

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЦЗДВН

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою ПГМ

_____ І.О.Ковальов

« _____ » _____ 2020р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

На тему «Розробка трьохгвинтового насоса на параметри: тиск 4044592 Па, число обертів 1800об/хв., витрати 0,00442м³/сек.»

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

Виконавець роботи

Шелудько Марія Володимирівна

прізвище, ім'я, по батькові

підпис, дата

Науковий керівник_

Ігнат'єв Олександр Савич

прізвище, ім'я, по батькові

_____ *к.т.н., доцент*
науковий ступінь, вчене звання

підпис, дата

Суми 2020

Сумський державний університет

Факультет TeSET

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки

Спеціальність 131 «Прикладна механіка» (освітня програма «Гідравлічні машини, гідроприводи та гідро пневмоавтоматика»)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри _____

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу студентів

Шелудько Марія Володимирівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка трьохгвинтового насоса на параметри: тиск 4044592Па, число обертів 1800об/хв., витрати 0,00442м³/сек.

затверджена наказом по університету від «__» _____ 20__ р. № _____

2. Термін здавання закінченої роботи 14.12.2020
р _____

3. Вихідні дані до роботи: тиск 4044592Па, число обертів 1800об/хв., витрати 0,00442м³/сек.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Будова та принцип дії насоса, гідравлічні розрахунки: гвинтів, каналів, клапана, ущільнення, поршнів. Силові розрахунки. Розрахунки на міцність. Оцінка маркетингової інформації. Розділ охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Складальні креслення: агрегата насоса, рами. Деталювання: корпусу, гвинтів обойми.

6. Консультанти по роботі із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Підбір матеріалів для магістерської роботи	07.09 - 11.09. 2020 р.	
2	Будова та принцип дії трьохгвинтового насоса	14.09 - 18.09.2020 р.	
3	Гідравлічні розрахунки	21.09- 25.09.2020 р.	
4	Силові розрахунки	28.09 - 02.10.2020 р.	
5	Розрахунки на міцність	05. 10 - 09.10.2020 р.	
6	Застосування насоса	12.10 - 16.10.2020 р.	
7	Розділ охорони праці	19.10 - 23.10.2020 р.	
8	Складальне креслення насоса	26.10 - 30.10.2020 р.	
9	Складальне креслення агрегата	02.11 - 06.11.2020 р.	
11	Складальне креслення рами	09.11 - 13.11.2020 р.	.
12	Деталювання гвинтів,обойми	16.11 - 20.11.2020 р.	
13	Деталювання корпусу	22.11 - 27.11.2020 р.	
14	Оформлення розрахунково-пояснювальної записки та графічних матеріалів	30.11 – 04.12.2020 р.	
15	Представлення роботи керівнику. Внесення поправок	07.12- 11.12.2020 р.	
16	Підготовка доповіді до захисту	14.12- 17.12.2020 р.	

Дата видачі завдання – 07.09.2020 р.

Студент

(підпис)

Керівник

(підпис)

Ігнат'єв О.С.

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка:

- сторінок 74
- рисунків 5
- таблиць 4
- літературні джерела 11

Тема роботи Розробка трьохгвинтового насосу на параметри: тиск 34044592Па, число обертів 1800 об/хв., витрати 0,00442м³/с

Графічні матеріали:Складальне креслення агрегата та насоса , гвинт ведучий , гвинт ведений , корпус,обойма,рама.

Мета роботи: підтвердження працездатності насосу.

Відповідно до поставленої мети виконані розрахунки:

- розрахунок гвинтів трьохгвинтового насоса;
- профілювання гвинтів насосу;
- розрахунки 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

Завдання	
Реферат	
Вступ.....	6
1.Конструкція насосу та принцип дії.....	7
2.Гідравлічні розрахунки:	
2.1 Розрахунок гвинтів трьохгвинтового насоса;.....	12
2.2 Профілювання гвинтів насосу;.....	18
2.3 Розрахунки ведучого гвинта;.....	21
2.4 Розрахунок переливного клапану.....	31
3.Розрахунки на міцність:.....	39
-розрахунок пружини;	
-розрахунок підшипника;	
-розрахунок товщини кришки;	
-розрахунок товщини корпусу;	
-розрахунок шпильки.	
4.Оцінка маркетингової інформації.....	44
5.Охорона праці.....	55
Література.....	74

ВСТУП

Виробництво три гвинтові насосів з циклоїдним зачепленням здійснюється відповідно до Гостя 10056-62. цей стандарт поширюється на знову проєктовані і переглядається три гвинтові 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 три гвинтові насоси повинні виготовлятися двох типів: 3В - з одностороннім підведенням рідини і 3ВХ2 - з двостороннім підведенням рідини.

Позначення насоса складається з цифри 3 і великої літери В, позначають його скорочене найменування (три гвинтові), 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 три гвинтові насоса з одностороннім підведенням рідини, з подачею 25 м³ / год при 2900 об/ хв. і тиску нагнітання 40 кг / см².

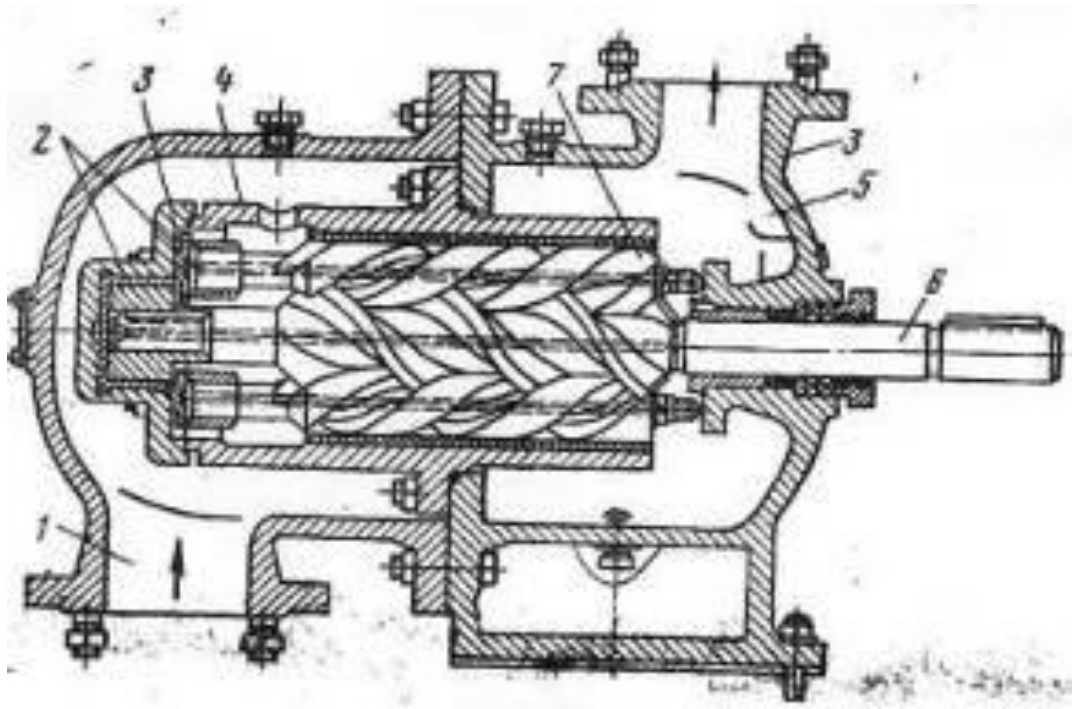


Рис.1- Трьохгвинтовий насос.

1. Конструкція насосу та принцип дії

На рисунку 1.1 показаний трьох гвинтовий 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 слугуючи для його ущільнення. Профіль нарізки по боковій поверхні гвинтів утворений циклоїдальними 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 стовщення, яке розвантажує, частково вісьове зусилля, служить підшипником ковзання та щільним ущільнення. Площа контакту стовщення з корпусом розраховується як для підшипника ковзання. Діаметр стовщення приймається рівним зовнішньому діаметру ведучого гвинта. Таким чином, знаючи розміри гвинтової нарізки, діаметр всмоктувального та напірних патрубків, діаметр та довжину вала та стовщення, 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 не дати 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 з нехтуючи у зв'язку з розмірами каналу. Рідина, яка проходить крізь ущільнення вздовж стовщення, потрапляє до порожнини та дає тиск на торцеве ущільнення. Цей тиск обмежень 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 канала клапана та сідла зумовлені тиском в порожнині, та кількістю рідини, яка протікає крізь ущільнення на стовщенні ведучого гвинта. Сідло клапана виготовляють з протиударного 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 довідковим даним, знаючи жорсткість одного витка аналогічної пружини, знаходимо кількість витків та висоту пружини.

