

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЦЗДВН
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки

ВИПУСКНА РОБОТА БАКАЛАВРА

На тему «Розробка трьох гвинтового насоса на параметри: тиск 3640132 Па, число обертів 2000об/хв., витрати 0,004911 м³/сек.»

Зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» (Освітня програма «Гідравлічні машини, гідроприводи та гідропневмоавтоматика»)

Виконавець роботи Котенко Юрій Олегович
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 2021 р.

Сумський державний університет
Факультет_ТеСЕТ_____

Кафедра_ПГМ_____

Спеціальність 131 – Прикладна механіка

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедрою ПГМ
_____І.О.Ковальов
« ____ » _____ 2021р.

ЗАВДАННЯ

на бакалаврську кваліфікаційну роботу студентіві Котенко Юрію Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка трьох гвинтового насоса

затверджена наказом по університету від" _____ р. № _____

2. Термін здачі студентом закінченої роботи _____

3. Вихідні дані до роботи: тиск 3640132Па, число обертів 2000 об/хв, витрати 0,004911 м³/сек .

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно вирішити): будова та принцип дії.

Гідрравлічні розрахунки: гвинтів,

патрубків, каналів, ущільнення, клапана, дроселя, тиска на обойму поршень.

Розрахунки на міцність: шпонки, корпуса, кришки, болтів, вала, підшипника

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): складальне креслення насоса;

деталювання: гвинтів, втулок, п'яти, підп'ятника, кришки, проставки обойми, гільзи, фланца.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка:

- Сторінок 43
- рисунків 5
- таблиць 1
- літературні джерела 7

Тема роботи Розробка трьох гвинтового насосу

Графічні матеріали Складальне креслення насоса, деталювання.

Мета роботи: підтвердження працездатності насосу.

Відповідно до поставленої мети виконані розрахунки:

- розрахунок гвинтів трьох гвинтового насоса;
- профілювання гвинтів насосу;
- розрахунок ведучого гвинта;
- розрахунок переливного клапану;
- розрахунок підшипника;
- розрахунок корпусу;
- розрахунок кришки;
- розрахунок шпильки;

Ключові слова:

ведучий гвинт, ведений гвинт, профілювання, клапан, підшипник, пружина , корпус, кришка.

Зміст

Технічне завдання	6
Реферат	
Вступ	6
1.Конструкція насосу та принцип дії	8
2.Гідравлічні розрахунки:	12
2.1 Розрахунок гвинтів трьохгвинтового насоса;	12
2.2 Профілювання гвинтів насоса;	17
2.3 Розрахунки ведучого гвинта;	20
2.4 Розрахунки ведучого гвинта;	28
3.Розрахунки на міцність:	33
-розрахунок пружини;	33
-розрахунок підшипника;	35
-розрахунок товщини кришки;	37
-розрахунок товщини корпусу;	37
-розрахунок шпильки.	38
4.Охорона праці	39
Література	43

					131.02.BP.000.00			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Котенко</i>			Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Ігнат'єв</i>					5	43
<i>Реценз.</i>						СумДУ ГМЗ-71с		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

ВСТУП

Виробництво тригвинтові насосів з циклоїдним зачепленням здійснюється відповідно до ГОСТу 10056-62. цей стандарт поширюється на знову проєктовані і переглядається тригвинтові насоси з подачею до 800 м³ / год і тиском нагнітання до 250 кг / см² у призначені для перекачування рідин без абразивних домішок з в'язкістю від 0,1 до 60 ст. Згідно з цим стандартом тригвинтові насоси повинні виготовлятися двох типів: ЗВ - з одностороннім підведенням рідини і ЗВХ2 - з двостороннім підведенням рідини.

Позначення насоса складається з цифри 3 і великої літери В, позначають його скорочене найменування (тригвинтові), і дробу, чисельник якого вказує округлене значення подачі в літрах на 100 оборотів провідного гвинта, знаменник - тиск нагнітання в кг / см².

Стандартом допускається додавати до позначення дві літери, характеризують призначення насоса і його конструктивне виконання.

Приклади умовних позначень тригвинтові насоса з одностороннім підведенням рідини, з подачею 25 м³ / год при 2900 об/ хв і тиску нагнітання 40 кг / см².

					СумДУ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

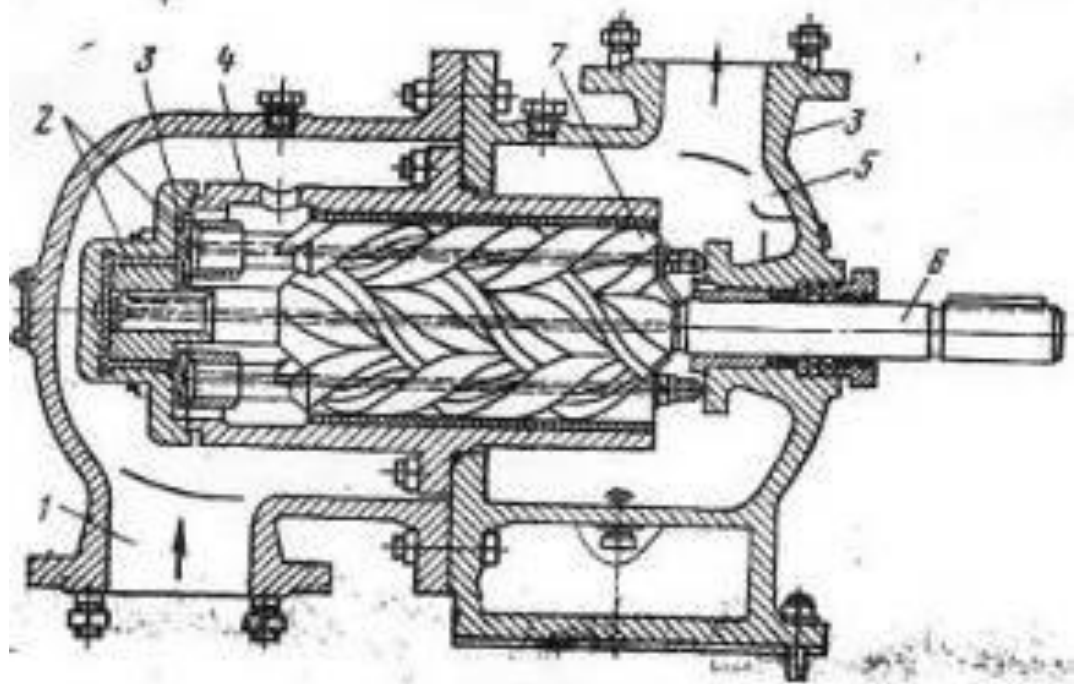


Рис.1- Треххвнтовой насос.

