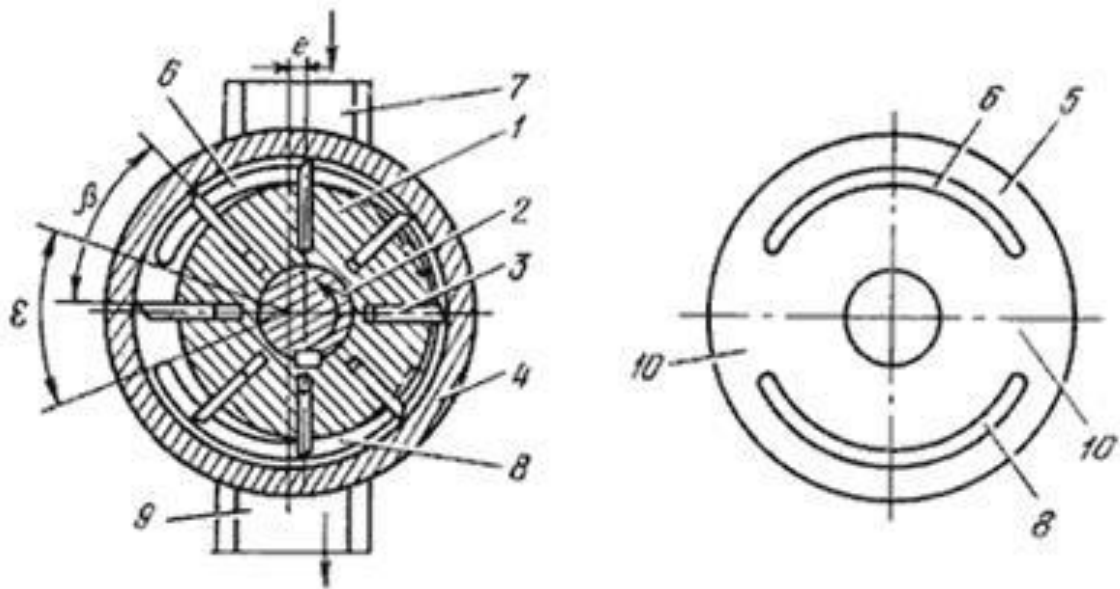


Рисунок 1 – Схема пластинчатого насоса однократної дії:

1 – ротор; 2 – привідний вал; 3 – пластини; 4 – статор; 5 – розподільний диск;

6, 8 – вікна; 7 – лінія всмоктування; 9 – лінія нагнітання

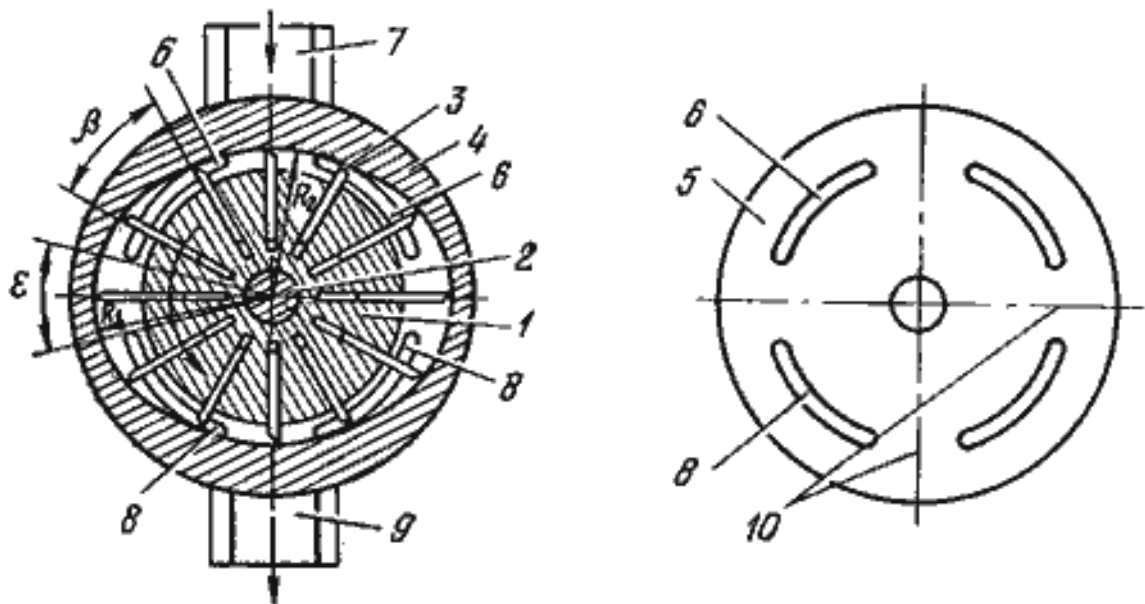


Рисунок 2 – Схема пластинчатого насоса двократної дії

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

В насосах подвійної дії (рисунок 2) ротор 1 і статор 2 співвісні. Такі насоси мають уже по дві порожнини всмоктування що розташовані симетрично й порожнини нагнітання. Таке розміщення зон урівноважує сили, що діють із боку робочої рідини та розвантажує привідний вал 2, який буде навантажуватися лише крутним моментом. Для більшої урівноваженості кількість пластин 3 у насосах подвійної дії приймають парною. Торцеві розподільні диски 5 мають чотири вікна. Два вікна 6 каналами в корпусі насоса з'єднуються з лінією всмоктування 7, а інші два 8 – з напірною гідролінією 9. Так само, як і в насосах однократної дії, між вікнами є перемички для ущільнення 10.

Пластинчасті насоси за рахунок своєї конструкції являються компактними та простими у виробництві і надійними в експлуатації. Тому вони знайшли застосування в техніці, в першу чергу в верстатобудуванні. Максимальний тиск, створюваний такими насосами, складає 7...14 МПа. Частота обертання пластинчастих насосів в середньому знаходиться в діапазоні 900 ... 1700 об/хв. Повний ККД для більшості пластинчастих насосів складає 0,60 ... 0,85, а об'ємний ККД – 0,70 ... 0,92.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

2. Гідравлічні розрахунки

2.1. Визначення максимального ексцентриситету [1]

$$e_{max} = k \sqrt{\frac{Q}{\eta_0 \cdot n}}$$

де:

e_{max} – максимальний ексцентриситет, мм;

Q – фактичні витрати, м³/хв;

η_0 – об'ємний ККД;

$k = 0,6 \div 1$, приймаємо $k = 0,575$, тому що $\eta_0 = 0,8$ [1]

$$e_{max} = 0,575 \sqrt[3]{\frac{8,037}{0,8 \cdot 960}} = 1,247 \text{ мм}$$

Приймаємо $e_{max} = 1,25$ мм

2.2 Діаметр статора [1]

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

де: q – робочий об'єм; $q = \frac{Q}{n \cdot \eta_0}$;

D – діаметр статора, мм;

$$q = \frac{8,037}{0,8 \cdot 960} = 10,4656 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