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

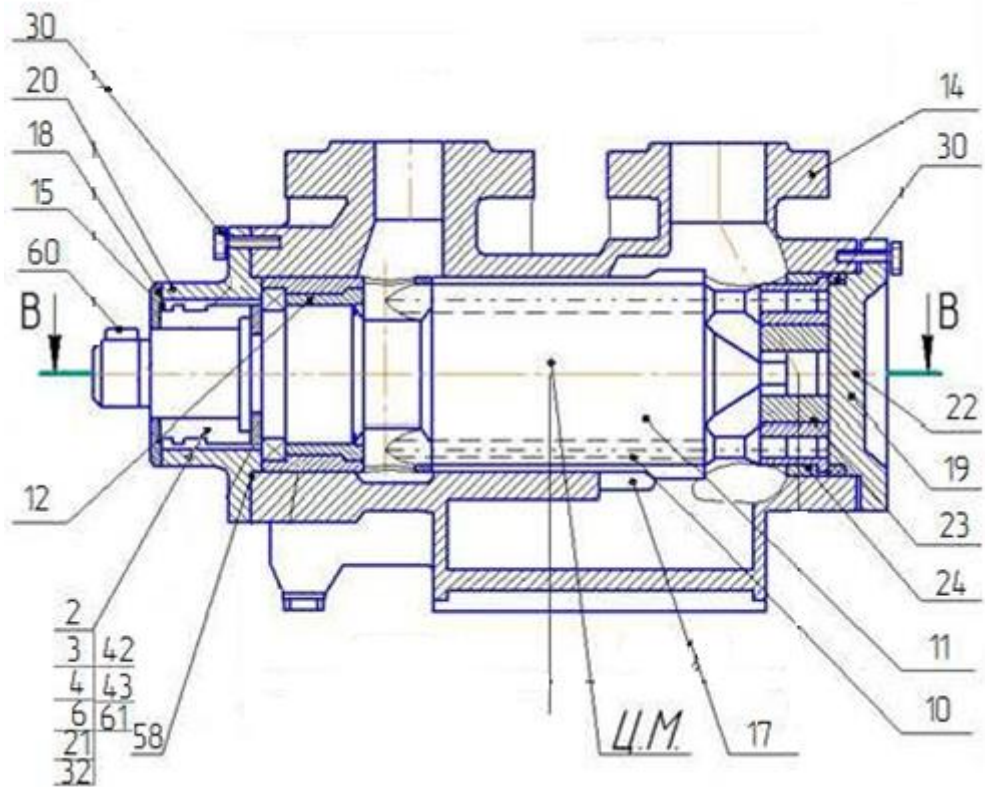


Рис.2 - Схема трьох гвинтового насоса

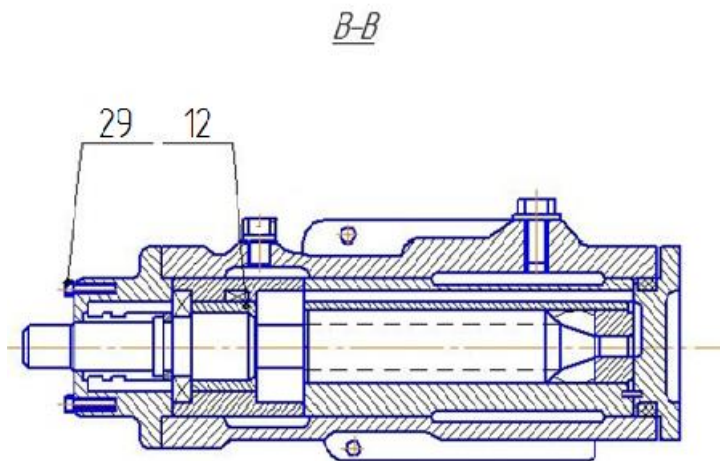


Рис.3 – Схема трьох гвинтового насоса

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 можливість

перемещайся тільки вісьовому напрямку. Для зменшення заносу торцевого ущільнення в порожнині ущільнення вала підтримується тиск $0,2 \dots 0,3$ Мпа. Тримати тиски в належному діапазоні забезпечує розвантажувальний клапан, який складається з кульки 57, пружини 7, пробки спеціально 48, прокладка 50. При підвищенні тиску вище заданного клапан спрацьовує і частина рідини порівнюється через канали в корпусі 14 у всмоктувальну порожнину.

2. Гідравлічні розрахунки

2.1 Розрахунок гвинтів трьох гвинтового насоса

Для трьох гвинтового насоса з однібічним підведенням рідини зовнішній діаметр веденого гвинта визначається по формулі.

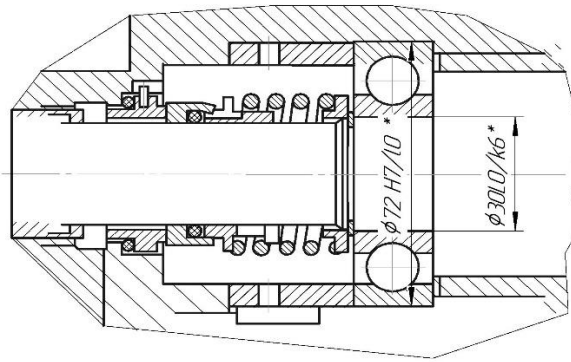


Рис.4-Торцеве стовщення.

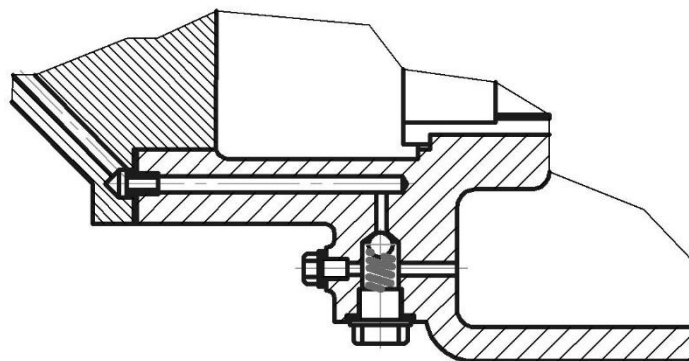


Рис.5- Переливний клапан.

$$d_{зв} = \sqrt[3]{\frac{Q_T * 60}{4,15 * n}}$$

(1)

$$d_{зв} = \sqrt[3]{\frac{4,42 * 10^{-3} * 60}{4,15 * 1800}} = 33 \text{ мм};$$

де, Q_T - теоретичні витрати, м³/с;

$$Q_T = 4,42 * 10^{-3}, \text{ м}^3/\text{с};$$

n_p – число обертів об/хв.;

$$n = 1800 \text{ об/хв.}$$

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

$$d_{зв} = 33 \text{ мм.}$$

Зовнішній діаметр ведучого гвинта:

$$D_{зв} = \frac{5}{3} d_{зв};$$

(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:

$$d_B = \frac{1}{3} d_{зв}, \tag{3}$$

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

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:

$$L = z \cdot t,$$

(5)

$$L = 2 \cdot 110 = 220 \text{ мм,}$$

де, L – довжина гвинта, мм;

z – кількість кроків;

$$z = 2;$$

Вісьова сила на ведучому гвинті:

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

(6)

$$P_1 = [2,529 \cdot 33^2 - 0,7854(55^2 + 22^2)] \cdot 4 = -8$$

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

d_1 – діаметр більшого поршня;

$$d_1 = 55 \text{ мм};$$

d_2 – діаметр меншого поршня;

$$d_2 = 22 \text{ мм};$$

p – робочий тиск, Па;

$$p = 4044592;$$

Вісьова сила на веденому гвинті:

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

$$P_2 = (0,4193 \cdot 33^2 - 0,7854 \cdot 22^2) \cdot 4 \cdot 10^6 = 305 \text{ Н}$$

де, d_3 – діаметр поршня;

$$d_3 = 22 \text{ мм};$$

Сумарне вісьове зусилля:

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

$$P_{\text{вісь}} = -8 + 2 * 305 = -602;$$

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

Опорна поверхня веденого гвинта:

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

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

де, $f_{o.п.}$ – опорна поверхня веденого гвинта, м;

Радіальне зусилля:

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

(10)

$$P_R = 1,401 \cdot 4044592 \cdot 33^2 = 6171 \text{ Н}$$

де, P_R –радіальне зусилля, Н;

Середній питомий тиск на одну поверхню:

$$K_y = \frac{P_R}{f_{o.п.}} \tag{11}$$

$$K_y = \frac{6171}{2,88 * 10^{-3}} = 2142708 \text{ Па}$$

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

Обертальна швидкість веденого гвинта:

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

$$V = 1.65 * 10^{-3} \frac{2 * 3.14 * 1800}{60} = 3.1 \text{ м/с}$$

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 ϕ 10-1:

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

$$[p] = \frac{10^7}{3.1}$$

$$[p] = 3225806; \text{ Па}$$

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

Умова міцності:

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

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:

$$\Delta = R_3 - R_b;$$

(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:

$$\Delta' = \frac{\Delta}{i}$$

(16)

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

де, Δ' – крок розбивки глибини нарізки;

i – 8 кіл.