					СумДУ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1. Конструкція насосу та принцип дії

На рисунку 1.1 показаний трьохгвинтовий насос. Його основні деталі і вузли: робочий механізм, корпус з кришками, торцеве ущільнення і розвантажувальний клапан. Робочий механізм складається з ведучого гвинта 11 і двох ведених гвинтів, симетрично розташованих відносно провідного гвинта і слугуючих для його ущільнення. Профіль нарізки по боковій поверхні гвинтів утворений циклоїдальний кривими (нарізка двозахідна: на провідному гвинті - ліва, на ведених - права). Гвинти укладені в обойму 17, яка представляє собою блок з трьома суміжними циліндричними росточками і розміщена в литому корпусі насоса 14. З торців корпус 14 закривається передньою 20 і задньою 22 кришками.

Принцип дії насоса: рідина поступає у насос крізь всмоктувальний патрубок Ж, заповнює западини гвинтової нарізки ведучого та ведених гвинтів. По мірі обертання гвинтів в западинах з'являються замкнуті камери наповнені рідиною, які рухаються вздовж гвинтів у бік напірної порожнини. По мірі руху камер, тиск в них збільшується, завдяки перетічкам рідини з напірної порожнини в бік всмоктувальної порожнини. На гвинт діють вісьові та радіальні зусилля. Радіальні зусилля з ведених гвинтів передаються на обойму. Припустимий тиск ведених гвинтів на обойму залежить від колової швидкості обертання ведених гвинтів та площі опорної поверхні. Якщо припустимий тиск більше питомого тиску, створеного радіальним зусиллям обойма та гвинти працюють як підшипники ковзання.

Розвантаження від вісьового зусилля здійснюється за допомогою поршнів на кінцях ведучого та ведених гвинтів. Для цього в гвинтах виконується канали певного діаметру. Крім поршнів на ведучому гвинті виконується утовщення, яке розвантажує, частково вісьове зусилля, служить підшипником ковзання та щільним ущільнення. Площа контакту утовщення з корпусом

					СумДУ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

розраховується як для підшипника ковзання. Діаметр утовщення приймається рівним зовнішньому діаметру ведучого гвинта. Таким чином, знаючи розміри гвинтової нарізки, діаметр всмоктувального та напірних патрубків, діаметр та довжину вала та утовщення, діаметри та довжину поршнів, розраховується маса гвинтів. Знаючи площу поперечного перерізу гвинтів та витрати насоса розрахувати швидкість з якого гвинти будуть здвигатися у вісьосому напрямі при запуску насоса. Для того щоб загальмувати рух гвинтів та недати їм зштовхнутися з циліндрами, діаметр каналу підбирається з урахуванням тиску гальмування гвинтів, кількості рідини, яку потрібно проштовхнути крізь канал, швидкістю руху гвинтів, їх масою. Канал при цьому розглядається як діафрагма, яка має різке звуження та різке розширення. Втратами напіру по довжині каналу знехтуючи у зв'язку з розмірами каналу. Рідина, яка проходить крізь ущільнення вздовж утовщення, потрапляє до порожнини та дає тиск на торцеве ущільнення. Цей тиск обмежен середньою швидкістю п'яти, яка обертається сумісно з валом, та нерухомим підп'ятником. Для того щоб тиск не став більшим припустимого крізь канал в кришці рідини поступає до кулькового клапану, і далі на всмоктування. Розміри каналу клапану та сідла зумовлені тиском в порожнині, та кількістю рідини, яка протікає крізь ущільнення на утовщенні ведучого гвинта. Сідло клапану виготовляють з противдарного матеріалу, як окрему деталь.

При відкритті клапану, кулька повинна рухатися з швидкість не більше критичної швидкості стиснення витків пружини, щоб уникнути ударів витків. Виходячи з того що критична швидкість залежить від матеріалу пружини, модуля зсуву, та класу пружини, швидкість руху кульки становить меншу, або таку ж величину. Знаючи швидкість руху кульки та витрати крізь канал, можливо вирахувати розміри кульки та зовнішній діаметр пружини.

По зусиллю, яке витримує пружина при зачиненому клапані, та в робочому стані, можливо знайти діаметр проволочи. По справочним даним,

					СумДУ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

знаючи жорсткість одного витка аналогічної пружини, знаходимо кількість видків та висоту пружини.

Знаючи розміри гвинтів, тиск та матеріал знаходимо товщину корпусу, кришки, діаметр шпильок.

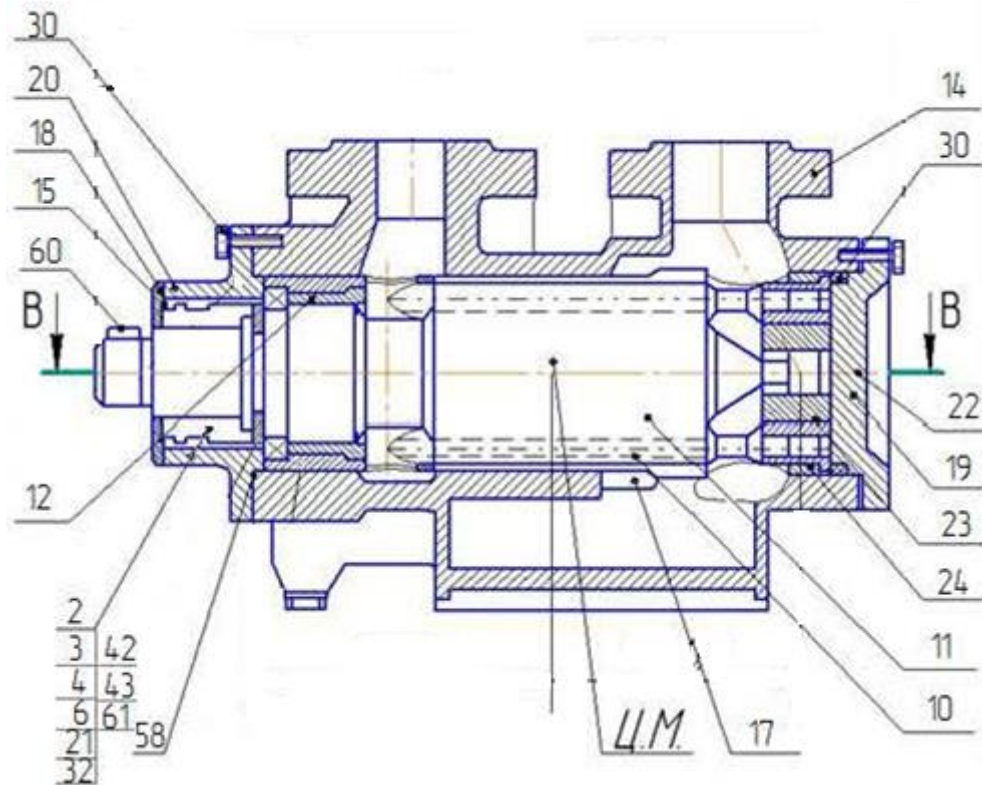


Рис.2 - Схема трьохгвинтового насоса

Ущільнення, представлене на рис. 2, складається з підп'ятника 2 зі штифтом 61, який заходить в паз кришки сальника, п'яти 3, втулки упорної 4, пружини 6, кільця упорного 21 і гумових ущільнених кілець 42, 43. Упорна втулка 4 зафіксована на ведучому гвинті 11 штифтом 32, який дає їй можливість переміщатися тільки в осьовому напрямку. Для зменшення зносу торцевого ущільнення в порожнині ущільнення вала підтримується тиск 0,2 ... 0,3 Мпа. Підтримування тиску в заданому діапазоні забезпечує розвантажувальний