$k_1 = 0,16 \div 0,27$ – коефіцієнт ширини, приймаємо $k_1 = 0,27$ [1]

$$D = \sqrt{\frac{500 \cdot 10,4656 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,25 \cdot 0,27}} = 46,5 \text{ (мм)}$$

Приймаємо $D = 50$ мм

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

2.3 Зовнішній діаметр статора

$$D_{зв} = D + 8e$$

де:

$D_{зв}$ – зовнішній діаметр статора;

$$e_{max} = e$$

$$D_{зв} = 50 + 8 \cdot 1,25 = 60 \text{ мм}$$

2.4 Діаметр ротора

$$d = D - 41$$

$$d = 50 - 4 \cdot 1,25 = 45 \text{ мм}$$

де:

d – діаметр ротора

2.5 Діаметр диска розподільного

$$D_{диск} = D_{зв} = 60 \text{ мм}$$

$D_{диск}$ – діаметр диска

2.6 Ширина ротора

$$b = \frac{q}{2(R - r) \left[\pi(R + r) - \frac{tz}{\xi} \right]}$$

де, R – радіус статора

r – радіус ротора

t – товщина пластини

z – кількість пластин

ξ – кут нахилу пластин

$$\xi = \frac{1}{2} \arctg \left(\frac{12}{\pi} \cdot \frac{R-r}{R+r} \right) = \frac{1}{2} \arctg \left(\frac{12}{3.14} \cdot \frac{25-22.5}{25+22.5} \right) = 10,95^\circ$$

$$z=12$$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					9

b – ширина статора ;

$$b = \frac{10,4656}{2(2,5-2,25)[3,14(2,5+2,25) - \frac{0,15 \cdot 12}{\cos 10,95^\circ}]} = 1,6 \text{ см}$$

2.7 Відносна товщина пластини

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

$$R = \frac{D}{2} = \frac{50}{2} = 25 \text{ мм}$$

Товщина пластини

$$t = k_2 \cdot R$$

$$t = (0,01 \div 0,075)25 = 0,25 \div 1,873$$

Прийmemo $t=1,5$ мм

де: t – товщина пластини

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

2.8 Глибина паза для пластин

$$h = (6 \div 8) \cdot e$$

де: h – глибина паза;

приймаємо $h = 7 \cdot e$

$$h = 7 \cdot 1,25 = 8,25 \text{ мм}$$

Приймаємо $h = 9$ мм

2.9 Кут між пластинами

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

де: β – кут між пластинами

$$\beta = \frac{2 \cdot 3,14}{12} = 30^\circ$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

2.10 Середній діаметр вікон

$$D_{\text{с.вік.}} = d + 2e$$

$$D_{\text{с.вік.}} = 45 + 2 \cdot 1,25 = 47,5 \text{ (мм)}$$

2.11 Довжина перемички

$$l_{\text{п}} = \frac{\pi D}{360^{\circ}} \cdot \beta + 2t$$

$$l_{\text{п}} = \frac{3,14 \cdot 50}{360^{\circ}} \cdot 30^{\circ} + 2 \cdot 1,5 = 13,08 \text{ (мм)}$$

Приймаємо $l_{\text{п}} = 16 \text{ мм}$

2.12 Довжина вікна

$$l_{\text{в}} = \frac{\pi d - 4l_{\text{п}}}{4}$$

$$l_{\text{в}} = \frac{3,14 \cdot 45 - 4 \cdot 16}{4} = 19,3 \text{ (мм)}$$

2.13 Ширина вікна

$$b_{\text{в}} = 4e$$

$$b_{\text{в}} = 4 \cdot 1,25 = 5 \text{ (мм)}$$

2.14 Площа вікна

$$f_{\text{в}} = b_{\text{в}} \cdot l_{\text{в}}$$

$$f_{\text{в}} = 5 \cdot 19,3 = 96,5 \text{ (мм}^2\text{)}$$

2.15 Швидкість рідини у вікні

$$v_{\text{в}} = \frac{Q}{2f_{\text{в}}}$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

$$\vartheta_B = \frac{8,037 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 96,5 \cdot 10^{-6} \cdot 60} = 0,69 \left(\frac{\text{М}}{\text{с}}\right)$$

Допустима швидкість у вікні $[\vartheta] = 2 \left(\frac{\text{М}}{\text{с}}\right)$

$$\vartheta_B < [\vartheta]$$

Розрахована швидкість є прийнятною.

3.Силові розрахунки

3.1 Сила інерції пластини

$$F_{\text{ін.}} = m \cdot j(H)$$

$$m = \rho \cdot V$$

де: j – прискорення руху пластин, м/с^2

$F_{\text{ін.}}$ – сила інерції пластин, м ;

m – маса пластин, кг ;

V – об'єм пластин; м^3

ρ – щільність пластин, $\rho = 7800 \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}\right)$

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

$$V = 1,5 \cdot 16 \cdot 9 = 216 \text{ мм}^3$$

$$m = 7,8 \cdot 10^3 \cdot 216 \cdot 10^{-9} = 1,68 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$j = r \cdot \omega^2 = \frac{d}{2} \cdot (2 \cdot \pi \cdot n)^2$$

$$j \cdot \frac{45}{2} \cdot 10^3 \cdot \frac{3,14 \cdot 960}{30} = 2,26 \left(\frac{\text{М}}{\text{с}^2}\right)$$

де:

j – прискорення пластини;

r – радіус ротора;

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						12

ω – кутова швидкість;

$$F_{ін.} = 1,68 \cdot 10^{-3} \cdot 2,26 = 0,0038 \text{ (Н)}$$

3.2 Сила тиску на торець пластини в мертвій точці

$$P_{MT} = \delta \cdot b \cdot P_n$$

P_{MT} – сила тиску на торець пластини в мертвій точці;

$N_{сп.}$ – потужність споживача;

P_n – початковий тиск;

η – загальний ККД;

η_0 – об'ємний ККД;

b – ширина пластини;

$$P_{MT} = 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 16 \cdot 10^{-3} \cdot 11,36 \cdot 10^6 = 272,64 \text{ (Н)}$$

3.3 Сила тертя пластини на статор

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

де:

$F_{тр.}$ – сила тертя пластини на статор;

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

$$F_{тр.} = 0,02 \cdot (272,6 + 0,0038) = 5,45 \text{ (Н)}$$

3.4 Сила, яка згинає пластину

$$R_{зг.} = 2e \cdot b \cdot P_n + F_{тр.}$$

де:

$R_{зг.}$ – сила згинання;

b – ширина пластини;

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

$$R_{зг.} = 2 \cdot 1,25 \cdot 10^{-3} \cdot 16 \cdot 10^{-3} \cdot f \cdot 10^6 + 5,45 = 474,4 + 5,45 = 480(\text{Н})$$

3.5 Радіальна сила, яка діє на ротор

$$R_{\text{рот.}} = \frac{2 \cdot M_{\text{кр.}}}{d}$$

$$R_{\text{рот.}} = \frac{2 \cdot 79,6}{45 \cdot 10^{-3}} = 3538(\text{Н})$$

де:

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

$M_{\text{кр.}}$ – обертальний момент, Н·м;

3.6 Сила, яка відтискає диск

$$R_{\text{від.}} = \left(2f_{\text{вікна}} + \frac{\pi \cdot D_{\text{диск}}^2}{4} \right) \frac{P}{2}$$

$$R_{\text{від.}} = \left[2 \cdot 96,5 \cdot 10^{-6} + \frac{3,14 \cdot (60 \cdot 10^{-3})^2}{4} \right] \cdot \frac{11,86 \cdot 10^6}{2} = 17903(\text{Н})$$

де:

$f_{\text{вікна}}$ – площа вікна, (м²);

$R_{\text{від.}}$ – сила, яка відтискає диск, (Н).