Визначення радіуса, точок ділення глибини нарізки:

$$R_i = R_B + n \cdot \Delta',$$

(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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

(19)

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\beta_1 = \alpha_1 - \gamma_1,$$

(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:

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

$$d_H = \sqrt{\frac{4 * 4,42 * 10^{-3}}{3,14 * 1,35}} = 64 * 10^{-3} \text{ мм};$$

де, d_H – діаметр напірного патрубку, мм;

$[V]_H$ – допустима швидкість;

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

Діаметр всмоктувального патрубку:

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

(22)

$$d_{BC} = \sqrt{\frac{4 * 4,42 * 10^{-3}}{3,14 * 0,84}} = 82 * 10^{-3} \text{ мм};$$

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

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

$[V]_{\text{вс}} = 0,84$

Обертальний момент:

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

(23)

$$M = \frac{4,05 \cdot 10^{-3} \cdot 4,42 \cdot 10^{-3} \cdot 60}{0,75 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 1800} = 126,68 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

де, M - обертальний момент;

η – загальний ККД;

$\eta = 0,75$

Діаметр валу:

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

(24)

$$d_{\text{вал}} = \sqrt[3]{\frac{5 \cdot 126,68}{24 \cdot 10^6}} = 29,77 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

де, $d_{\text{вал}}$ – діаметр валу;

Довжина шпоночного пазу:

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

(25)

$$l_{\text{шп}} = \frac{4 * 126,68}{75 * 10^6 * 29,77 * 10^{-3} * 4 * 10^{-3}} = 56,7 * 10^{-3} \text{ мм}$$

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 стовщення:

$$V_1 = \frac{d_1 * 2\pi n}{2 * 60};$$

(26)

$$V = \frac{55 * 2 * 3.14 * 1800}{2 * 60} = 5,183 \text{ м/с.}$$

де, V_1 - обертальна швидкість розвантажувального стовщення;

Припустимий тиск бронзи Бр ОФ10-1:

$$P_{\text{прип2}} * V_1 = 10^7 \text{ Па}$$

(27)

$$P_{\text{прип2}} = \frac{10^7}{5,183} = 1929384 \text{ Па}$$

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

Площа контакту стовщення :

$$f_1 = \frac{R_r}{R_{\text{прип2}}};$$

(28)

$$f_1 = \frac{6171}{1929384} = 3 * 10^{-3} \text{ м}^2$$

де, f_1 – площа контакту утовщення

R_r – радіальне зусилля;

R_r – 6171

Довжина утовщення:

$$l_{\text{ут}} = \frac{2f_1}{\pi d_1}$$

(29)

$$l_{\text{ут}} = \frac{2 * 3 * 10^{-3}}{3,14 * 55} = 34 * 10^{-3} \text{ м}$$

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

Довжина ущільнення:

$$l_{\text{ущ}} = l_{\text{шп}} = 56,7 * 10^{-3} \text{ м}$$

(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:

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

$$\begin{aligned} V_{25} &= \frac{3,14 * 0,025^2}{4} * (0,0567 + 0,0567 + 0,0195 + 0,064 + 0,082) \\ &= 0,00013684 \text{ м}^3 \end{aligned}$$

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

Об'єм стовщення:

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

$$V_{55} = \frac{3,14 * 55^2}{4} * 34 * 10^{-3} = 8 * 10^{-5} \text{ м}^3$$

де, V_{55} – об'єм утовщення

Об'єм різальної частини:

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

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

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

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

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

Маса ведучого гвинта:

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

$$m_{\text{ГВ1}} = (0,00013684 + 8 * 10^{-5} + 5,7 * 10^{-4})7,8 * 10^3 = 6,1 \text{ кг}$$

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, $f_{ГВ2}$ — площа перерізу веденого гвинта;

Об'єм веденого гвинта:

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

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

де, $V_{ГВ2}$ — об'єм веденого гвинта;

Маса веденого гвинта:

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

$$m_{ГВ2} = 2 * 10^{-4} * 7.8 * 10^3 = 1,56 \text{ кг}$$

де, $m_{ГВ2}$ — маса веденого гвинта

Площа гвинта:

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

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

де, $F_{\text{ГВ}}$ – площа гвинта;

Швидкість гальмування:

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

$$V_{\text{гал}} = \frac{4,42 * 10^{-3}}{34,932 * 10^{-4}} = 1,265 \text{ м/с}$$

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

Довожена шляха гальмування:

$$l_{\text{гал}} = 0,5d_3 \quad (40)$$

$$l_{\text{гал}} = 11 * 10^{-3}$$

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

Тиск гальмування ведучого гвинта:

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

$$\Delta P_{\text{гал}} = \frac{6,1 * \frac{1,265^2}{2}}{11 * 10^{-3} * \frac{3,14 * 0,022^2}{4}} = 1,168 * 10^6 \text{ Па}$$

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

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

Діаметр отвору діафрагми ведучого гвинта:

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

$$d_{\text{діафр1}} = 22 \sqrt{\frac{1,265}{0,82 \sqrt{\frac{2 * 1,168 * 10^6}{1000}}}} = 3,93 * 10^{-3}$$

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:

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

$$P_{\text{гал2}} = \frac{1,56 * \frac{1,265^2}{2}}{11 * 10^{-3} \frac{3,14 * 22^2}{4}} = 0,3 * 10^6 \text{ Па}$$

Діаметр діафрагми веденого гвинта:

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

$$d_{\text{діафр2}} = 22 \sqrt{\frac{1,265}{0,82 \sqrt{\frac{2 * 0,3 * 10^6}{1000}}}} = 5,5 * 10^{-3}$$

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;

$$D_{\text{п'яти}} = 39 \text{ мм};$$

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

$$d_{\text{пяти}} = 28 \text{ мм};$$

Колова швидкість:

$$V_{\text{сер}} = \left(\frac{D_{\text{під}} + d_{\text{під}}}{4} \right) 2 * \pi \frac{n}{60} \quad (45)$$

$$V_{\text{сер}} = \left(\frac{36 + 30}{4} \right) 2 * 3,14 \frac{1800}{60} = 3,1 \text{ м/с}$$

де, $V_{\text{сер}}$ –колова швидкість;

Площа контактна ущільнення підпятника:

$$f_{\text{під}} = \frac{\pi (D_{\text{під}}^2 - d_{\text{під}}^2) * 10^{-6}}{4} \quad (46)$$

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

де, $f_{\text{під}}$ – площа контакту ущільнення підпятника;

Площа контактна пята:

$$f_{\text{п'ят}} = \frac{\pi(D_{\text{п'ят}}^2 - d_{\text{п'ят}}^2) * 10^{-6}}{4} \quad (47)$$

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

де, $f_{\text{п'ят}}$ – площа контакту пята;

Припустимий контактний тиск в ущільненні пята:

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

$$[p] = \frac{10^7}{3,1} = 3,2 * 10^6 \text{ Па}$$

де, $[p]$ – припустимий контактний тиск в ущільненні пята;

Тиск в порожнині ущільнення :

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

$$p' = 3,2 * 10^6 \frac{310 * 10^{-6}}{578,5 * 10^{-6}} = 1,7 * 10^6 \text{ Па}$$

де, p' – тиск в порожнині ущільнення

Втрати:

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

$$\begin{aligned} \Delta Q &= \frac{3,14 * 55 * 10^{-3} (0,06 * 10^{-3})^3}{12 * 1 * 10^{-3} * 34 * 10^{-3}} (4,045 - 1,7) 10^6 \\ &= 155 * 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с} \end{aligned}$$

де, ΔQ – втрати;

δ – розмір зазора;

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

μ – коефіцієнт динамічної в'язкості;

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

Діаметр каналу:

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

$$d_{\text{кан}} = \sqrt{\frac{4 * 155 * 10^{-6}}{3,14 * 5}} = 0,00628$$

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

$[V]$ – припустима швидкість в каналі

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

Критична швидкість руху кінця пружини:

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

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

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

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

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

G – модуль здвигу;

$$G = 8 * 10^{10} \text{ Па};$$

$\rho_{\text{ст}}$ – щільність сталі;

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

$b_{\text{п}}$ – розмір зазора;

$$b_{\text{п}} = 0,1 \text{ мм}$$

Діаметр кульки:

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

$$d_{\text{кул}} = \sqrt{\frac{4 * 155 * 10^{-6}}{3,14 * 1,76}} = 11 * 10^{-3} \text{ мм}$$

де, $d_{\text{кул}}$ – діаметр кульки;

Втрати підйому кульки:

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

$$h_{\text{к}} = \frac{155 * 10^{-6}}{3,14 * 10 * 10^{-3} * 0,72 * \sqrt{\frac{2 * 1,7 * 10^6}{1000}}} = 0,000118$$

де, $d_{\text{кул}}$ – діаметр кульки;

$$d_{\text{кул}} = 10 * 10^{-3} \text{ м};$$

$\mu_{\text{к}}$ – коефіцієнт витрат кульки;

$$\mu_{\text{к}} = 0,72;$$

Сила попередньої деформації пружини:

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

$$p_1 = \frac{3,14 * 0,00628^2}{4} * 1,7 * 10^6 = 52,6 \text{ Н}$$

де, p_1 – сила попередньої деформації пружини;

$$d_c = d_{\text{кан}};$$

Сила робоча деформації пружини:

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

$$p_2 = \frac{3,14 * 0,011^2}{4} * 1,7 * 10^6 = 161,5 \text{ Н};$$

де, p_2 – сила робоча деформації пружини;

Сила максимальної деформації:

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

$$p_3 = \frac{161,5}{1 - 0,1} = 179,4 \text{ Н};$$

де, p_3 – сила максимальної деформації;

$\delta_{\text{п}}$ – розмір зазора;

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

Швидкість руху кінця пружини:

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

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

Жорсткість пружини:

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

$$z = \frac{161,5 - 52,6}{0,118 * 10^{-3}} = 922,88 * 10^3 \text{ Н/м}$$

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 число витків:

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

$$n = \frac{922,88 * 10^3}{65,95 * 10^3} = 14;$$

де, n – робоче число витків;

3 Розрахунок на міцність

Підшипник №306, D=30м, ширина=19м, C=2000кгс, C₀=1510кгс.