клапан, що складається з кульки 57, пружини 7, пробки спеціальної 48, прокладка 50. При підвищенні тиску вище заданого клапан спрацьовує і частина рідини порівнюється через канали в корпусі 14 у всмоктувальну порожнину.

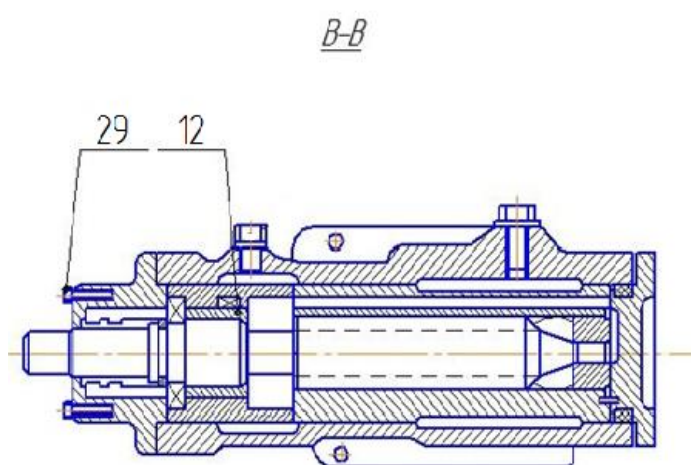


Рис.3Продольний розріз насоса

					СумДУ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

2. Гідравлічні розрахунки

2.1 Розрахунок гвинтів трьохгвинтового насоса

Для трьохгвинтового насоса з однобічним підведенням рідини зовнішній діаметр веденого гвинта визначається по формулі.

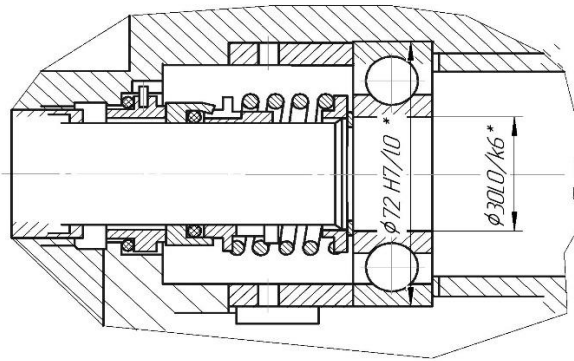


Рис.4-Торцеве утовщення.

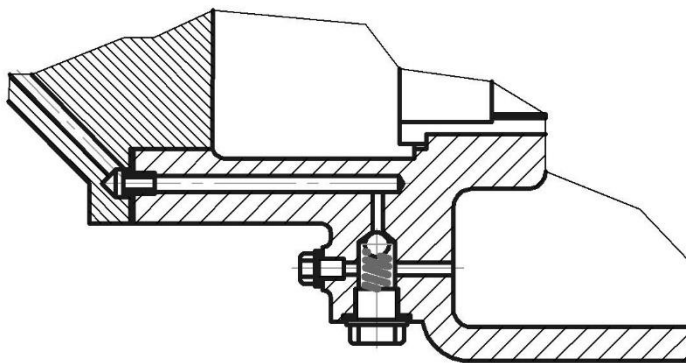


Рис.5- Переливний клапан.

					СумДУ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

$$d_{зв} = \sqrt[3]{\frac{Q_T * 60}{4,15 * n}}; \quad (1)$$

$$d_{зв} = \sqrt[3]{\frac{4,911 * 10^{-3} * 60}{4,15 * 2000}} = 33 \text{ мм};$$

де, Q_T – теоретичні витрати, м³/с;

$$Q_T = 4,911 * 10^{-3}, \text{ м}^3/\text{с};$$

n_p – число обертів об/хв;

$$n_p = 2000 \text{ об/хв.}$$

$d_{зв}$ – зовнішній діаметр веденого гвинта, мм.

$$d_{зв} = 33 \text{ мм.}$$

Зовнішній діаметр ведучого гвинта:

$$D_{зв} = \frac{5}{3} d_{зв}; \quad (2)$$

$$D_{зв} = \frac{5}{3} \cdot 33 = 55 \text{ мм.}$$

де, $D_{зв}$ – зовнішній діаметр ведучого гвинта, мм;

$d_{зв}$ – зовнішній діаметр веденого гвинта, мм;

Внутрішній діаметр нарізки веденого гвинта:

$$d_B = \frac{1}{3} d_{зв}, \quad (3)$$

$$d_B = \frac{1}{3} \cdot 33 = 11 \text{ мм.}$$

					СумДУ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

де, d_B – внутрішній діаметр нарізки веденого гвинта, мм;

Крок гвинта:

$$t = \frac{10}{3} d_{3B}, \quad (4)$$

$$t = \frac{10}{3} \cdot 33 = 110 \text{ мм.}$$

де, t – крок гвинта, мм;

Довжина гвинта:

$$L = z \cdot t, \quad (5)$$

$$L = 2 \cdot 110 = 220 \text{ мм,}$$

де, L – довжина гвинта, мм;

z – кількість кроків;

$$z = 2;$$

Вісьова сила на ведучому гвинті:

$$P_1 = [2,529 \cdot d_{3B}^2 - 0,7854(d_1^2 + d_2^2)] \cdot p, \quad (6)$$

$$P_1 = [2,529 \cdot 33^2 - 0,7854(55^2 + 22^2)] \cdot 3,6 = -7$$

де, P_1 – вісьова сила на ведучому гвинті, Н;

d_1 – діаметр більшого поршня;

$$d_1 = 55 \text{ мм;}$$

d_2 – діаметр меншого поршня;

					СумДУ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

$$d_2 = 22 \text{ мм};$$

p – робочий тиск, Па;

$$p = 3640132;$$

Вісьова сила на веденому гвинті:

$$P_2 = (0,4193 \cdot d_{3В}^2 - 0,7854 \cdot d_3^2) \cdot p, \quad (7)$$

$$P_2 = (0,4193 \cdot 33^2 - 0,7854 \cdot 22^2) \cdot 3,6 \cdot 10^6 = 275 \text{ Н}$$