$D_{\text{диск}}$ – діаметр диска, м.

3.7 Сила, яка притискає диск до ротора

$$R_{\text{прит.}} = R_{\text{від.}}$$

$$R_{\text{прит.}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{диск}}^2 \cdot p}{4 \cdot 2} + R_{\text{пруж.}}$$

3.8 Сила пружин

$$R_{\text{пруж.}} = R_{\text{прит.}} - \frac{\pi \cdot D_{\text{диск}}^2 \cdot p}{4 \cdot 2}$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

$$R_{\text{пруж.}} = 17903 - \frac{3,14 \cdot (60 \cdot 10^{-2})}{4 \cdot 2} 11,86 \cdot 10^6 = 2775(\text{H})$$

3.9 Сила однієї пружини

$$R_{\text{пруж.}}^1 = \frac{R_{\text{пруж.}}}{4}$$

$$R_{\text{пруж.}}^1 = \frac{2775}{4} = 693,75(\text{H})$$

4. Розрахунки на міцність

4.1 Кутова швидкість

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

де:

n – число обертів;

ω – кутова швидкість.

$$\omega = 2 \cdot 3,14 \cdot \frac{960}{60} = 100,5 \left(\frac{\text{рад}}{\text{хв}} \right)$$

4.2 Крутний момент

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

де:

$M_{\text{кр.}}$ – крутний момент;

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

$$M_{\text{кр.}} = \frac{3998}{100,5} = 79,6(\text{H} \cdot \text{м})$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

4.3 Умова міцності вала за обертальним моментом

Сталь 40Х

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

де:

d_B – діаметр вала;

$$d_B = 12 \text{ мм}$$

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

$$[\tau] = 0,5 \cdot [\tau_{зг.}]$$

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

$$[\tau_{зг.}] = 240 \text{ (МПа)}$$

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

4.4 $M_{кр.}$ – обертальний момент, (Н · м);

де:

$$M_{кр.} = \frac{N_{сп.}}{\omega};$$

ω – кутова швидкість, $\left(\frac{\text{рад}}{\text{с}}\right)$

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

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 960}{60} = 50,24$$

$$M_{кр.} = \frac{4000}{50,24} = 79,6$$

4.5 Напруження на кручення

$$\tau = \frac{5 \cdot M_{кр.}}{d_6^3}$$

$$\tau = \frac{5 \cdot 79,6}{(12 \cdot 10^{-3})^3} = 230,3 \cdot 10^6$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

$$\tau < [\tau]$$

4.6 Умова міцності вала за потужністю

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

η – загальний ККД, $n = 0,6$;

a – запас міцності;

$N_{сп.}$ – споживана потужність, кВт;

n – число обертів, $\frac{об}{хв}$;

d_B – діаметр вала, на якому знаходиться шпонка;

$[a]$ – допустимий запас міцності;

$$N_{сп.} = \frac{Q_{\phi} \cdot p}{n}$$

$$N_{сп.} = \frac{12,14 \cdot 10^{-3} \cdot 11,86 \cdot 10^6}{0,6 \cdot 60} = 3,999 \text{ кВт}$$

$$a = \frac{\sqrt[3]{\frac{4}{960}}}{1,2} = \frac{17}{1,2} = 14,5 < [a]$$

4.7 Товщина корпусу із Чавуну СЧ18-36 (ГОСТ 1412-70)

$$\delta = D_{диск} \left(\sqrt{\frac{[\sigma_p] + 0,4 \cdot P_i}{[\sigma_p] - 1,3 \cdot P_i}} - 1 \right) + \delta_3$$

де:

δ_3 – запас на виготовлення;

δ – товщина корпусу;

$$\delta = \frac{D_{фл.} - D_{диск}}{2}$$

$$\delta = \frac{65-60}{2} = 2,5 \text{ мм}$$

P_i – індикаторний тиск;

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

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

$D_{\text{фл.}}$ – діаметр фланца;

$D_{\text{диск}}$ – діаметр диска;

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

приймаємо $P_i = 1,1 \cdot P_H$

$$P_i = 1,1 \cdot 17,91 = 19,7 \text{ (МПа)}$$

$$[\sigma_p] = 180 \text{ МПа}$$

$$\delta = \frac{162,9}{2} \sqrt{\frac{45 + 0,4 \cdot 19,7}{45 - 1,3 \cdot 19,7}} = 13,5 \text{ (мм)}$$

$$\frac{60}{2} \left(\sqrt{\frac{180 + 0,4 \cdot 13}{180 - 1,3 \cdot 13}} - 1 \right) + a = 1,97 + \delta_3$$

$$\delta_3 = 2,5 - 1,97 = 0,53 \text{ мм}$$

$$[\delta_3] = 3 \text{ мм}$$

Для виконання умови $\delta_3 = [\delta_3]$, виконуємо округлення R5

4.8 Товщина кришки корпусу

$$\delta_{\text{кр.}} = \frac{D_{\text{диск}}}{2} \sqrt{\frac{0,75 \cdot P_i}{\sigma_p}} + \delta_3$$

де: δ_3 – запас на обробку деталі, $[\delta_3] = 3$;

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

$$\delta_{\text{кр.}} = 20 \text{ мм}$$

$$\delta_{\text{кр.}} = \frac{60}{2} \sqrt{\frac{0,75 \cdot 19,7}{180}} + a = 8,6 + a$$

$$\delta_3 = 20 - 8,6 = 11,4 \text{ мм} > [\delta_3]$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

4.9 Перевірка пластини на згин

$$\sigma_{зг.} = \frac{M_{зг.}}{W}$$

де:

$\sigma_{зг.}$ – напруження згину;

$M_{зг.}$ – момент згину пластини;

W – осьвий момент опору.

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

$$M_{зг.} = F_{зг.} \cdot e + F_{тр.} \cdot 2e$$

$$\begin{aligned} M_{зг.} &= 474,4 \cdot 1,25 \cdot 10^{-3} + 5,45 \cdot 2 \cdot 1,25 \cdot 10^{-3} + 0,593 + 0,014 \\ &= 1,184 \text{ (Н} \cdot \text{м)} \end{aligned}$$

де: F – сила згину пластини, що виникає від тиску нагнітання .