Еквівалентне статичне навантаження:

$$P_0 = xF_r + F_a * y; \quad (61)$$

$$F_r = P_r = 6171;$$

$$F_a = P_{\text{вісь}} = -602;$$

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{-602}{6171} = 0,095;$$

приймаємо x=1, y=0 (якщо <0,5).

$$P_0 = 6171 * 1 + [-602] * 0 = 6171;$$

де, P₀ – еквівалентне статичне навантаження;

P_r – радіальне зусилля;

P_{вісь} – сумарне вісьове зусилля;

Номінальна довговічність:

$$L = \left(\frac{c}{P_0} \right)^P ; \quad (62)$$

$$L = \left(\frac{22000}{6171} \right)^3 = 45,3 \frac{\text{об}}{\text{ХВ}};$$

де, L – номінальна довговічність;

c – статичне навантаження підшипника;

Годинна довговічність:

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

$$L_h = \frac{10^6 * 45,3}{60 * 1800} = 420 \text{ год.}$$

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:

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

(65)

$$\delta_{\text{кор}} = \left(\frac{3 \cdot 33}{2} + 9,9 \right) \left(\sqrt{\frac{250 \cdot 10^5 + 0,4 \cdot 4,05 \cdot 10^6}{250 \cdot 10^5 - 1,3 \cdot 4,05 \cdot 10^6} - 1} \right) + 5 = 14,5 \text{ мм};$$

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

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

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

a – літійний припуск;

$$a = 5 \text{ мм};$$

Товщина кришки:

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

$$\delta_{\text{кр}} = \left(\frac{3 \cdot 33}{2} + 9,9 \right) \sqrt{\frac{0,75 \cdot 4,05 \cdot 10^6}{250 \cdot 10^5}} = 21 \cdot 10^{-3} \text{ мм};$$

де, $\delta_{кр}$ – товщина кришки;

Розрахунок шпильки:

Внутрішня сила тиску:

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

$$R_i = 4,05 * 10^6 * 3,14 * \left(\frac{3 * 33}{2} + 9,7 \right)^2 = 44569 \text{ Н};$$

де, R_i – внутрішня сила тиску;

Сила контакту в ущільненні:

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

$$\begin{aligned} R_d &= 4,05 * 1,4 * 3,14 \left[\left(\frac{3 * 33}{2} + 21 \right)^2 - \left(\frac{3 * 33}{2} + 9,9 \right)^2 \right] \\ &= 25671,1 \text{ Н}; \end{aligned}$$

де, R_d – сила контакту в ущільненні;

k_y – середній питомий тиск на опорну поверхню;

Сила зтяжки:

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

$$R_k = 44569 + 25671,1 = 70240,1\text{Н};$$

де, R_k – сила зтяжки;

Площа шпильки

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

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

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

$$\sigma = \frac{70240,1}{113,04 * 8} = 77,6 \text{ МПа};$$

де: $d_{\text{шп}}$ -діаметр шпильки

77,6 < [σ] 86 МПа;

Умова виконується.

4. Оцінка вартості маркетингової інформації

Розрахунки, представлені у даній роботі виконані за загальноприйнятими методиками .

Була досліджена оцінка вартості маркетингової інформації

Маркетингова інформація, - це результат здійснення маркетингових досліджень, які є необхідним аспектом отримання конкурентної переваги на ринку. А саме вони дозволяють знизити ступінь ризику, визначити і запобігти змінам у зовнішньому середовищі, координувати стратегії і тактики. Придбання маркетингової інформації пов'язано з додатковими витратами. При цьому невідомо наскільки прибуток, який можливо отримати від залучення інформації, перевищує витрати на її отримання. Під час визначення вартості маркетингової інформації потрібно врахувати наскільки прибуток, перевищує витрати, який можливо отримати від залучення інформації на її отримання. При залишковому принципі граничну вартість інформації можна визначити, як мінімальну ціну, яку можна заплатити за придбання відповідної інформації.

Дізнаємося доцільність придбання маркетингової інформації для поршневого насоса який виготовляють на кафедрі ПГМ.

Максимальна партія насосів, яку виготовляла кафедра складає :

30 шт. (max партія) – якщо маркетингове середовище буде незмінним і споживачі нададуть перевагу даному типорозміру насоса;

15 шт. (min партія) – якщо частина споживачів переорієнтуються на власне виробництво насосів або нададуть перевагу іншим постачальникам насосів з подібними технічними показниками.

Два запропоновані варіанти поставки насосів споживачу є на ймовірними. Тоді вірогідність кожного з варіантів складає $\frac{1}{2}=0,5$.

У разі укладення контракту на 30 насосів, ціна одного насоса складатиме 25200грн, але якщо у контракті буде замовлено тільки 15 насосів, ціна одного насоса збільшиться до 26400грн.. Маркетолог буде продавати насоси за ціною 25300грн.. Всі нереалізовані насоси можуть бути повернені на підприємство за ціною 22000 грн. за насос.

Ціни для цієї задачі взяті з документації кафедри ПГМ, де рентабельність насоса приблизно дорівнює 7%, при оптовій закупівлі насосів ціна зменшується на 2,5% та під час повернення насоса на підприємство ціна змінюється на 5%.

При укладанні контракту маркетолог буде діяти так, що можливий продаж 30 шт. (max партія) насосів із вірогідністю 50% або продаж 15 шт. (min партія) насосів також з вірогідністю 50%.

Без додаткової інформації маркетолог надасть перевагу контракту в якому 30 насосів (умова підприємницького ризику). У цьому разі прибуток маркетолога буде знаходитись у межах максимальної і мінімальної величини. У випадку відсутності ризику перевага буде надана контракту на 15 насосів. При таких умовах маркетолог заздалегідь будете знати величину прибутку.

Щоб підрахувати вартість додаткової інформації, необхідно припустити, що з такою інформацією можна заключити правильний контракт на насоси незалежно від того, яким може бути продаж.

Порядок розрахунку

Таблиця 1 – Вихідні дані

Можливий обсяг продажу		Ціна продажу одного насоса, грн..	Ціна одного насоса за контрактом,.		Ціна повернення одного насоса на підприємство
P _{min}	P _{max}		Ц _{min}	Ц _{max}	

партія	партія	Ц _{ном}	партія	партія	Ц _{пов}
15	30	27600	26400	25200	24000

Визначення прибутку маркетолога у разі відсутності додаткової інформації

Варіант 1- укладання контракту на 30 насосів.

Визначимо прибуток, який можна одержати за нижченаведеними умовами:

придбання та продаж 30 шт. насосів:

Дохід від продажу:

$$Ц_{1\text{дох}}^{\text{вді}} = Ц_{\text{ном}} \cdot П_{\text{max}} \quad (72)$$

$$Ц_{1\text{дох}}^{\text{вді}} = 27600 \cdot 30 = 828\,000(\text{грн.})$$

Витрати на придбання:

$$Ц_{1\text{вит}}^{\text{вді}} = Ц_{\text{max}} \cdot П_{\text{max}} \quad (73)$$

$$Ц_{1\text{вит}}^{\text{вді}} = 25200 \cdot 30 = 756\,000(\text{грн})$$

Прибуток:

$$Ц_{1\text{пр}}^{\text{вді}} = Ц_{1\text{дох}}^{\text{вді}} - Ц_{1\text{вит}}^{\text{вді}} \quad (74)$$

$$Ц_{1\text{пр}}^{\text{вді}} = 828\,000 - 756\,000 = 72\,000(\text{грн.})$$

2) придбання max партії – 30 шт. насосів та продаж min партії – 15 шт. насосів:

дохід від продажу:

$$Ц_{2\text{дох}}^{\text{вді}} = Ц_{\text{ном}} \cdot П_{\text{min}} \quad (75)$$

$$Ц_{2\text{дох}}^{\text{вді}} = 27600 \cdot 15 = 414000(\text{грн.})$$

Дохід при поверненні насосів:

$$Ц_{2\text{пов}}^{\text{вді}} = Ц_{\text{пов}} \cdot П_{\text{min}} \quad (76)$$

$$Ц_{2\text{пов}}^{\text{вді}} = 24000 \cdot 15 = 360000(\text{грн.})$$

Витрати на придбання

$$Ц_{2\text{вит}}^{\text{вді}} = Ц_{\text{max}} \cdot П_{\text{max}} \quad (77)$$

$$Ц_{2\text{вит}}^{\text{вді}} = 25200 \cdot 30 = 693000(\text{грн})$$

Прибуток

$$C_{2\text{пр}}^{\text{Вді}} = C_{2\text{дох}}^{\text{Вді}} + C_{2\text{пов}}^{\text{Вді}} - C_{2\text{вит}}^{\text{Вді}} \quad (78)$$

$$C_{2\text{пр}}^{\text{Вді}} = 414000 + 360000 - 756000 = 18000(\text{грн})$$

Варіант 2- укладання контракту на 15 насосів.