де, d_3 – діаметр поршня;

$$d_3 = 22 \text{ мм};$$

Сумарне вісьове зусилля:

$$P_{\text{вісь}} = P_1 + 2P_2 \quad (8)$$

$$P_{\text{вісь}} = -7 + 2 \cdot 275 = -558;$$

де, $P_{\text{вісь}}$ – сумарне вісьове зусилля, Па;

Опорна поверхня веденого гвинта:

$$f_{\text{о.п.}} = 1.326 \cdot z \cdot d_{3В}^2, \quad (9)$$

$$f_{\text{о.п.}} = 1.326 \cdot 2 \cdot 33^2 = 2,888 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

де, $f_{\text{о.п.}}$ – опорна поверхня веденого гвинта, м;

Радіальне зусилля:

					СумДУ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

$$P_R = 1,401 \cdot p \cdot d_{3B}^2 \quad (10)$$

$$P_R = 1,401 \cdot 3640132 \cdot 33^2 = 5554 \text{ Н}$$

де, P_R –радіальне зусилля, Н;

Середній питомий тиск на одну поверхню:

$$K_y = \frac{P_R}{f_{o.п.}} \quad (11)$$

$$K_y = \frac{5554}{2,88 * 10^{-3}} = 1928472 \text{ Па}$$

де, K_y –середній питомий тиск на одну поверхню, Па;

Обертальна швидкість веденого гвинта:

$$V = r_3 \frac{2\pi n}{60} \quad (12)$$

$$V = 1.65 * 10^{-3} \frac{2 * 3.14 * 2000}{60} = 3.5 \text{ м/с}$$

де, V – обертальна швидкість веденого гвинта, м/с;

r_3 – зовнішній радіус веденого гвинта;

$$r_3 = 1.65 * 10^{-3} \text{ мм};$$

Приймальний тиск для Бронзи Бр О \approx 10-1:

$$[p]^*v=10^7; \text{ Па} \quad (13)$$

					СумДУ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

$$[p]=\frac{10^7}{3.5}$$

$$[p]=28571428; \text{ Па}$$

де, $[p]$ - приймальний тиск для Бронзи Бр О ∞ 10-1

Умова міцності:

$$K_y < [p] \quad (14)$$

$$1928472 < 28571428$$

Умова виконується

2.2 Профілювання гвинтів насосу:

Глибина нарізки, дорівнює різниці зовнішнього R_n та внутрішнього R_b радіусів гвинта.

Визначення радіуса, точок ділення глибини нарізки:

$$\Delta = R_3 - R_b; \quad (15)$$

$$\Delta = 27,5 - 16,5 = 11 \text{ мм}$$

де, Δ - глибина нарізки, мм;

R_3 – зовнішній радіус веденого гвинта;

R_3 – 27,5 мм;

R_b – внутрішній діаметр веденого гвинта, мм;

R_b – 16,5 мм;

Крок розбивки глибини нарізки:

					СумДУ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

$$\Delta' = \frac{\Delta}{i} \quad (16)$$

$$\Delta' = \frac{11}{8} = 1,375 \text{ мм};$$

де, Δ' – крок розбивки глибини нарізки;

i – 8 кіл.

Визначення радіуса, точок ділення глибини нарізки:

$$R_1 = R_b + n \cdot \Delta', \quad (17)$$

$$R_0 = 16,5 + 0 \cdot 1,375 = 16,5$$

$$R_1 = 16,5 + 1 \cdot 1,375 = 17,88$$

$$R_2 = 16,5 + 2 \cdot 1,375 = 19,25$$

$$R_3 = 16,5 + 3 \cdot 1,375 = 20,63$$

$$R_4 = 16,5 + 4 \cdot 1,375 = 22,00$$

$$R_5 = 16,5 + 5 \cdot 1,375 = 23,38$$

$$R_6 = 16,5 + 6 \cdot 1,375 = 24,75$$

$$R_7 = 16,5 + 7 \cdot 1,375 = 26,13$$

$$R_8 = 16,5 + 8 \cdot 1,375 = 27,50$$

Визначаємо кути розташування точок профелю:

$$\gamma = \arccos \left(\frac{A^2 + R_1^2 - r_3^2}{2 \cdot R_1 \cdot A} \right), \quad (18)$$

$$\gamma = \arccos\left(\frac{33^2 + 17,88^2 - 16,5^2}{2 \cdot 17,88 \cdot 33}\right) = 15,6^{\circ}$$

$$\gamma_2 = 20,85^{\circ},$$

$$\gamma_3 = 24,16^{\circ},$$

$$\gamma_4 = 26,26^{\circ},$$

$$\gamma_5 = 27,93^{\circ},$$

$$\gamma_6 = 28,96^{\circ},$$

$$\gamma_7 = 29,60^{\circ},$$

$$\gamma_8 = 29,90^{\circ}.$$

$$\alpha = \arccos\left(\frac{A^2 + r_3^2 - R1^2}{2 \cdot r_3 \cdot A}\right), \quad (19)$$

$$\alpha = \arccos\left(\frac{33^2 + 16,5^2 - 17,88^2}{2 \cdot 16,5 \cdot 33}\right) = 16,9^{\circ},$$

$$\alpha_2 = 24,5^{\circ},$$

$$\alpha_3 = 30,8^{\circ},$$

$$\alpha_4 = 36,3^{\circ},$$

$$\alpha_5 = 41,6^{\circ},$$

$$\alpha_6 = 46,6^{\circ},$$

$$\alpha_7 = 51,5^{\circ},$$

$$\alpha_8 = 56,3^{\circ},$$

$$\beta_1 = \alpha_1 - \gamma_1, \quad (20)$$

$$\beta_1 = 16,9^{\circ} - 15,6^{\circ} = 1,3^{\circ},$$

$$\beta_2 = 3,65^{\circ},$$

$$\beta_3 = 6,64^{\circ},$$

$$\beta_4 = 10,04^{\circ},$$

$$\beta_5 = 13,67^{\circ},$$

$$\beta_6 = 17,64^{\circ},$$

$$\beta_7 = 21,90^{\circ},$$

$$\beta_8 = 26,40^{\circ}.$$

2.3 Розрахунки ведучого гвинта

Діаметр напірного патрубку:

$$d_H = \sqrt{\frac{4Q}{\pi[V]_H}}; \quad (21)$$

$$d_H = \sqrt{\frac{4 * 4,911 * 10^{-3}}{3,14 * 1,35}} = 68 * 10^{-3} \text{ мм};$$

де, d_H – діаметр напірного патрубку, мм;