$F_{тр.}$ – сила тертя пластини

W – момент опору

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

$$W = \frac{(2 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 16 \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^{-8}} = 1,066 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3$$

Напруження згину

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

$$\delta_{зг.} = \frac{M_{зг.}}{W}, \sigma_{зг.} = \frac{1,184}{1,066 \cdot 10^{-8}} = 111 \text{ Мпа}$$

Допустиме напруження для сталі 65Г [$\sigma_{зг.}$]=170...101 (Мпа), отже міцність забезпечено, так як [$\sigma_{зг.}$] > $\sigma_{зг.}$.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

4.10 Розрахунок шпильки Сталь 20

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

де:

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

σ_T – межа текучості, $\sigma_T = 245$ (МПа)

n – коефіцієнт запас, $n = 2$.

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

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 ущільнюючий жмут;

R_i – сила тиску на диск.

$$R_g = \frac{3,14 \cdot 60^2}{4} \cdot 19,7 \cdot 10^6 = 55672 \text{ (Н)}$$

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

де:

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

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

де:

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

$$d_{\text{ж}} = 4 \text{ (мм)}$$

$$D_{\text{ущ.}} = 60 + 2 \cdot 4 = 68$$

$$R_i = \frac{3,14(68^2 - 60^2)}{4} \cdot 19,7 = 15835 \text{ (Н)}$$

$$R_k = 55672 + 15835 = 71507 \text{ (Н)}$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

4.12 Площа шпильки

$$f_{\text{шп.}} = \frac{R_{\text{к}}}{z_{\text{шп.}} [\sigma_p]}$$

де:

$f_{\text{шп.}}$ – площа шпильки;

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

$z_{\text{шп.}}$ – кількість шпильок, $z_{\text{шп.}} = 8$ (шт).

$$f_{\text{шп.}} = \frac{\pi d_{\text{шп.}}^2}{4}$$

$$f_{\text{шп.}} = \frac{3,14 \cdot (8 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 50,24 \cdot 10^{-6} (\text{м}^2)$$

де:

$d_{\text{шп.}}$ – діаметр шпильки;

$d_{\text{шп.}} = 8$ мм

$$\sigma = \frac{71507}{8 \cdot 50,24 \cdot 10^{-6}} = 177 \text{ МПа}$$

$$\sigma < [\sigma_p]$$

4.13 Розрахунок шпонки

$$\sigma_{\text{см.}} = \frac{4M_{\text{кр.}}}{(d_B \cdot l \cdot h_{\text{шп.}})} < [\sigma_{\text{см.}}]$$

де:

$M_{\text{кр.}}$ – момент кручення;

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

d_B – діаметр вала під шпонку;

l – висота шпонки;

$h_{\text{шп.}}$ – висота шпонки;

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

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					21

За ГОСТ 23360-78 обираємо розміри шпонки для нашого вала, при $d_B = 12$ (мм) шпонка буде мати розмір 4×3 .

$$\sigma_{см.} = \frac{4 \cdot 79,6}{12 \cdot 10^{-3} \cdot 12 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^{-3}} = 737(\text{МПа})$$
$$[\sigma_{см.}] > \sigma_{см.}$$

4.14 Розрахунок підшипників

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; $l_1 = 23$ мм;

l_2 – довжина до центра ротора з точки А; $l_2 = 35$;

$R_{рот.}$ – радіальна сила ротора.; $R_{рот.} = 1172$ (Н);

$$R_A = \frac{3538 \cdot 23}{23 + 35} = 1403 \text{ (Н)}$$

2. Реакція сил в точці В

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

де:

R_B – реакція сил в точці В;

$$R_B = \frac{3538 \cdot 35}{23 + 35} = 2135 \left(\frac{\text{Н}}{\text{М}}\right)$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

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.

$$R_{l_A} = (1 \cdot 1 \cdot 464,7) \cdot 1,2 \cdot 1 = 1683 \text{ (Н)}$$

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.

$$R_{l_B} = (1 \cdot 1 \cdot 707) \cdot 1,2 \cdot 1 = 2562 \text{ (Н)}$$

5. Вибір підшипника в точці А за ГОСТ 8338-75

Умовне позначення підшипника а	Розміри, Мм			Вантажопідйомність, кН	
	d	D	B	C	C ₀
202	15	35	11	5,97	3,54

6. Вибір підшипника в точці В за ГОСТ 8338-75

Умовне позначення підшипника а	Розміри, Мм			Вантажопідйомність, кН	
	d	D	B	C	C ₀
18	8	22	7	2,6	1,38

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, (год);

C – вантажопідйомність.

$$L_{h_A} = \frac{10^6}{60 \cdot 960} \left(\frac{5970 \cdot 10^3}{1683} \right)^3 = 775 \text{ (год.)}$$

8. Ресурс підшипника в точці В

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

де:

L_{h_B} – ресурс підшипника в точці В;

C – вантажопідйомність.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						24

$$L_{h_B} = \frac{10^6}{60 \cdot 960} \left(\frac{2600}{2562} \right)^3 = 18 \text{ (год.)}$$

4.15 Розрахунок пружини

Об'ємна втрата крізь торцевий зазор

$$\Delta Q = K_1 \cdot (1 - \eta_0) \cdot Q_T$$

де:

K_1 – частка об'ємних втрат, яка припадає на торцеве ущільнення між ротором та дисками;

$$K_1 = 0,7$$

η_0 – об'ємний ККД;

Q_T – теоретичні витрати насоса.

$$Q_T = q \cdot n$$

$$Q_T = 10,4656 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{960}{60} = 0,1675 \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta Q = 0,7 \cdot (1 - 0,82) \cdot 0,1675 \cdot 10^{-3} = 0,024 \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right);$$

Площа зазора між диском та ротором

$$f_{\text{заз}} = \frac{\Delta Q}{2 \cdot [v]}$$

де:

$[v]$ – допустима швидкість в зазорі;

$$[v] = 5 \text{ (м/с)}$$

$$f_{\text{заз}} = \frac{0,024 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 5} = 2,4 \cdot 10^{-6} \text{ (м}^2\text{)}$$

Зазор між диском та ротором

$$\delta_{\text{заз}} = \frac{f_{\text{заз}}}{\theta_B}$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

де:

b_B – ширина вікна;

$b_B = 5$ мм;

$$\delta_{\text{зав}} = \frac{2,4 \cdot 10^{-6}}{5 \cdot 10^{-3}} = 0,48 \cdot 10^{-3} (\text{м})$$

Осадка одного витка пружини

$$\lambda = \delta_{\text{зав}} = 0,48 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Зусилля пружини

$$R_{\text{пруж}} = \frac{G \cdot d_{\text{пр}}^4 \cdot \lambda}{4 \cdot R_{\text{пр}}^3 \cdot n \cdot \pi}$$

де:

G – модуль здви́га;

$G = 8 \cdot 10^{10}$ Па;

$d_{\text{пр}}$ = діаметр проволочи;

$d_{\text{пр}} = 1,5$ мм;

$R_{\text{пр}}$ = радіус пружини;

$R_{\text{пр}} = 3$ мм;

n = робоче число витків пружини;