Визначимо прибуток, який можна одержати за нижченаведеними умовами:

придбання та продаж 15 шт. насосів:

Дохід від продажу:

$$C_{3\text{дох}}^{\text{Вді}} = C_{\text{пот}} \cdot P_{\text{min}} \quad (79)$$

$$C_{3\text{дох}}^{\text{Вді}} = 27600 \cdot 15 = 414000(\text{грн})$$

Витрати на придбання:

$$C_{3\text{вит}}^{\text{Вді}} = C_{\text{min}} \cdot P_{\text{min}} \quad (80)$$

$$C_{3\text{вит}}^{\text{Вді}} = 25200 \cdot 15 = 396\,000(\text{грн})$$

Прибуток:

$$C_{3\text{пр}}^{\text{Вді}} = C_{3\text{дох}}^{\text{Вді}} - C_{3\text{вит}}^{\text{Вді}} \quad (81)$$

$$\Pi_{3\text{пр}}^{\text{вді}} = 414000 - 396\,000 = 18000(\text{грн})$$

Таким чином, маркетолог за умови невизначеності (у разі відсутності додаткової інформації) при укладенні контракту на 15шт. насосів може одержати прибуток 72000 грн. або 18000 грн. Очікуване значення прибутку для варіанта 1 (з урахуванням вірогідності 0,5) буде дорівнювати:

$$\Pi_{1\text{прв}}^{\text{вді}} = \Pi_{1\text{пр}}^{\text{вді}} \cdot 0,5 + \Pi_{2\text{пр}}^{\text{вді}} \cdot 0,5 \quad (82)$$

$$\Pi_{1\text{прв}}^{\text{вді}} = 72000 \cdot 0,5 + 18000 \cdot 0,5 = 45000(\text{грн.})$$

Але при укладенні контракту на 15шт. насосів маркетолог може одержати прибуток 18 000 грн. Тому очікуване значення прибутку для варіантів 1 та 2 (з урахуванням вірогідності 0,5) буде складати:

$$\Pi_{2\text{прв}}^{\text{вді}} = \Pi_{1\text{прв}}^{\text{вді}} \cdot 0,5 + \Pi_{3\text{пр}}^{\text{вді}} \cdot 0,5 \quad (83)$$

$$\Pi_{2\text{прв}}^{\text{вді}} = 72000 \cdot 0,5 + 18000 \cdot 0,5 = 45000(\text{грн.})$$

Таблиця 2 – Прибуток від продажу насосів, тис. грн.. у разі відсутності додаткової інформації (Варіант 1)

Варіант 1							
Відсутність додаткової інформації (max куплено та max продано)			Відсутність додаткової інформації (max куплено та min продано)				Очкована значення прибутку для варіанта 1
дохід від продажу	витрати на придбання	прибуток	дохід від продажу	дохід при поверненні насосів	витрати на придбання	прибуток	
828	756	72	414	756	18	45	45

Таблиця 3 – Прибуток від продажу насосів, тис. грн.. у разі відсутності додаткової інформації (Варіант 2)

Варіант2			Очікуване значення прибутку для варіанта 1 та 2
Відсутність додаткової інформації (min куплено та min продано)			
дохід від продажу	витрати на придбання	прибуток	
414	396	18	45

Визначення прибутку маркетолога у разі наявності додаткової інформації

Варіант 1- укладання контракту на 30 насосів.

Визначимо прибуток, який можна одержати за нижченаведеними умовами:

придбання та збут 30 шт. насосів:

Дохід від продажу:

$$\Pi_{1\text{дох}}^{\text{зді}} = \Pi_{\text{ном}} \cdot \Pi_{\text{тах}} \quad (84)$$

$$\Pi_{1\text{дох}}^{\text{зді}} = 27600 \cdot 30 = 828000(\text{грн.})$$

Витрати на придбання:

$$\Pi_{1\text{вит}}^{\text{зді}} = \Pi_{\text{тах}} \cdot \Pi_{\text{тах}} \quad (85)$$

$$\Pi_{1\text{вит}}^{\text{зді}} = 25200 \cdot 30 = 756000(\text{грн.})$$

Прибуток:

$$\Pi_{1\text{пр}}^{\text{зді}} = \Pi_{1\text{дох}}^{\text{зді}} - \Pi_{1\text{вит}}^{\text{зді}} \quad (86)$$

$$\Pi_{1\text{пр}}^{\text{зді}} = 828000 - 756000 = 72000(\text{грн.})$$

Варіант 2- укладання контракту на 15 насосів.

Визначимо прибуток, який можна одержати за нижченаведеними умовами:

придбання та збут 15 шт. насосів:

Дохід від продажу:

$$\Pi_{2\text{дох}}^{\text{зді}} = \Pi_{\text{ном}} \cdot \Pi_{\text{мін}} \quad (87)$$

$$\Pi_{2\text{дох}}^{\text{зді}} = 27600 \cdot 15 = 414000(\text{грн})$$

Витрати на придбання:

$$\Pi_{2\text{вит}}^{\text{зді}} = \Pi_{\text{мін}} \cdot \Pi_{\text{мін}} \quad (88)$$

$$\Pi_{2\text{вит}}^{\text{зді}} = 26400 \cdot 15 = 396\,000(\text{грн})$$

Прибуток:

$$\Pi_{2\text{пр}}^{\text{зді}} = \Pi_{2\text{дох}}^{\text{зді}} - \Pi_{2\text{вит}}^{\text{зді}} \quad (89)$$

$$\Pi_{2\text{пр}}^{\text{зді}} = 414000 + 396000 = 18000(\text{грн})$$

Так як вищенаведені варіанти укладання контракту однаково можливі, то очікуваний прибуток маркетолога за умови визначеності (у разі наявності додаткової інформації) буде дорівнювати:

$$\Pi_{1\text{прв}}^{\text{зді}} = \Pi_{1\text{пр}}^{\text{зді}} \cdot 0,5 + \Pi_{2\text{пр}}^{\text{зді}} \cdot 0,5 \quad (90)$$

$$\Pi_{1\text{прв}}^{\text{зді}} = 72000 \cdot 0,5 + 18000 \cdot 0,5 = 45000(\text{грн.})$$

Результати розрахунків заносяться до 53рн.53. 7.7.

Гранична вартість маркетингової інформації

Для більш детального визначення можливої ситуації на ринку маркетологу пропонується придбати додаткову інформацію.

Гранична вартість інформації розраховується, виходячи з наступних міркувань:

- очікуваний прибуток за умовами визначеності (у разі наявності додаткової інформації) – 45000 грн.;
- очікуваний прибуток за умови невизначеності (у разі відсутності додаткової інформації) – 45000 грн.

Вартість повної додаткової інформації може бути розрахована як різниця між очікуваним прибутком за умовами визначеності та очікуваним прибутком за умовами невизначеності:

$$\Pi_{\text{гр}} = \Pi_{1\text{прв}}^{\text{зді}} - \Pi_{2\text{прв}}^{\text{вді}} \quad (91)$$

$$Ц_{гр} = 45000 - 45000 = 0 \text{ (грн.)}$$

У цьому випадку додаткову інформацію купувати недоцільно.

Результати розрахунків заносяться до таблиці 4

Таблиця 4 – Прибуток від продажу насосів, тис. грн.. у разі наявності додаткової інформації

Варіант 1			Варіант 2			Очікуване значення прибутку для варіанта 1 та 2	Вартість повної додаткової інформації
Наявність додаткової інформації (max куплено та max продано)			Наявність додаткової інформації (min куплено та min продано)				
дохід від продажу	витрати на придбання	прибуток	дохід від продажу	витрати на придбання	прибуток		
828	756	72	414	396	18	45	0

5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5.1 Загальні вимоги з техніки безпеки при обслуговуванні насосного обладнання

Насоси використовуються для перекачування різноманітних рідин. Вони можуть перекачувати: кислоти, гарячу рідину з високою температурою, рідину з домішками, та інші рідину. Крім цього насоси мають в своїй конструкції частини які рухаються або обертаються. Тому насосне обладнання так як й інша техніка представляє загрозу життю та здоров'ю людини. При роботі з насосами потрібно притримуватися правил безпеки. Кожне насосне обладнання має паспорт, в якому зазначені його технічні характеристики, комплектація, гарантійні зобов'язання, а також одним із головним пунктом є загальні вказівки з техніки безпеки для роботи з ним.

Але існують документи, де вказані загальні вимоги безпеки при обслуговування насосних агрегатів. Такими документом являється: «Затвердження правил безпечної експлуатації насосних станцій» Зареєстровано в Міністерстві юстиції України з 1 квітня 2010 р. За N 271/17566. Цей документ має такі розділи: загальні положення; вимоги до безпечної експлуатації насосних станцій; організаційні та технічні заходи, спрямовані на створення безпечних умов виконання робіт на насосних станціях; правила безпеки під час виконання окремих видів робіт на насосних станціях [34].

«ПІ 1.3.10-460-2006. Інструкція з охорони праці для машиніста насосних установок» Затверджено Національним науково-дослідним інститутом охорони праціполітики України Лист № 489Наказ № 476 від «26» 10 2006 р.від «19» 12 2006 р.. Цей документ має такі розділи: загальні положення; вимоги безпеки перед початком роботи; вимоги безпеки під час

виконання роботи; вимоги безпеки після закінчення роботи; вимоги безпеки в аварійних ситуаціях [35].

Ці документи вказують на чіткі правила безпечної експлуатації насосних станцій та насосного обладнання для працівників.

Серед вимог можна зазначити такі основні правила безпеки :

1 Згідно із вказівками інструкції заводу-виробника щодо експлуатації і у відповідності до місцевих умов необхідно розробити місцеві інструкції , в яких встановити терміни проведення регулярних перевірок, ревізій, а також робіт з технічного обслуговування та ремонту.

2 Для кожного насоса необхідно завести журнал, за яким можна було б визначати стан насоса, необхідність проведення ревізії або ремонту.

3 Якщо насосні агрегати встановлюють на відкритому майданчику, необхідно звернути увагу на забезпечення постійного підігріву їх при низьких температурах (морозах) під час зупинки, а також на своєчасне зливання рідини з насосів і трубопроводів.

4 Пуск насоса в холодному стані при перекачуванні рідини зі змінною в'язкістю не допускається, тому що це може призвести до його ушкодження.

5 При використанні торцевих ущільнень необхідно виконувати вимоги заводу-виробника.

6. Через визначені періоди необхідно перевіряти муфти, в першу чергу їх центрування. В пальцевих муфтах треба перевіряти стан гумових деталей.

7 Вали резервних насосів через визначений термін часу необхідно провертати вручну, щоб запобігти зчіплюванню їх в місцях сальника.