$[V]_H$ – допустима швидкість;

$$[V]_H = 1,35 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

Діаметр всмоктувального патрубку:

$$d_{BC} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi[V]_{BC}}}; \quad (22)$$

$$d_{BC} = \sqrt{\frac{4 * 4,911 * 10^{-3}}{3,14 * 0,84}} = 86 * 10^{-3} \text{ мм};$$

					СумДУ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

де, $d_{\text{вс}}$ – діаметр всмоктувального патрубку;

$[V]_{\text{вс}}$ – допустима швидкість, $\frac{\text{м}}{\text{с}}$;

$[V]_{\text{вс}} = 0,84$

Обертальний момент:

$$M = \frac{p \cdot Q \cdot 60}{\eta \cdot 2 \pi n}; \quad (23)$$

$$M = \frac{3,6 \cdot 10^{-3} \cdot 4,911 \cdot 10^{-3} \cdot 60}{0,75 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 2000} = 112,68 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

де, M - обертальний момент;

η – загальний ККД;

$\eta = 0,75$

Діаметр валу:

$$d_{\text{вал}} = \sqrt[3]{\frac{5M}{[\tau]}}; \quad (24)$$

$$d_{\text{вал}} = \sqrt[3]{\frac{5 \cdot 112,68}{24 \cdot 10^6}} = 28,63 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

де, $d_{\text{вал}}$ – діаметр валу;

Довжина шпоночного пазу:

$$l_{\text{шп}} = \frac{4M}{[\sigma_{\text{зм}}] \cdot d_{\text{вал}} \cdot h_{\text{шп}}}; \quad (25)$$

$$l_{\text{шп}} = \frac{4 \cdot 112,68}{75 \cdot 10^6 \cdot 28,63 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^{-3}} = 52,5 \cdot 10^{-3} \text{ мм}$$

									Лист
									21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				СумДУ	

де, $h_{\text{шп}}$ – висота шпонки.

$$h_{\text{шп}} = 4 * 10^{-3}.$$

$[\sigma_{\text{зм}}]$ – допустиме напруження на зминання

$$[\sigma_{\text{зм}}] = 75 * 10^6 \text{ Па};$$

$l_{\text{шп}}$ – довжина шпоночного пазу;

Обертальна швидкість розвантажувального утовщення:

$$V_1 = \frac{d_1 * 2\pi n}{2 * 60}; \quad (26)$$

$$V = \frac{55 * 2 * 3.14 * 2000}{2 * 60} = 5,757 \text{ м/с}.$$

де, V_1 - обертальна швидкість розвантажувального утовщення;

Припустимий тиск бронзи Бр ОФ10-1:

$$P_{\text{прип2}} * V_1 = 10^7 \text{ Па} \quad (27)$$

$$P_{\text{прип2}} = \frac{10^7}{5,757} = 1737318 \text{ Па}$$

де, $P_{\text{прип2}}$ - припустимий тиск бронзи Бр ОФ10-1.

Площа контакту утовщення :

$$f_1 = \frac{R_r}{P_{\text{прип2}}}; \quad (28)$$

$$f_1 = \frac{5554}{1737318} = 3,2 * 10^{-3} \text{ м}^2$$

					СумДУ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

де, f_1 – площа контакту утовщення

R_r – радіальне зусилля;

$R_r = 6171$

Довжина утовщення:

$$l_{\text{ут}} = \frac{2f_1}{\pi d_1} \quad (29)$$

$$l_{\text{ут}} = \frac{2 * 3,2 * 10^{-3}}{3,14 * 55} = 37 * 10^{-3} \text{ м}$$

де, $l_{\text{ут}}$ – довжина утовщення

Довжина ущільнення:

$$l_{\text{ущ}} = l_{\text{шп}} = 52,5 * 10^{-3} \text{ м} \quad (30)$$

де, $l_{\text{ущ}}$ – довжина ущільнення

$l_{\text{шп}}$ – довжина шпонки

Ширина підшипника, середній серії, діаметр $d_{\text{вал}} = 25$ мм:

$$\beta = 19,5 \text{ мм}$$

Об'єм вала діаметр 25 мм:

					СумДУ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

$$V_{25} = \frac{\pi \cdot d_{\text{вал}}^2}{4} (l_{\text{шп}} + l_{\text{уц}} + \beta + d_{\text{н}} + d_{\text{вс}}) \quad (31)$$

$$V_{25} = \frac{3,14 \cdot 25^2}{4} \cdot (0,0525 + 0,0525 + 0,0195 + 0,064 + 0,086) \\ = 0,0001348 \text{ м}^3$$

де, V_{25} – об'єм вала діаметр 25 мм;

Об'єм утовщення:

$$V_{55} = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \cdot l_1 \quad (32)$$

$$V_{55} = \frac{3,14 \cdot 55^2}{4} \cdot 37 \cdot 10^{-3} = 8,8 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$$

де, V_{55} – об'єм утовщення

Об'єм різальної частини:

$$V_{\text{ГВ1}} = f_{\text{ГВ1}} \cdot L; \quad (33)$$

$$V_{\text{ГВ1}} = 2,58 \cdot 10^{-3} \cdot 220 = 5,7 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

де, $V_{\text{ГВ1}}$ – об'єм різальної частини

$f_{\text{ГВ1}}$ – площа нарізної частини;

$$f_{\text{ГВ1}} = 2,58 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

Маса ведучого гвинта:

					СумДУ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$m_{\text{ГВ1}} = (V_{25} + V_{55} + V_{\text{ГВ1}})\rho_{\text{ст}} \quad (34)$$

$$m_{\text{ГВ1}} = (0,0001348 + 8,8 * 10^{-5} + 5,7 * 10^{-4})7,8 * 10^3 = 6,2 \text{ кг}$$

де, $m_{\text{ГВ1}}$ – маса ведучого гвинта;

$\rho_{\text{ст}}$ – щільність сталі;

$$\rho_{\text{ст}} = 7,8 * 10^3 \text{ кг/м}$$

Площа перерізу веденого гвинта:

$$f_{\text{ГВ2}} = 0,4193d_3^2 ; \quad (35)$$

$$f_{\text{ГВ2}} = 0,4193 * 33^2 = 4,566 * 10^{-4} \text{ м}^2$$

де, $f_{\text{ГВ2}}$ – площа перерізу веденого гвинта;

Об'єм веденого гвинта:

$$V_{\text{ГВ2}} = f_{\text{ГВ2}} * L_{\text{ГВ2}} + \frac{\pi d_3^2}{4} * d_{\text{вс}} \quad (36)$$

$$V_{\text{ГВ2}} = 4,566 * 10^{-4} * 292,2 * 10^{-3} + \frac{3,14 * 33^2}{4} * 82 * 10^{-3}$$

$$= 2 * 10^{-4} \text{ м}^3$$

де, $V_{\text{ГВ2}}$ – об'єм веденого гвинта;