$n = 5$;

$$d_{\text{пр}} = \sqrt[4]{\frac{4 \cdot R_{\text{пр}}^3 \cdot n \cdot \pi \cdot R_{\text{пруж}}}{G \cdot \lambda}}$$

$$\begin{aligned} d_{\text{пр}} &= \sqrt[4]{\frac{4 \cdot (3 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 5 \cdot 3,14 \cdot 693,75}{8 \cdot 10^{10} \cdot 0,48 \cdot 10^{-3}}} = \\ &= 20,3 \cdot 10^{-4} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м} \end{aligned}$$

Висота пружини

$$H_{\text{пруж.}} = (\lambda + d_{\text{пруж.}}) \cdot n$$

$$H_{\text{пруж.}} = (0,48 + 2) \cdot 5 = 12,4 \text{ мм}$$

4.16 Розрахунок шліцевого з'єднання на жорсткість

Для вала з $d_1 = 8$ ми обираємо за ГОСТ 1139-80 шліцеве з'єднання $4 \times 8 \times 12$

Прямобічне шліцеве з'єднання перевіряють на зминання

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

де:

M – передавальний крутний момент;

0,75 – для врахування нерівномірності розподілу по шліцам;

z – кількість шліців;

$z = 4$;

$A_{\text{см}}$ – розрахункова поверхня зминання;

$$M_{\text{кр}} = \frac{N_{\text{СП}}}{\omega}$$

де:

$M_{\text{кр}}$ – крутний момент;

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

$$M_{\text{кр}} = \frac{3998}{100,5} = 79,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

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

$$A_{\text{см}} = \left(\frac{12 - 8}{2} - 2 \cdot 0,3 \right) \cdot 16 = 22,4;$$

де:

l – довжина ступиці;

$l = 16$;

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

f – радіус округлення;

$$f = 0,3;$$

$$R_{cp} = 0,25(D + d)$$

$$R_{cp} = 0,25(12 + 8) = 5$$

R_{cp} – середній радіус;

$$\sigma_{зм} = \frac{79,6}{0,75 \cdot 4 \cdot 22,4 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-3}} = 0,24 \dots 10^6 < [\sigma_{зм}]$$

Приведений момент

$$M_{пр} = \sqrt{M_{зг.рот.}^2 + 0,45 \cdot M_{кор}^2}$$

де:

$M_{зг.рот.}$ – згинаючий момент на роторі

$$M_{зг.рот.} = R_A \cdot l_A$$

$$M_{зг.рот.} = 1683 \cdot 35 \cdot 10^{-3} = 58,9 \text{ (Н} \cdot \text{м)}$$

$$M_{пр} = \sqrt{58,9^2 + 79,6^2 \cdot 0,45} = 79,5$$

Еквівалентна напруга Сталі 45Х поліпшеної

$$\sigma_{зг} = 290 \text{ МПа}, \tau = 175 \text{ МПа}$$

$$[\sigma_{екв}] = \frac{1}{2} (\sigma_{зг} + \sqrt{\sigma_{зг}^2 + 4 \cdot \tau^2})$$

$$[\sigma_{екв}] = \frac{1}{2} (290 + \sqrt{290^2 + 4 \cdot 175^2}) = 297,8 \text{ МПа}$$

Момент інерції вертикальних шліців відносно центральної вісі

$$I_{z1} = \frac{(b\delta_{ш}^3)}{12} + \left(\frac{h_1 + \delta_{ш}}{2}\right)^2 b \cdot \delta_{ш}$$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					28

Момент опору

$$W_{z_1} = \frac{\vartheta \delta_{\text{ш}}^2}{6} + \frac{h_1 + \delta_{\text{ш}}}{2} \cdot \vartheta \cdot \delta_{\text{ш}}$$

де:

h_1 – відстань між центром тяжіння шліца та віссю, $h_1 = d_{\vartheta}$;

I_z – момент інерції;

ϑ – інерція шліца, $\vartheta_{\text{ш}} = 3 \text{ мм}$;

$$\delta_{\text{ш}} = \frac{D_{\text{ш}} - d_{\vartheta}}{2}$$

$D_{\text{ш}}$ – зовнішній діаметр шліців;

$D_{\text{ш}} = 12 \text{ мм}$;

d_{ϑ} – діаметр вала;

$d_{\vartheta} = 8 \text{ мм}$;

$\delta_{\text{ш}}$ – висота шліца;

$$\delta_{\text{ш}} = \frac{12 - 8}{2} = 2 \text{ мм};$$

$$I_{z_1} = \frac{3 \cdot 2^3}{12} + \left(\frac{8 + 2}{2}\right)^2 \cdot 3 \cdot 2 + 150 = 152 \text{ мм}^4$$

$$W_{z_1} = \frac{3 \cdot 2^2}{12} + \frac{8 + 2}{2} \cdot 3 \cdot 2 = 2 + 30 = 32 \text{ мм}^3$$

Момент інерції горизонтальних шліців

$$I_{z_2} = \frac{(\vartheta \delta_{\text{ш}}^3)}{12}$$

$$I_{z_2} = \frac{3 \cdot 2^3}{12} = 2 \text{ мм}^4$$

Момент опору

$$W_{z_2} = \frac{(\vartheta \delta_{\text{ш}}^2)}{6}$$

$$W_{z_2} = \frac{3 \cdot 2^2}{6} = 2 \text{ мм}^3$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Момент інерції вала

$$I_{z_3} = \frac{\pi d_6^4}{64}$$

$$I_{z_3} = \frac{3,14 \cdot 8^4}{64} = 201 \text{ мм}^4$$

Момент опору

$$W_{z_3} = \frac{\pi d^3}{32}$$

$$W_{z_3} = \frac{3,14 \cdot 8^3}{32} = 50,24$$

Сумарний момент інерції

$$I = 2I_{z_1} + 2I_{z_2} + 2I_{z_3}$$

$$I = 2 \cdot 152 + 2 \cdot 2 + 201 = 509 \text{ мм}^4$$

Сумарний момент опору

$$W = 2 \cdot W_{z_1} + 2 \cdot W_{z_2} + W_{z_3}$$

$$W = 2 \cdot 32 + 2 \cdot 2 + 50,24 = 118,24 \text{ мм}^3$$

Напруження в шліцевому з'єднанні

$$\sigma = \frac{M_{\text{пр}}}{W}$$

$$\sigma = \frac{79,5}{118,24} \cdot 10^{-9} = 672 \cdot 10^4 \text{ Па} < [\sigma_{\text{екв}}]$$