8 Необхідно постійно перевіряти робочий стан арматури на всмоктувальному та напірному трубопроводах.

9 Клапани поршневих насосів необхідно періодично розбирати і перевіряти їх придатність, а за необхідності шліфувати і притирати.

10 Роторні насоси не потребують особливого догляду, але необхідно стежити за тим, щоб рідина, що перекачується, не мала твердих включень [36].

Техніка безпеки при експлуатації :

1 На місці експлуатації насосного агрегату необхідно розробити правила його безпечної експлуатації.

2 Вимоги правил охорони праці повинні бути передбачені в проекті насосної станції, згідно з яким визначають розміщення обладнання і встановлюють проходи до агрегатів, вибирають освітлення, вентиляцію та ін.

3 Вмикання і вимикання насосних агрегатів повинно виконуватися з відома диспетчера або старшого зміни.

4 Якщо на агрегатах виконуються ремонтні роботи, необхідно вжити попереджувальних заходів щодо запобігання їх ввімкненню.

5 Джерелами шкідливих і небезпечних виробничих факторів електронасосного обладнання є: незахищені рухомі елементи агрегату; підвищена і знижена температура поверхонь деталей насоса; підвищений рівень вібрації; небезпечний рівень напруги електричної мережі.

6 Стропування насосного агрегату необхідно проводити згідно із схемою креслення.

7 При експлуатації агрегат необхідно заземлити.

8 При роботі агрегату всі рухомі частини повинні бути огорожені.

9 Робота насосного агрегату без запірної арматури не допускається.

10 При проведенні ремонтних робіт двигун повинен бути відімкнений від електричної мережі.

11 При роботі насоса необхідно регулярно контролювати витоки рідини через ущільнення. Якщо вони більші за норму, насосний агрегат необхідно зупинити і провести заміну набивки.

12 На робочих місцях у виробничих приміщеннях необхідно розробити заходи щодо зниження шуму і вібрації.

13 При нещасних випадках необхідно надати першу допомогу потерпілому, а потім повідомити особу, відповідальну за техніку безпеки.

14 У приміщенні насосної станції повинна бути аптечка з необхідними медикаментами для надання першої допомоги у разі нещасних випадків.

15 У приміщенні насосної станції повинні бути в робочому стані необхідні протипожежні засоби (ящик з піском, вогнегасник та ін.) .

5.2. Дії населення під час виникнення надзвичайної ситуації

Надзвичайна ситуація визначається як обстановка на певній території, що склалася в результаті аварії, небезпечного природного явища, катастрофи, стихійного чи іншого лиха, які можуть спричинити або спричинили за собою людські жертви, шкоду здоров'ю людей або навколишньому природному середовищу, значні матеріальні втрати і порушення умов життєдіяльності людей.

5.2.1 Дії населення в умовах радіоактивного забруднення навколишнього середовища при аваріях на атомних станціях

В приміщенні:

- провести герметизацію вікон, дверей і вентиляційних люків. Продукти харчування загорнути в герметичну упаковку;
- систематично контролювати радіаційний фон;
- з початком радіаційного забруднення захистити органи дихання найпростішими засобами індивідуального захисту;
- щодня проводити вологе прибирання, бажано з використанням миючих засобів;
- суворо дотримуватися правил особистої гігієни;
- воду вживати тільки з перевірених джерел;
- продукти харчування купувати тільки в торговій мережі. Їжу приймати тільки в закритих приміщеннях. Перед їжею ретельно мити руки і полоскати рот 0,5% -м розчином питної соди.

Поза приміщенням:

- при виході з приміщення обов'язково використовувати засоби індивідуального захисту (протигаз, респіратор, ватно-марлеву пов'язку, плащ, чоботи, головний убір і ін.);

- максимально обмежити час перебування на відкритій території;
- при знаходженні на місцевості не рекомендується сидати на землю, курити, пити, їсти, роздягатися і купатися у відкритих водоймах;
- перед входом в приміщення обов'язково вимити взуття водою або ретельно обтерти мокрою ганчіркою, верхній одяг і головний убір витрусити і почистити вологою щіткою, зняти і утилізувати найпростіші засоби індивідуального захисту органів дихання, помити і просушити паперовими серветками протигаз (респіратор), а використані серветки утилізувати.

5.2.2 Дії населення при надзвичайних ситуаціях, пов'язаних з викидом (розливом) аварійних хімічно небезпечних речовин

В приміщенні:

- перейти в кімнату, що знаходиться з підвітряного боку від вогнища хімічної небезпеки, або в ту частину приміщення, де менше протягів;
- провести герметизацію приміщення (щільно закрити вікна і двері, димоходи, вентиляційні люки. Вхідні двері «зашторити», використовуючи ковдри і будь-яку щільну тканину; заклеїти щілини в вікнах і стиках рам плівкою, лейкопластиром, скотчем, папером або запінити монтажною піною, застосувати герметики);
- використовувати засоби захисту органів дихання: протигаз, респіратор, ватно-марлеву пов'язку або підручні засоби, змочені водою (для захисту від хлору - 2% -м розчином питної соди, від аміаку - 2% -м розчином лимонної кислоти);
- залишаючи приміщення, відключити електроенергію та газ, надіти засоби індивідуального захисту.

Поза приміщенням:

- захистити органи дихання засобами індивідуального захисту або підручними засобами, змоченими водою;
- не панікувати;

- не перебувати в занижених ділянках місцевості. Не ховатися на перших поверхах багатоповерхових будинків і в напівпідвальних приміщеннях;
- при забрудненні хлором, діоксидом азоту необхідно піднятися вище 5 поверху будівлі, а при забрудненні аміаком - спуститися в підвал.
- покинути зону хімічної небезпеки (прискореним кроком або бігом, на велосипеді, мотоциклі або автомобілі). Необхідно знати місце і час евакуації.
- у чистій зоні зняти, герметично упакувати і здати на утилізацію використані засоби індивідуального захисту.

5.2.3 Дії населення в умовах пожеж та вибухів

При пожежі:

- до гасіння пожежі приступити негайно, але в будь-якому випадку, спочатку зателефонувати «01», в палаючому приміщенні вікна і двері не відкривати, при відсутності табельних ЗІЗ для захисту органів дихання від продуктів горіння, використовувати мокру тканину;
- при відсутності вогнегасника для гасіння пожежі використовувати щільну тканину (краще мокру) і воду. Гарячі штори зірвати, затоптати або кинути в ванну, палаючі електроприлади або проводку гасити тільки після знеструмлення.
- якщо пожежу загасити не вдається, покинути приміщення, переконавшись, що в ньому нікого не залишилося, щільно закривши вікна і двері, в задимлених коридорах пересуватися поповзом або на четвереньках.

При виявленні вибухонебезпечних предметів і під час вибуху:

- виявивши вибухонебезпечний (потенційно вибухонебезпечний) предмет, не чіпати його і тим більше не намагатися розібрати, негайно повідомити до найближчого відділення поліції або по телефону «02»;
- побачивши спалах (почувши звук) вибуху, негайно сховатися або лягти на землю, навіть перебуваючи на значній відстані від місця вибуху, тому що можливе ураження камінням, уламками скла і т.п.

Аналіз потенційних шкідливих і небезпечних факторів проектного встаткування.

Мета охорони праці – звести до мінімальної імовірності ураження або захворювання працюючих з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці.

Проектна насосна установка містить в собі:

- насос;
- електродвигун;
- муфта для з'єднання вала електродвигуна з валом насоса;
- огороження.

При роботі й обслуговуванні проектного насосного агрегату небезпечними і шкідливими виробничими факторами можуть бути:

- ураження електричним струмом;
- рухомі елементи з'єднувальної муфти;
- підвищений рівень шуму;
- підвищена температура поверхонь;
- розбризкування або вихід назовні рідини під високим тиском.

Джерелами цих небезпек можуть бути:

- електричний струм, який підводиться для живлення двигуна;
- з'єднувальна муфта;
- шум і вібрація, викликані працюючим агрегатом;
- зовнішні поверхні агрегату, які нагріваються вище 45°C;
- аварійний вихід з ладу ущільнення на валу і ущільнень корпусних деталей.

Для забезпечення електробезпеки повинні прийматися окремі або в сполученні один з одним наступні технічні способи й засоби: захисне заземлення, занулення, вирівнювання потенціалів, захисне відключення, ізоляція струмоведучих частин, блокування, попереджувальна сигналізація, засоби захисту і запобіжні пристрої.

Металеві струмоведучі частини електродвигун й електроустаткування повинні бути заземлені відповідно до ГОСТ 12.2.030 – 81 “Електробезпека. Захисне заземлення. Занулення”. Опір системи заземлення насосу повинен бити не більш 4 Ом.

Матеріали, конструкція і розміри заземлювачів, що заземлюють і нульових провідників забезпечують стійкість до механічних, хімічних і термічних впливів на весь період експлуатації.

Електроустаткування насосного агрегату монтується відповідно до діючих норм (будівельними) і правилами обладнання електроустановок (ПОЕ) і експлуатується відповідно до ”Правил технічної безпеки при експлуатації насосних установок споживачем”.

Як було зазначено, у проектуваному агрегаті деталлю, що рухається, є муфта. Тому, щоб уникнути травматизму, відповідно до ГОСТ 12.2.003 – 81 “Устаткування виробниче. Огородження захисне” муфта повинна мати надійно закріплене захисне огороження (кожух).