Маса веденого гвинта:

$$m_{\text{ГВ2}} = V_{\text{ГВ2}} * \rho_{\text{ст}}; \quad (37)$$

$$m_{\text{ГВ2}} = 2 * 10^{-4} * 7,8 * 10^3 = 1,56 \text{ кг}$$

										Лист
										25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	СумДУ					

де, $m_{ГВ2}$ – маса веденого гвинта

Площа гвинта:

$$F_{ГВ} = f_{ГВ1} + 2f_{ГВ2} \quad (38)$$

$$F_{ГВ} = 2,58 * 10^{-3} + 2 * 4,566 * 10^{-4} = 34,932 * 10^{-4} \text{ м}^2$$

де, $F_{ГВ}$ – площа гвинта;

Швидкість гальмування:

$$V_{гал} = \frac{Q}{F_{ГВ}}; \quad (39)$$

$$V_{гал} = \frac{4,911 * 10^{-3}}{34,932 * 10^{-4}} = 1,42 \text{ м/с}$$

де, $V_{гал}$ – швидкість гальмування ;

Довжина шляха гальмування:

$$l_{гал} = 0,5d_3 \quad (40)$$

$$l_{гал} = 11 * 10^{-3}$$

де, $l_{гал}$ – довжина шляха гальмування;

Тиск гальмування ведучого гвинта:

					СумДУ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

$$\Delta P_{\text{гал}} = \frac{m_{\text{гв1}} \frac{V_{\text{гал}}^2}{2}}{l_{\text{гал}} * \frac{\pi d_3^2}{4}} \quad (41)$$

$$\Delta P_{\text{гал}} = \frac{6,2 * \frac{1,42^2}{2}}{11 * 10^{-3} \frac{3,14 * 0,022^2}{4}} = 1,496 * 10^6 \text{ Па}$$

де, $\Delta P_{\text{гал}}$ – тиск гальмування ведучого гвинта

$l_{\text{гал}}$ – довжина шляха гальмування

Діаметр отвору діафрагми ведучого гвинта:

$$d_{\text{діафр1}} = d_2 \sqrt{\frac{V_{\text{гал}}}{\mu \sqrt{\frac{2 \Delta P_{\text{гал1}}}{\rho}}}}; \quad (42)$$

$$d_{\text{діафр1}} = 22 \sqrt{\frac{1,42}{0,82 \sqrt{\frac{2 * 1 * 10^6}{1000}}}} = 4,33 * 10^{-3}$$

де, $d_{\text{діафр1}}$ – діаметр отвору діафрагми ведучого гвинта

μ – коефіцієнт витрат діафрагми

$$\mu = \sqrt{\frac{1}{1,5}} = 0,82$$

ρ – щільність води;

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

Тиск гальмування веденого гвинта:

					СумДУ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$P_{\text{гал2}} = \frac{m_{\text{гв2}} \frac{V_{\text{гал}}^2}{2}}{l_{\text{гал}} \frac{\pi d_2^2}{4}}; \quad (43)$$

$$P_{\text{гал2}} = \frac{1,56 * \frac{1,42^2}{2}}{11 * 10^{-3} \frac{3,14 * 22^2}{4}} = 0,38 * 10^6 \text{ Па}$$

Діаметр діафрагми веденого гвинта:

$$d_{\text{діафр2}} = d_2 \sqrt{\frac{V_{\text{гал}}}{\mu \left(\frac{2 \Delta P_{\text{гал2}}}{\rho} \right)}}; \quad (44)$$

$$d_{\text{діафр2}} = 22 \sqrt{\frac{1,42}{0,82 \sqrt{\frac{2 * 0,38 * 10^6}{1000}}}} = 5,5 * 10^{-3}$$

де, $d_{\text{діафр2}}$ – діаметр діафрагми веденого гвинта;

2.4 Розрахунок переливного клапану

$D_{\text{під}}$ – діаметр підшипника;

$D_{\text{під}} = 36 \text{ мм};$

$d_{\text{під}}$ – діаметр отвору підшипника;

$d_{\text{під}} = 30 \text{ мм};$

$D_{\text{п'яти}}$ – діаметр п'яти;

$D_{\text{п'яти}} = 39 \text{ мм};$

$d_{\text{п'яти}}$ – діаметр отвору п'яти;

					СумДУ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$d_{п'яти} = 28 \text{ мм};$

Колова швидкість:

$$V_{сер} = \left(\frac{D_{під} + d_{під}}{4} \right) 2 * \pi \frac{n}{60} \quad (45)$$
$$V_{сер} = \left(\frac{36 + 30}{4} \right) 2 * 3,14 \frac{2000}{60} = 3,5 \text{ м/с}$$

де, $V_{сер}$ – колова швидкість;

Площа контакта ущільнення підп'ятника:

$$f_{під} = \frac{\pi(D_{під}^2 - d_{під}^2) * 10^{-6}}{4} \quad (46)$$
$$f_{під} = \frac{3,14(36^2 - 30^2) * 10^{-6}}{4} = 310 * 10^{-6} \text{ м}^2$$

де, $f_{під}$ – площа контакта ущільнення підп'ятника;

Площа контакта п'яти:

$$f_{п'ят} = \frac{\pi(D_{п'ят}^2 - d_{п'ят}^2) * 10^{-6}}{4} \quad (47)$$
$$f_{п'ят} = \frac{3,14(39^2 - 28^2) * 10^{-6}}{4} = 578,5 * 10^{-6} \text{ м}^2$$

де, $f_{п'ят}$ – площа контакта п'яти;

Припустимий контактний тиск в ущільненні п'яти:

					СумДУ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

$$[p] = \frac{10^7}{V_{\text{сер}}} \quad (48)$$

$$[p] = \frac{10^7}{3,5} = 2,86 * 10^6 \text{ Па}$$

де, $[p]$ – припустимий контактний тиск в ущільненні п'яти;

Тиск в порожнині ущільнення :

$$p' = [p] \frac{f_{\text{під}}}{f_{\text{п'ят}}} \quad (49)$$

$$p' = 2,86 * 10^6 \frac{310 * 10^{-6}}{578,5 * 10^{-6}} = 1,5 * 10^6 \text{ Па}$$

де, p' – тиск в порожнині ущільнення

Втрати:

$$\Delta Q = \frac{\pi d_1 \delta^3}{12 \mu * l_{\text{ут}}} (p - p'); \quad (50)$$

$$\begin{aligned} \Delta Q &= \frac{3,14 * 55 * 10^{-3} (0,06 * 10^{-3})^3}{12 * 1 * 10^{-3} * 34 * 10^{-3}} (3,64 - 1,5) 10^6 \\ &= 196 * 10^{-6} \text{ м}^3 / \text{с} \end{aligned}$$

де, ΔQ – втрати;