5. Застосування насоса



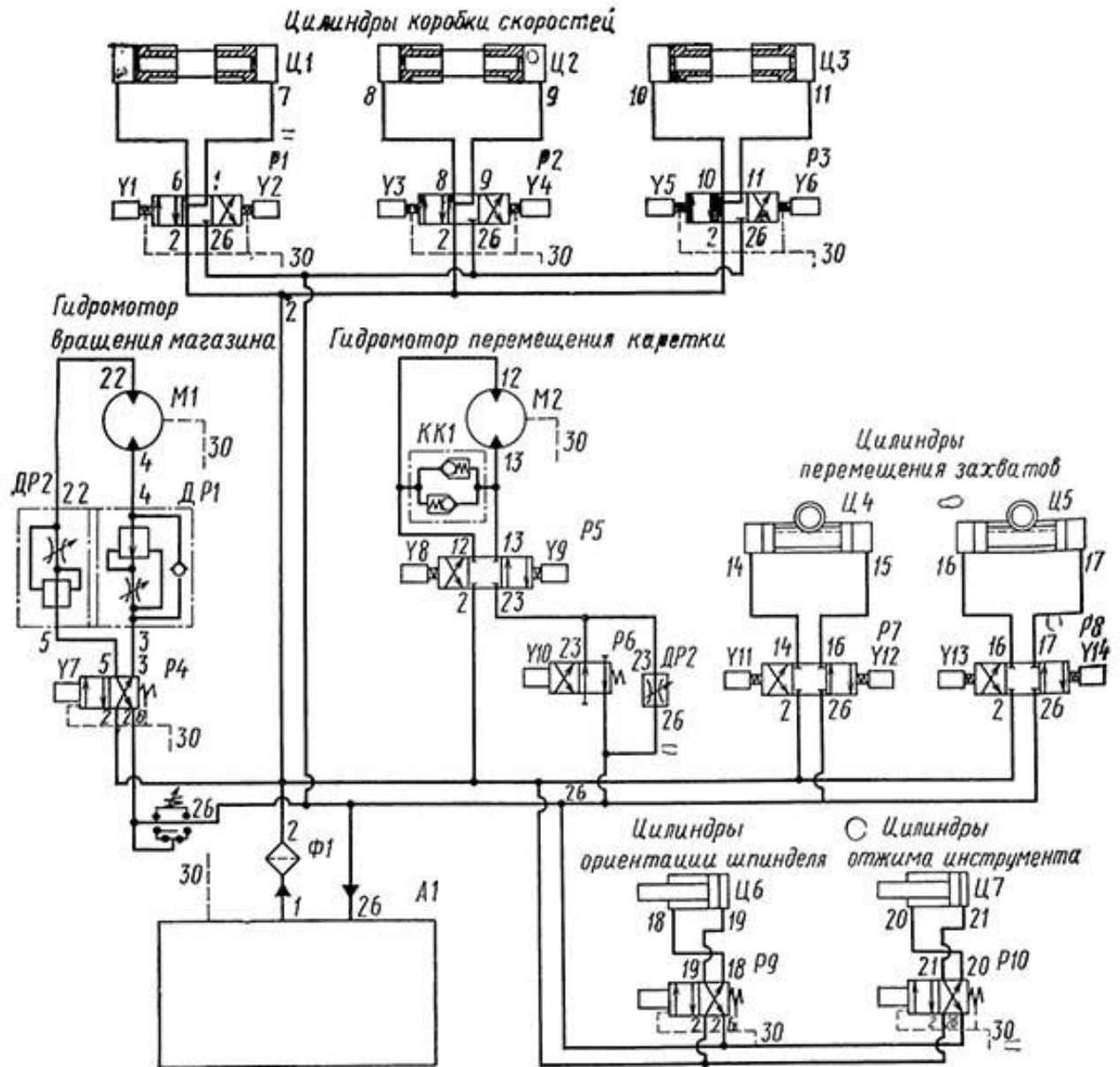
Рис. 3 Фрезерний верстат ГФ2171

Гідропривід верстата ГФ2171

Для приводу обертання магазину служить гідромотор 14, який через зубчасті колеса 2, 12, 11 і 10 приводить в обертання корпус 5 магазину. Натяг в зубчастих колесах забезпечується тарілчастими пружинами 13

Гідропривід верстата служить для переміщення каретки автооператора, обертання інструментального магазину, переміщення захоплень, а також для орієнтації шпинделя, віджимання інструменту і перемикання блоків шестерень в коробці швидкостей.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31



Станція гідроприводу являє собою бак ємністю 63 л, на якому змонтовані насосна установка, система охолодження мастила, контрольно-регулююча апаратура і система фільтрації мастила.

Мастило від станції через фільтр Ф1 надходить до гідророзподільника. При включенні електромагніту У7 гідророзподільника Р4 відбувається швидке обертання магазину за годинниковою стрілкою; частота обертання регулюється дроселем ДР2.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Обертання магазина проти годинникової стрілки здійснюється при вимкненому електромагніті У7 гідророзподільника Р4; частота обертання регулюється регулятором ДР1 потоку.

Швидкий рух каретки автооператора до шпинделя відбувається при включеному електромагніті У8 гідророзподільника Р5, а уповільнення цього руху - при включенні електромагніта У10 гідророзподільника Р6. Швидкість переміщення при уповільненні руху каретки регулюється дроселем ДР3.

При включеному електромагніті У11 гідророзподільника Р7 правий захоплювач автооператора переміщається вгору, а при включеному електромагніті У12 - вниз. Гідроциліндр Ц5 при включеному електромагніті У13 гідророзподільника Р8 переміщує лівий захоплювач автооператора вгору, а при включеному електромагніті У14 - вниз.

При включеному електромагніті гідророзподільника Р9 відбувається орієнтація шпинделя, а при включеному електромагніті гідророзподільника Р10 - звільнення інструменту. Управління гідроциліндрами Ц1, Ц2, Ц3 перемикання частоти обертання шпинделя здійснюється гідророзподільником Р1, Р2 і Р3 відповідно.

Отже, система складається трьох циліндрів коробки швидкостей(Ц1, Ц2, Ц3), двох циліндрів приведення в дію захоплювачів(Ц4, Ц5), циліндр орієнтації шпинделя(Ц6) та циліндр віджиму інструмента(Ц7), а також два гідромотори: переміщення каретки та обертання магазину(М1, М2)

У ролі живильного органа даної гідросистеми виступає масляна станція, на якій встановлено нерегульований пластинчатий насос двократної дії. Верстат розташований в приміщенні науково-дослідницької лабораторії кафедри прикладної гідроаеромеханіки і ми маємо змогу спостерігати, як роботу станції, так і роботу самого насосу.

Проаналізувавши роботу маслостанції в цілому та роботу пластинчатого насоса зокрема, також беручи до уваги інформацію про попередні поточні, капітальні та аварійні ремонти, було зроблено висновок, що найшвидшим по зношуванню ланцюгом в гідросистемі є насос.

Однією з першочергових задач насоса є приведення в дію споживачів: циліндрів та гідромоторів, що забезпечує коректну та безперебійну роботу верстата. Тобто для роботи верстата потрібна постійно активна масло станція. Але споживачі використовують тиск та витрату утворені насосом не постійно, а тільки при зміні інструмента та переключенні швидкості обертання шпинделя. В середньому зміна інструмента або переключення швидкості на коробці відбувається 5-10 разів за зміну, а решту часу насос працює в холосту, забезпечуючи компенсацію втрат тиску в системі та миттєве включення одного із споживачів в роботу. Перше, що спадає на думку – насос потрібно вимикати на той час, поки необхідності в його використанні немає, однак, не менш важливе завдання яке виконує насос це підтримка в системі постійного тиску і фіксація положень в циліндрах. І як наслідок постійної, зовсім не корисної роботи насоса, ми маємо періодичні ремонти. Одним із рішень даної технічної задачі можна вважати спробу вмонтувати в систему певний пристрій для акумулювання гідравлічної енергії – гідроаккумулятор.