Насос – енергетична, гідравлічна машина, що створює надлишковий тиск у проточній частині, запірній арматурі і трубопроводах. У ході експлуатації насосного агрегату може відбутися розгерметизація вищевказаних частин насоса і створюється небезпека травматизму людей потоком рідини, що перекачується.

Щоб уникнути розгерметизації при виготовленні корпусних деталей насоса необхідно передбачити їхнє гідравлічне випробовування надлишковим тиском згідно технічних умов. Також необхідно передбачити наявність зворотних клапанів у напірній системі, а також відвідній лінії, що з’єднують напірний і всмоктувальний патрубки.

Шум. При роботі насосного агрегату створюється шум різної тональності в залежності від ступеня його навантаження і досконалості застосовуваних вузлів, а також від типу і конструкції.

ГОСТ 12.1.003 – 83 “Шум. Загальні вимоги безпеки” встановлює класифікацію шумів, припустимі рівні шуму, загальні вимоги до шумових

характеристик. У виробничих приміщеннях, на постійних робочих місцях припустимий рівень шуму не повинний перевищувати 80 дБА.

Зони з рівнем шуму вище 80дБА повинні бути позначені знаками безпеки. Працюючих у даній зоні повинні забезпечувати засобами індивідуального захисту, які задовольняють вимогам ГОСТ 12.1.003 – 83 і ГОСТ 12.1.012 – 90.

При експлуатації насосного агрегату створюється шум при обертанні ротора насоса і вала електродвигуна. Причому, значний рівень шуму насосний агрегат може створювати при його розбалансуванні, що веде також до вібрації.

При експлуатації насосного агрегату в невстановлених ТУ, унаслідок кавітаційних процесів на робочому колесі також виникає шум.

Основним засобом боротьби з шумом у насосному агрегаті є зменшення шуму в самих джерелах, тобто удосконалення конструкції проєктованого агрегату, експлуатація насоса на оптимальних режимах роботи, згідно технічних умов.

Вібрація. При порушенні режимів і ТУ експлуатації, розцентровки і розбалансування агрегату, недосконалості конструкції може виникнути вібрація установки.

При роботі й експлуатації агрегату повинні дотримуватися вимоги і рекомендації ГОСТ 12.1.012 – 78 “Вібрація. Загальні вимоги безпеки”.

Вібраційним умовам праці повинні бути забезпечені застосуванням вібробезпечних машин, застосуванням засобів віброзахисту, проєктувальними рішеннями самого агрегату.

Засоби виміру і контролю вібрації на робочих місцях відповідно до ГОСТ 12.4.012 – 75.

У проєкті агрегату передбачається тверде закріплення плити з насосом і електродвигуном до фундаменту за допомогою фундаментних болтів Ø20мм.

До монтажу й експлуатації насосних агрегатів допускається кваліфікований персонал віком не молодше 18 років, що пройшов відповідно до діючого законодавства попередній при надходженні на роботу і періодичний медогляди й інструктаж з техніки безпеки з обліком усіх шкідливих виробничих факторів, перерахованих вище і, який має досвід до експлуатації, ремонту й обслуговуванню насосних агрегатів.

Відстань від стін і іншого устаткування повинне відповідати діючим нормам.

При пусках і експлуатації біля агрегату не повинні знаходитися сторонні предмети, що заважають нормальному його обслуговуванню.

Загальні вимоги безпеки повинні відповідати ГОСТ 12.2.003 – 91, ГОСТ 12.1.005 – 88 і “Правилам обладнання електроустановок”.

Вимоги безпеки при виконанні повантажувальних і розвантажувальних робіт з ГОСТ 12.3.009 – 76 і ГОСТ 12.3.020 – 80.

Поверхні насосу і трубопроводів, температура яких перевищує 45°C, повинні бути ізольовані теплоізоляцією на місці експлуатації або огорожені.

Виконання ремонту і підтягування різьбових деталей на працюючому насосі не допускається. Перед ремонтом повинні бути закриті запірні пристрої на трубопроводах, двигун повинний бути відключений від мережі. Ремонт насоса повинен виконуватися після його охолодження і спорожнювання.

Речовини, що перекачуються насосом не представляють небезпеку, оскільки проєктований агрегат призначений для перекачування мастила І- 20.

Щоб уникнути небезпек, що перелічені, необхідно на стадії проєктування насосів і розробки всієї документації об’єкта експлуатації дотримуватися ергономічних принципів проєктування викладених в ГОСТ 12.2.003, ЕН 809 і в стандартах ССТБ, у тому числі:

- сигнальні кольори безпеки;
- зручне і легкодоступне розташування пристроїв для включення та відключення приладів та ін.;

- заземлення;
- огороження під муфти.

Небезпеки, що виходять з порушення в електропостачанні, руйнування частин машин і інших випадків позаштатної роботи.

До таких небезпек відносяться:

- несправність, неправильне спрацювання системи керування;
- неправильні зборки (монтажу);
- несподіваний (ненавмисний) пуск;
- відхилення в показниках середовища, що перекачується.

Небезпеки, що можуть привести до помилкової зборки повинні бути конструктивно виключені.

Якщо застосовуються сполучні елементи зі спеціальними вимогами, то сполучні елементи з якими їх можна поплутати, для інших з'єднань повинні мати такі ж властивості.

Щоб уникнути неправильного обертання напрямку обертання насоса повинний бути позначений за допомогою прикріпленої (відлітої) стрілки на помітному місці, яка має колір, контрастний з насосом. Стрілка повинна бути в довговічному виконанні. Правильність напрямку обертання перевіряється в умовах виготовлення і при пускових (монтажних) роботах.

Допоміжні трубопроводи, що мають велике значення для роботи насоса повинні бути зазначені в інструкції з експлуатації або в монтажному кресленні.

Якщо мається можливість помилкового приєднання, то такі місця повинні бути чітко позначені в насосі.

Якщо існує небезпека ненавмисного пуску, то повинні бути передбачені заходи, які виключають такий пуск.

Заходи для уникнення небезпек, викликаних позаштатними ситуаціями повинні бути зазначені в інструкції з експлуатації.

- небезпеки в наслідок відмови і неправильного розпорядження захисних заходів;

- усі види захисних пристроїв;
- усі види захисних пристроїв, що відокремлюють;
- усі види інформаційних або попереджувальних пристроїв;
- заходи на випадок аварії;
- необхідне устаткування для безпечного налагодження і утримання їх у справності.

Для запобігання цих небезпек необхідно:

- пристрої, що відкриваються або захисні пристрої, що знімаються, повинні бути конструктивно виконані так, щоб помилкова їхня зміна місцями не позначилася на заходах для зниження ризику;
- демонтаж захисних пристроїв, призначених для зменшення небезпеки при дотику до насоса або частин агрегату, повинний виконуватися за допомогою інструмента;
- якщо з умов безпеки насосів необхідні контрольно-вимірювальні прилади, або прилади, що сигналізують, то для них повинні бути передбачені місця приєднання;
- якщо необхідна аварійна зупинка за допомогою ручного втручання, то повинні бути передбачені міри, що зберігають безпеку об'єкта експлуатації і насосного агрегату (перехід на резервний насос);
- якщо для монтажу й експлуатації потрібен спеціальний інструмент, то він повинен регламентуватися виробником і пропонуватися до постачання.

Контроль по попередженню таких небезпек повинен здійснюватися за інструкціями з експлуатації виробника або споживача.

Висновок: Виконання усіх вищезазначених заходів створює умови для нормальної експлуатації проектованого агрегату та забезпечує відповідність агрегату вимогам нормативної документації:

5.3 Аналіз потенційних шкідливих і небезпечних факторів проєктованого встаткування.

Мета охорони праці – звести до мінімальної імовірності ураження або захворювання працюючих з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці.

Проєктована насосна установка містить в собі:

- насос;
- електродвигун;
- муфта для з'єднання вала електродвигуна з валом насоса;
- огороження.

При роботі й обслуговуванні проєктованого насосного агрегату небезпечними і шкідливими виробничими факторами можуть бути:

- ураження електричним струмом;
- рухомі елементи з'єднувальної муфти;
- підвищений рівень шуму;
- підвищена температура поверхонь;
- розбризкування або вихід назовні рідини під високим тиском.

Джерелами цих небезпек можуть бути:

- електричний струм, який підводиться для живлення двигуна;
- з'єднувальна муфта;
- шум і вібрація, викликані працюючим агрегатом;
- зовнішні поверхні агрегату, які нагріваються вище 45°C;
- аварійний вихід з ладу ущільнення на валу і ущільнень корпусних деталей.

Для забезпечення електробезпеки повинні прийматися окремі або в сполученні один з одним наступні технічні способи й засоби: захисне заземлення, занулення, вирівнювання потенціалів, захисне відключення, ізоляція струмоведучих частин, блокування, попереджувальна сигналізація, засоби захисту і запобіжні пристрої.

Металеві струмоведучі частини електродвигун й електроустаткування повинні бути заземлені відповідно до ГОСТ 12.2.030 – 81 “Електробезпека. Захисне заземлення. Занулення”. Опір системи заземлення насосу повинен бити не більш 4 Ом.

Матеріали, конструкція і розміри заземлювачів, що заземлюють і нульових провідників забезпечують стійкість до механічних, хімічних і термічних впливів на весь період експлуатації.

Електроустаткування насосного агрегату монтується відповідно до діючих норм (будівельними) і правилами обладнання електроустановок (ПОЕ) і експлуатується відповідно до ”Правил технічної безпеки при експлуатації насосних установок споживачем”.