δ – розмір зазора;

$$\delta = 0,06 * 10^{-3};$$

μ – коефіцієнт динамічної в'язкості;

$$\mu = 1 * 10^{-3};$$

Діаметр каналу:

$$d_{\text{кан}} = \sqrt{\frac{4\Delta Q}{\pi[V]}}; \quad (51)$$

$$d_{\text{кан}} = \sqrt{\frac{4 * 196 * 10^{-6}}{3,14 * 5}} = 0,00707$$

де, $d_{\text{кан}}$ – діаметр каналу;

$[V]$ – припустима швидкість в каналі

$$[V] = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

Критична швидкість руху кільця пружини:

$$V_{\text{кр}} = \frac{\tau_{\text{зд}} \sigma_{\text{п}}}{\sqrt{2G\rho_{\text{ст}}}}; \quad (52)$$

$$V_{\text{кр}} = \frac{630 * 10^6 * 0,1}{\sqrt{2 * 8 * 10^{10} * 8 * 10^3}} = 1,76 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

де, $V_{\text{кр}}$ – критична швидкість руху кільця пружини;

$\tau_{\text{зд}}$ – напруження здвигу;

$$\tau_{\text{зд}} = 630 \text{ МПа};$$

G – модуль здвигу;

$$G = 8 * 10^{10} \text{ Па};$$

$\rho_{ст}$ – щільність сталі;

$$\rho_{ст} = 8 * 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3};$$

$b_{п}$ – розмір зазора;

$$b_{п} = 0,1 \text{ мм}$$

Діаметр кульки:

$$d_{кул} = \sqrt{\frac{4\Delta Q}{\pi V_{кр}}}; \quad (53)$$

$$d_{кул} = \sqrt{\frac{4 * 196 * 10^{-6}}{3,14 * 1,76}} = 12 * 10^{-3} \text{ мм}$$

де, $d_{кул}$ – діаметр кульки;

Втрати підйому кульки:

$$h_{к} = \frac{\Delta Q}{\pi d_{кул} \mu_{к} \sqrt{\frac{2 * p'}{\rho}}}; \quad (54)$$

$$h_{к} = \frac{196 * 10^{-6}}{3,14 * 12 * 10^{-3} * 0,72 * \sqrt{\frac{2 * 1,7 * 10^6}{1000}}} = 0,000124$$

де, $d_{кул}$ – діаметр кульки;

$$d_{кул} = 10 * 10^{-3} \text{ м};$$

$\mu_{к}$ – коефіцієнт витрат кульки;

3 Розрахунок на міцність

					СумДУ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Сила попередньої деформації пружини:

$$p_1 = \frac{\pi d_c^2}{4} * p'; \quad (55)$$

$$p_1 = \frac{3,14 * 0,00707^2}{4} * 1,7 * 10^6 = 66,7 \text{ Н}$$

де, p_1 – сила попередньої деформації пружини;

$$d_c = d_{\text{кан}};$$

Сила робоча деформації пружини:

$$p_2 = \frac{\pi d_{\text{кул}}^2}{4} * p'; \quad (56)$$

$$p_2 = \frac{3,14 * 0,012^2}{4} * 1,7 * 10^6 = 192,2 \text{ Н};$$

де, p_2 – сила робоча деформації пружини;

Сила максимальної деформації:

$$p_3 = \frac{p_2}{1 - b_{\text{п}}}; \quad (57)$$

$$p_3 = \frac{192,2}{1 - 0,1} = 213,6 \text{ Н};$$

де, p_3 – сила максимальної деформації;

$b_{\text{п}}$ – розмір зазора;

					СумДУ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

$$\sigma_{\text{п}} = 0,1 \text{ мм};$$

Швидкість руху кінця пружини:

$$V_{\text{кул}} = V_{\text{кр}}; \quad (58)$$

$$V_{\text{кул}} = 1,76 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

Жорсткість пружини:

$$z = \frac{p_2 - p_1}{h_{\text{кул}}} \quad (59)$$

$$z = \frac{192,2 - 66,7}{0,118 * 10^{-3}} = 1063,56 * 10^3 \text{ Н/м}$$

де, z – жорсткість пружини;

Пружина №300, $d_{\text{пров}}=1,2$ мм, $D_{\text{пр}}=8$ мм, $z_1=65,95*10^3$ Н/м.

Робоче колесо витків:

$$n = \frac{z}{z_1}; \quad (60)$$

$$n = \frac{1063,56 * 10^3}{65,95 * 10^3} = 16;$$

де, n – робоче колесо витків;

Розрахунок на міцність підшипника

					СумДУ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

Підшипник №306, D=30м, ширина=19м, С=2000кгс, С₀=1510кгс.

Еквівалентне статичне навантаження:

$$\begin{aligned}P_0 &= xF_r + F_a * y; \\F_r &= P_r = 5554; \\F_a &= P_{\text{вісь}} = -558; \\ \frac{F_a}{F_r} &= \frac{-558}{5554} = 0,1;\end{aligned}\tag{61}$$

приймаємо x=1, y=0 (якщо <0,5).

$$P_0 = 5554 * 1 + [-558] * 0 = 5554;$$

де, P₀ – еквівалентне статичне навантаження;

P_r – радіальне зусилля;

P_{вісь} – сумарне вісьове зусилля;

Номінальна довговічність:

$$\begin{aligned}L &= \left(\frac{c}{P_0}\right)^P; \\L &= \left(\frac{22000}{5554}\right)^3 = 62,2 \frac{\text{об}}{\text{хв}};\end{aligned}\tag{62}$$

де, L – номінальна довговічність;

c – статичне навантаження підшипника;

					СумДУ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Годинна довговічність:

$$L_h = \frac{10^6 L}{60n}; \quad (63)$$

$$L_h = \frac{10^6 * 62,2}{60 * 2000} = 518 \text{ год.}$$

де, L_h – годинна довговічність;

Товщина стінки обійми:

$$\delta_0 = 0,1 * 3d_3; \quad (64)$$

$$\delta_0 = 0,1 * 3 * 33 = 9,9 \text{ мм};$$

де, δ_0 – товщина стінки обійми;

Товщина стінки корпусу:

$$\delta_{\text{кор}} = \left(\frac{3d_3}{2} + \delta_0 \right) \sqrt{\left(\frac{[\sigma_p] + 0,4P}{[\sigma_p] - 1,3P} - 1 \right)} + a; \quad (65)$$

$$\delta_{\text{кор}} = \left(\frac{3*33}{2} + 9,9 \right) \left(\sqrt{\frac{250*10^5 + 0,4*3,64*10^6}{250*10^5 - 1,3*3,64*10^6} - 1} \right) + 5 = 13,5 \text{ мм};$$

де, $\delta_{\text{кор}}$ – товщина стінки корпусу;