Обчислимо об'єм кожного з циліндрів та витрату на гідромотори, користуючись паспортом верстата та відео зміни верстата.

5.1) Витрати моторів за цикл

$$Q_M = \frac{q_M \cdot n_M}{60} = \frac{0,011 \cdot 60 \cdot 10^{-3}}{60} = 0,011 \text{ л/с}$$

5.2) Тривалість цикла моторів

$$T_M = \frac{Q_H}{60 \cdot Q_M} \cdot T_{Нас} = \frac{8,037 \cdot 10^{-3}}{60 \cdot 0,011 \cdot 10^{-3}} \cdot 60 = 12,77 \text{ с.}$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

5.3) Швидкість руху штоків

$$v = \frac{l_{\text{ц}}}{T_{\text{ц}}} = 0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}} = \text{const}$$

$$v = \frac{Q_{\text{н}}}{F_{\text{ц}}}$$

5.4) Площа циліндра

$$F = \frac{Q_{\text{н}}}{v} = \frac{8,037 \cdot 10^{-3}}{0,2 \cdot 60} = 0,00066975 \text{ м}^2$$

5.5) Довжина циліндрів Ц₁, Ц₂, Ц₃

$$l_{\text{Ц}_1} = \frac{q_{\text{Ц}_1}}{F} = \frac{0,054 \cdot 10^{-3}}{0,00066975} = 0,08 \text{ м.}$$

5.6) Тривалість циклу Ц₁, Ц₂, Ц₃

$$T_{\text{Ц}_1} = \frac{l_{\text{Ц}_{1,2,3}}}{v} = \frac{0,08}{0,2} = 0,4 \text{ с.} = T_{\text{Ц}_2} = T_{\text{Ц}_3}$$

5.7) Довжина циліндрів Ц₄, Ц₅

$$l_{\text{Ц}_1} = \frac{q_{\text{Ц}_{4,5}}}{F} = \frac{0,113 \cdot 10^{-3}}{0,00066975} = 0,016 \text{ м.}$$

5.8) Тривалість циклу Ц₄, Ц₅

$$T_{\text{Ц}_4} = T_{\text{Ц}_5} = \frac{l_{\text{Ц}_4}}{v} = \frac{0,016}{0,2} = 0,08 \text{ с.}$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

5.9) Довжина циліндра Ц₆

$$l_{Ц_6} = \frac{q_{Ц_6}}{F} = \frac{0,173 \cdot 10^{-3}}{0,00066975} = 0,026 \text{ м.}$$

5.10) Тривалість циклу Ц₆

$$T_{Ц_6} = \frac{l_{Ц_6}}{v} = \frac{0,026}{0,2} = 1,3 \text{ с.}$$

5.11) Довжина циліндра Ц₇

$$l_{Ц_7} = \frac{q_{Ц_7}}{F} = \frac{0,1997 \cdot 10^{-3}}{0,00066975} = 0,03 \text{ м.}$$

5.12) Тривалість циклу Ц₇

$$T_{Ц_7} = \frac{l_{Ц_7}}{v} = \frac{0,03}{0,2} = 1,5 \text{ с.}$$

5.13) Цикл T_ц циліндрів та T_м моторів

$$T_{ц,м} = \sum T_{Ц_{1-7}} + 2T_{М_{1-2}} = 3 \cdot 0,4 + 2 \cdot 0,8 + 1,3 + 1,5 + 12,177 = 17,8 \text{ с.}$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Приймаємо $T_{ц,м}=20с.$

Цикл обробки одного паза – 40с.

$\Sigma T=60с.$

5.14) Кількість операцій

$$N = \frac{L_h}{\Sigma T} = \frac{18 \cdot 60 \cdot 60}{60} = 1080 \text{ операцій}$$

$$Q_o = \Sigma(0,054 \cdot 3 + 0,113 \cdot 2 + 0,173 + 0,1997 + 0,011 \cdot 2 = 0,7827 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

5.15) Час необхідний для подачі рідини на одну операцію

$$T_A = \frac{Q_o}{Q_H} = \frac{0,7827 \cdot 10^{-3} \cdot 60}{8,037 \cdot 10^{-3}} = 5,84 \text{ с.}$$

5.14) Кількість операцій з акумулятором

$$N_A = \frac{18 \cdot 60 \cdot 60}{5,84} = 12857 \text{ операцій}$$

5.16) Вартість акумулятора

1080деталей – 15000грн

12857деталей – 15000+X

Ц=15000 – ціна насоса

X – ціна акумулятора

$$X = \frac{15000 \cdot 12857 - 1080 \cdot 15000}{1080} = 2857 \text{ грн.}$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Вартість акумулятора повинна бути не вище 2857грн.

5.17) Розрахунок об'єму акумулятора

600грн. – середня вартість виготовлення одного кг метала

$$M_A = \frac{2857}{600} = 4,76\text{кг}$$

При товщині металу $\approx 5\text{мм}$ і діаметром $\approx 20\text{мм}$ об'єм акумулятора $\approx 4,4\text{л}$.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

6. Охорона праці

1. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що можуть виникати під час роботи насосного обладнання.

Виробничі фактори на підприємстві, залежно від того які наслідки вони можуть спричинити прийнято розділяти, на шкідливі та небезпечні.

Шкідливі фактори виробництва - це фактори, вплив яких на працівників за певних умов може призвести до захворювань та зниження ефективності.

Залежно від тривалості вашого перебування шкідливі фактори можуть бути небезпечними. Нещасні випадки на виробництві є фактором, який впливає на працівників і за певних обставин може призвести до швидких травм і поганого самопочуття.

Небезпечні та небезпечні виробничі фактори поділяються на чотири групи: біологічні, психофізіологічні, хімічні та фізичні, залежно від типу фізичних впливів.

Фізичне та нейропсихологічне перевантаження психофізіологічне.

Повний перелік небезпечних та шкідливих виробничих факторів див. У ГОСТ 12.0.003-74

До біологічно небезпечних та шкідливих виробничих факторів належать такі біологічні об'єкти: мікроорганізми (віруси, бактерії тощо) та продукти їх життєдіяльності, мікроорганізми (рослини та тварини).

Фізичні небезпеки та шкідливі виробничі фактори спричинені технологічними процесами (рухомі частини пристроїв, рухи механізмів і машин, виробів, переміщення матеріалів і заготовок, гострі кромки, низькі або високі температури поверхні матеріалів чи пристроїв більше норми). Це елемент, який відрізняється високою напругою і високою статичною електрикою.) І фактори, що характеризують повітря у виробничому приміщенні (повітря в робочій зоні - це переважно газ і пил, погодні умови, високий рівень шуму, ультразвукові коливання, вібрації на робочому місці, відсутність освітлення в робочій зоні тощо). ..).