Як було зазначено, у проектуваному агрегаті деталлю, що рухається, є муфта. Тому, щоб уникнути травматизму, відповідно до ГОСТ 12.2.003 – 81 “Устаткування виробниче. Огородження захисне” муфта повинна мати надійно закріплене захисне огороження (кожух).

Насос – енергетична, гідравлічна машина, що створює надлишковий тиск у проточній частині, запірній арматурі і трубопроводах. У ході експлуатації насосного агрегату може відбутися розгерметизація вищевказаних частин насоса і створюється небезпека травматизму людей потоком рідини, що перекачується.

Щоб уникнути розгерметизації при виготовленні корпусних деталей насоса необхідно передбачити їхнє гідравлічне випробовування надлишковим тиском згідно технічних умов. Також необхідно передбачити наявність зворотних клапанів у напірній системі, а також відвідній лінії, що з’єднують напірний і всмоктувальний патрубки.

Шум. При роботі насосного агрегату створюється шум різної тональності в залежності від ступеня його навантаження і досконалості застосовуваних вузлів, а також від типу і конструкції.

ГОСТ 12.1.003 – 83 “Шум. Загальні вимоги безпеки” встановлює класифікацію шумів, припустимі рівні шуму, загальні вимоги до шумових

характеристик. У виробничих приміщеннях, на постійних робочих місцях припустимий рівень шуму не повинний перевищувати 80 дБА.

Зони з рівнем шуму вище 80дБА повинні бути позначені знаками безпеки. Працюючих у даній зоні повинні забезпечувати засобами індивідуального захисту, які задовольняють вимогам ГОСТ 12.1.003 – 83 і ГОСТ 12.1.012 – 90.

При експлуатації насосного агрегату створюється шум при обертанні ротора насоса і вала електродвигуна. Причому, значний рівень шуму насосний агрегат може створювати при його розбалансуванні, що веде також до вібрації.

При експлуатації насосного агрегату в невстановлених ТУ, унаслідок кавітаційних процесів на робочому колесі також виникає шум.

Основним засобом боротьби з шумом у насосному агрегаті є зменшення шуму в самих джерелах, тобто удосконалення конструкції проєктованого агрегату, експлуатація насоса на оптимальних режимах роботи, згідно технічних умов.

Вібрація. При порушенні режимів і ТУ експлуатації, розцентровки і розбалансування агрегату, недосконалості конструкції може виникнути вібрація установки.

При роботі й експлуатації агрегату повинні дотримуватися вимоги і рекомендації ГОСТ 12.1.012 – 78 “Вібрація. Загальні вимоги безпеки”.

Вібраційним умовам праці повинні бути забезпечені застосуванням вібробезпечних машин, застосуванням засобів віброзахисту, проєктувальними рішеннями самого агрегату.

Засоби виміру і контролю вібрації на робочих місцях відповідно до ГОСТ 12.4.012 – 75.

У проєкті агрегату передбачається тверде закріплення плити з насосом і електродвигуном до фундаменту за допомогою фундаментних болтів Ø20мм.

До монтажу й експлуатації насосних агрегатів допускається кваліфікований персонал віком не молодше 18 років, що пройшов відповідно до діючого законодавства попередній при надходженні на роботу і періодичний медогляди й інструктаж з техніки безпеки з обліком усіх шкідливих виробничих факторів, перерахованих вище і, який має досвід до експлуатації, ремонту й обслуговуванню насосних агрегатів.

Відстань від стін і іншого устаткування повинне відповідати діючим нормам.

При пусках і експлуатації біля агрегату не повинні знаходитися сторонні предмети, що заважають нормальному його обслуговуванню.

Загальні вимоги безпеки повинні відповідати ГОСТ 12.2.003 – 91, ГОСТ 12.1.005 – 88 і “Правилам обладнання електроустановок”.

Вимоги безпеки при виконанні повантажувальних і розвантажувальних робіт з ГОСТ 12.3.009 – 76 і ГОСТ 12.3.020 – 80.

Поверхні насосу і трубопроводів, температура яких перевищує 45°C, повинні бути ізольовані теплоізоляцією на місці експлуатації або огорожені.

Виконання ремонту і підтягування різьбових деталей на працюючому насосі не допускається. Перед ремонтом повинні бути закриті запірні пристрої на трубопроводах, двигун повинний бути відключений від мережі. Ремонт насоса повинен виконуватися після його охолодження і спорожнювання.

Речовини, що перекачуються насосом не представляють небезпеку, оскільки проєктований агрегат призначений для перекачування мастила І- 20.

Щоб уникнути небезпек, що перелічені, необхідно на стадії проєктування насосів і розробки всієї документації об'єкта експлуатації дотримуватися ергономічних принципів проєктування викладених в ГОСТ 12.2.003, ЕН 809 і в стандартах ССТБ, у тому числі:

- сигнальні кольори безпеки;
- зручне і легкодоступне розташування пристроїв для включення та відключення приладів та ін.;

- заземлення;
- огороження під муфти.

Небезпеки, що виходять з порушення в електропостачанні, руйнування частин машин і інших випадків позаштатної роботи.

До таких небезпек відносяться:

- несправність, неправильне спрацювання системи керування;
- неправильні зборки (монтажу);
- несподіваний (ненавмисний) пуск;
- відхилення в показниках середовища, що перекачується.

Небезпеки, що можуть привести до помилкової зборки повинні бути конструктивно виключені.

Якщо застосовуються сполучні елементи зі спеціальними вимогами, то сполучні елементи з якими їх можна поплутати, для інших з'єднань повинні мати такі ж властивості.

Щоб уникнути неправильного обертання напрямку обертання насоса повинний бути позначений за допомогою прикріпленої (відлітої) стрілки на помітному місці, яка має колір, контрастний з насосом. Стрілка повинна бути в довговічному виконанні. Правильність напрямку обертання перевіряється в умовах виготовлення і при пускових (монтажних) роботах.

Допоміжні трубопроводи, що мають велике значення для роботи насоса повинні бути зазначені в інструкції з експлуатації або в монтажному кресленні.

Якщо мається можливість помилкового приєднання, то такі місця повинні бути чітко позначені в насосі.

Якщо існує небезпека ненавмисного пуску, то повинні бути передбачені заходи, які виключають такий пуск.

Заходи для уникнення небезпек, викликаних позаштатними ситуаціями повинні бути зазначені в інструкції з експлуатації.

- небезпеки в наслідок відмови і неправильного розпорядження захисних заходів;

- усі види захисних пристроїв;
- усі види захисних пристроїв, що відокремлюють;
- усі види інформаційних або попереджувальних пристроїв;
- заходи на випадок аварії;
- необхідне устаткування для безпечного налагодження і утримання їх у справності.

Для запобігання цих небезпек необхідно:

- пристрої, що відкриваються або захисні пристрої, що знімаються, повинні бути конструктивно виконані так, щоб помилкова їхня зміна місцями не позначилася на заходах для зниження ризику;
- демонтаж захисних пристроїв, призначених для зменшення небезпеки при дотику до насоса або частин агрегату, повинний виконуватися за допомогою інструмента;
- якщо з умов безпеки насосів необхідні контрольно-вимірювальні прилади, або прилади, що сигналізують, то для них повинні бути передбачені місця приєднання;
- якщо необхідна аварійна зупинка за допомогою ручного втручання, то повинні бути передбачені міри, що зберігають безпеку об'єкта експлуатації і насосного агрегату (перехід на резервний насос);
- якщо для монтажу й експлуатації потрібен спеціальний інструмент, то він повинен регламентуватися виробником і пропонуватися до постачання.

Контроль по попередженню таких небезпек повинен здійснюватися за інструкціями з експлуатації виробника або споживача.

Висновок: Виконання усіх вищезазначених заходів створює умови для нормальної експлуатації проєктованого агрегату та забезпечує відповідність агрегату вимогам нормативної документації:

Список використаної літератури

1. Башта Г. М. Машиностроительная гидравлика. – М.: Машинобудування, 1963.
2. Анурьев В. И. Довідник конструктора машинобудівника: В 3-х т. – М.: Машинобудування, 1979.
3. Курсовое проектирование деталей машин: Учеб. пособие для учащихся машиностроительных специальностей техникумов / С. А. Чернавский, К. Н. Боков, И. М. Чернин и др. – М.: Машиностроение, 1988. – 416 с.
4. Дуняев П. Ф. Конструювання вузлів і деталей машин. – М.: Вища школа, 1985.
5. Чернавський С. А. Курсове проектування деталей машин. – М.: Машинобудування, 1987.
6. Чиняев И. А. Роторные насосы. – М.: Машинобудування, 1966.
7. Шейнболит А. Е. Курсове проектування деталей машин. – М.: Вища школа, 1991.
8. Дунаев П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин: учеб. пос. / П. Ф. Дунаев. — 2-е изд., перераб. — М.: Высша школа, 1971. — 368 с.
9. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/223-2018-%D0%BF/print> - нормативний документ про затвердження плану реагування на надзвичайні ситуації державного рівня.
10. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&ved=2ahUKEwirhPaPzYXmAhUSlosKHSAAChwQFjAFegQIAxAC&url=http%3A%2F%2Fwww.dnu.dp.ua%2Fdocs%2Fporiadokdiinaselelnia.doc&usg=AOv>

Vaw2hWNWhTOF7NP-64O5mcBJh - порядок дій населення у разі виникнення надзвичайних та нештатних ситуацій.

11.<http://chmr.gov.ua/ua/newsread.php?view=8782&s=1&s1=17> – поради як діяти населенню в разі виникнення надзвичайних ситуацій.