$[\sigma_p]$ – припустиме напруження на розтягування;

$$[\sigma_p] = 250 * 10^5 \text{ Па};$$

a – літійний припуск;

$$a = 5 \text{ мм};$$

					СумДУ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Товщина кришки:

$$\delta_{кр} = \left(\frac{3d_3}{2} + \delta_0 \right) \sqrt{\frac{0,75 * P}{[\sigma_p]}}; \quad (66)$$

$$\delta_{кр} = \left(\frac{3 * 33}{2} + 9,9 \right) \sqrt{\frac{0,75 * 3,64 * 10^6}{250 * 10^5}} = 19,6 * 10^{-3} \text{ мм};$$

де, $\delta_{кр}$ – товщина кришки;

Розрахунок шпильки:

Внутрішня сила тиску:

$$R_i = p * \pi \left(\frac{3d_3}{2} + \delta_0 \right)^2; \quad (67)$$

$$R_i = 3,64 * 10^6 * 3,14 * \left(\frac{3 * 33}{2} + 9,9 \right)^2 = 40327 \text{ Н};$$

де, R_i – внутрішня сила тиску;

Сила контакту в ущільненні:

$$R_d = p * k_y * \pi \left[\left(\frac{3d_3}{2} + \delta_{кр} \right)^2 - \left(\frac{3d_3}{2} + \delta_0 \right)^2 \right]; \quad (68)$$

$$R_d = 3,64 * 1,4 * 3,14 \left[\left(\frac{3 * 33}{2} + 19,6 \right)^2 - \left(\frac{3 * 33}{2} + 9,9 \right)^2 \right] = 23018,2 \text{ Н};$$

					СумДУ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

де, R_d – сила контакту в ущільненні;
 k_y – середній питомий тиск на опорну поверхню;

Сила затяжки:

$$R_k = R_i + R_d; \quad (69)$$

$$R_k = 40327 + 23018,2 = 63345,2 \text{ Н};$$

де, R_k – сила затяжки;

Площа шпильки

$$\sigma = \frac{R_k}{f_{\text{шп}} * z}; \quad (70)$$

$$f_{\text{шп}} = \frac{\pi d_{\text{шп}}^2}{4}; \quad (71)$$

$$f_{\text{шп}} = \frac{3,14 * 12^2}{4} = 113,04 \text{ м}^2;$$

$$\sigma = \frac{63345,2}{113,04 * 8} = 69,8 \text{ МПа};$$

69,8 < [σ] 86 МПа;

Умова виконується.

де, $d_{\text{шп}}$ – діаметр шпильки;

$$d_{\text{шп}} = 12 \text{ мм};$$

z – кількість шпильок;

$$z = 8 \text{ шт.}$$

Електричні показники безпеки для електродвигунів, для електронасосних агрегатів визначаються згідно стандартів: ДСТ 183, ДСТ 7217, ДСТ 10169, ДСТ 11828.

Електроустаткування знову проєктованих систем повинне мати ступінь захисту не нижче IP44 за ДСТУ 14254-80 .

Проектований насосний агрегат повинен мати захисне заземлення з величиною опору не більше 4 Ом.

Шум і вібрація насоса Шум, як шкідливий фактор, може привести до наступних наслідків: тривалому порушенню слуху, шумові у вухах, утомі, стресові, до порушення рівноваги, ослабленню уваги, перешкодам мовних комунікацій і т.д.

Для зменшення можливих небезпек, що можуть привести до вказаних наслідків, виготовлювач насоса зобов'язаний виконувати вимоги по зниженню шуму в технічно досяжних межах.

Значна вібрація (або меншої сили протягом тривалого часу) може бути причиною порушення здоров'я людини.

Стандарт EN 809 не розглядає зменшення можливих небезпек через тривалі вібраційні навантаження, що викликані роботою агрегату, це потрібно вирішувати проєктантом об'єкта експлуатації. Виготовлювач зобов'язаний виконувати вимоги по досягненню норм вібрації в технічно припустимих межах. Як правило, це досягається визначенням технічної припустимої вібрації на опорних лапах корпусу (для збереження працездатності і ресурсу роботи насоса і для зниження рівня вібрації насоса на фундаменті). Згідно EN 809 рівень віброшвидкості для даного типу насосів не повинен перевищувати 5мм/с.

Для насосів, встановлюваних окремо на фундаменти, перекриття і подібні підстави, що передають вібрації на робоче місце, логарифмічні рівні

					СумДУ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

середньоквадратичних значень віброшвидкості, в октавних смугах у місцях кріплення до підстав повинні бути не більш значень, приведених у таблиці _1_.

Таблиця __1__ – Граничні значення вібрації

Середньгеометричні частоти октавних смуг, Гц	2		8	16	31,5	63
Логарифмічні середньоквадратичних значень віброшвидкості, Дб	108	99	93	92		

Освітлення робочої зони Освітлення при проведенні періодичного обслуговування насосного агрегату має відповідати розряду V, підрозряду «б» зорових робіт, для проведення ремонтних робіт – розряду V, підрозряду «в» зорових робіт, згідно СНіП II-4-79 “Природне і штучне освітлення”. Для освітлення робочої зони використовують люмінесцентні лампи, загальний рівень освітленості повинен становити не менш ніж 150 Лк. Можна використовувати дугові ртутні лампи, рефлекторні дугові лампи з відбиваючим шаром. Вони мають підвищену світлову віддачу (до 40-110 лм/Вт) і великий строк служби (8-12 тис. год.), а крім того спектр їхнього випромінювання близький до природного денного світла.

Метеорологічні умови. Оптимальні метеорологічні параметри повітря на ділянці ремонту насосів складає: температура повітря 22 - 24°C, відносна вологість 60-40%, швидкість руху 0,1 м/с. Інтенсивність теплового випромінювання не повинна перевищувати 35 Вт/м². Гранично припустима концентрація випаровувань мінеральних олій у повітрі робочої зони – не більш 5 мг/м³.

Література

1. Чиняев И.А. Роторные насосы (справочное пособие) -М.: Машиностроение, 1964, 216с.
2. Иванов М.Н. Детали машин: Учеб. для студентов высш. техн. учеб. заведений.-5е изд., перераб.-М.: Высш.шк., 1991.-383с.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Т.1-4е изд., перероб. и доп.- М.: Машиностроение 1980. -576с.
4. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Т.2-4е изд., перероб. и доп.- М.: Машиностроение 1979. -559с.
5. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Т.3-4е изд., перероб. и доп.- М.: Машиностроение 1980. -557с.
6. Чугаев Р.Р. Гидравлика(Учебник для вузов)-Л.: Энергия, 1975.-600с.
7. Пістун І.П. Охорона праці в галузі машинобудування (Електронний ресурс) : Навчальний посібник / І.П.Пістун, Р.Є.Стець, І.О.Трунова.- Суми: Університетська книга, 2012.-556 с.

					СумДУ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		