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						39

Хімічно небезпечні та шкідливі виробничі фактори поділяються на:

- за характером впливу на людину: токсичний (викликає отруєння організму), подразник, сенсibilізатор (викликає алергію), канцерогенний (злоякісний), мутагенний (впливає на зміну спадковості), розмноження;

- проникаючи в організм людини: проникає в органи дихання, шлунково-кишкового тракту, шкіри та слизових оболонок.

Класифікацію шкідливих та небезпечних факторів виробництва слід проводити лише для конкретного виробничого заводу. Надалі це буде аналіз умов праці в структурних підрозділах відділу.

2. Техніка безпеки під час виконання ремонтних робіт насосного обладнання.

До ремонту насосного обладнання допускаються лише кваліфіковані люди які пройшли техніку безпеки.

Для того щоб розпочати роботу з обладнанням потрібно відключити від електромережі.

При ремонті насосного обладнання потрібно дотримуватися наступних пунктів:

- обов'язково користуватися тільки справним вимірювальним і слюсарним інструментом відповідних розмірів;

- використовувати тільки справне вантажопідйомне обладнання, щоб вберегтися від небажаних травм та шкоди обладнання;

Перед ремонтом насосного обладнання що перекачує шкідливі речовини чи газ, будь яку рідину що знаходиться під тиском потрібно:

- від'єднати обладнання від джерела живлення, діючого колектора тощо;

- скинути весь надлишковий тиск, прочистити обладнання;

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Якщо всередині насосу скупчився небезпечний газ то потрібно прибігти до дегазації, щоб не було небезпеки при виконанні робіт:

- відключити його використовуючи заглушки, перекрити всі його з'єднання з будь яким іншим обладнанням цеху;

- відключити від електромережі та зняти напругу; все силове обладнання відімкнути від електромережі;

- залишити на пусковому механізмі та електричному щитку відповідне позначення "Не вмикати! Працюють люди!", його дозволено знімати лише за згоди начальника зміни після перевірки готовності до запуску.

Ні в якому разі не можна проводити ремонтні роботи при діючому обладнанні – це небезпечно.

Коли проводяться ремонтні роботи обладнання вагою більше ніж 20 кг то рекомендується використовувати в такому разі вантажопідйомні механізми. Відповідно притримуватися таких рекомендацій:

- вантажопідйомний механізм що не розрахований підняти вагу обладнання використовувати забороняється;

- ланцюги, троси, канати повинні бути без будь яких пошкоджень;

- не дозволяється працювати за недостатнього освітлення приміщення;

- ні в якому разі не можна залишати обладнання в підвішеному стані після закінчення ремонтних робіт;

- не переміщувати вантаж над людьми;

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						41

- піднімати вантаж чи окремі деталі потрібно повільно та рівномірно.

Якщо робота проводиться на висоті то в такому разі необхідно використовувати запобіжні пояси. Драбини та переносні підмостки потрібно перевірити ще до початку роботи . Під час ремонту стежити за деталями та інструментами для того щоб вони не впали вниз.

Також слюсар-ремонтнику необхідно знати як правильно користуватися засобами для гасіння пожежі.

Роботи зі зварювальними апаратами можна розпочинати тільки за підготовки виробничого приміщення для зварювальних робіт та дозволу керівництва цеху і відділу техніки безпеки та пожежного нагляду.

Техніка безпеки при слюсарних роботах

Слід використовувати тільки ті інструменти, що зазначені для виконання даних робіт.

Деталь яка оброблюється повинна міцно закріплена.

Верстат має бути встановлений горизонтально, стіл повинен бути оббитий листовою сталлю та мати захисну сітку довжину верстата висотою не менше 1 м.

Поверхню верстата має бути гладкою та без вибоїн і повинна бути завжди в чистоті.

Підлога біля верстата має бути сухою, рівною та не слизькою, а біля верстата потрібно мати підставку з дерева.

Деталі, що прямують до обробки на верстаті, вкладають в установленому порядку, щоб не захарашувати робоче місце.

Під час спуску важеля лещат необхідно остерігатися удару по ногах та защемлення руки.

При встановленні в лещата необхідно обережно поводитися з важкими деталями.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					42

При роботі, що вимагає з'єднання чи роз'єднання деталей за допомогою кувалди, вибивач необхідно тримати кліщами. Не можна знаходитися прямо проти працюючого кувалдою. При роботі потрібно використовувати захисні окуляри.

Щоб при розрізанні металу ножицями було задирок, між половинками ножиць повинен бути необхідний зазор, а ножі повинні бути добре заточені.

Щоб вимірювальні інструменти не падали при роботі, потрібно їх ставити на стелажі чи підлогу.

При роботі з абразивним матеріалом користуються захисними окулярами.

Обертний інструмент який не закінчив рух не можна зупинити будь-якими підручними засобами.

Працюючи на заточувальних верстатах, необхідно дотримуватися інструкції.

Техніка безпеки при виконанні робіт з електрифікованим інструментом:

- при виконанні робіт в підземних спорудах, а також при земляних роботах трансформатор потрібно розміщувати поза спорудами;

- не можна натягувати чи перекручувати та перегинати кабель, ставити на нього вантаж, допускати перетинання його з тросами.

- робочу частину електроінструменту не можна вилучати чи встановлювати при підключенні до електричної мережі;

- працюючим особам з електроінструментом, заборонено розбирати та виконувати ремонт інструменту;

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						43

- заборонено працювати електроінструментом при використанні приставних драбин;

-заборонено видаляти тирсу чи стружку руками під час роботи інструменту;

- заборонено обробляти електроінструментом обмерзлі та мокрі деталі;

- працювати електроінструментом дозволяється у приміщення тільки за умови сухої погоди;

- заборонено залишати без нагляду електроінструмент який з'єднаний з мережою, передавати його особам, що не мають досвіду роботи з ним;

- при будь яких несправностях з електроінструментів в першу чергу, його потрібно відключити від живлення;

-несправний інструмент потрібно здати на ремонт;

Забороняється використовувати електрообладнання при наступних дефектах:

- при пошкодженні штепсельного з'єднання, кабелю або обмотки;

- при пошкодженні кришки щіткотримача;

- при нечіткій роботі вимикача;

- при іскрінні щіток на колекторі;

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

.7. Список літератури

1. Анурьев В.І. Довідник конструктора-машинобудівника: у 3-х т 8 изд., перераб. і доп. Під ред. І.Н.Жестковой. М. Машинобудування, 2001.

2. Перель Л.Я. Підшипники кочення: Розрахунок, проектування та обслуговування опор: довідник.- М .: Машинобудування, 1983.

3. Б.М. Бім-Бад, М.Г. Кабаков, В.Н. Прокоф'єв, С.П. Стесін Атлас конструкцій гідромашин і гідропередач.М, «Машинобудування», 1990.

4. Барекян А.Ш. Основи гідравліки і гідропневмоприводів: Навчальний допомога. - 1-е изд. Твер: 2006. - 84с.

5. .Чупраков Ю.І. Гідропривід і засоби гідроавтоматики. - М .: Машинобудування, 1979. -232с.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47