

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 4282509 Па, число обертів 1700об/хв., витрати 0,00417м³/сек.»

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

Виконавець роботи

Макарець Владіслав Володимирович
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 студентіві

Макарець Владіславу Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка трьохгвинтового насоса на параметри: тиск 4282509Па, число обертів 1700об/хв., витрати 0,00417м³/сек.

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

2. Термін здавання закінченої роботи 14.12.2020
р _____

3. Вихідні дані до роботи: тиск 4282509Па, число обертів 1700об/хв., витрати 0,00417м³/сек.

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

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Складальні креслення агрегата, насоса, рами. Деталювання гвинтів, корпусу, 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 58
- рисунків 5
- таблиць 4
- літературні джерела 8

Тема роботи Розробка трьохгвинтового насосу на параметри: тиск 3033444 Па, число обертів 2400 об/хв., витрати 0,005894 м³/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;.....	11
2.2Профілювання гвинтів насосу;.....	16
2.3Розрахунки ведучого гвинта;.....	26
2.4Розрахунок переливного клапану.....	25
3.Розрахунки на міцність:.....	33
-розрахунок пружини;	
-розрахунок підшипника;	
-розрахунок товщини кришки;	
-розрахунок товщини корпусу;	
-розрахунок шпильки.	
4.Оцінка маркетингової інформації.....	39
5.Охорона праці.....	50
Література.....	58

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: 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 (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 1700 об/ хв і тиску нагнітання 40 кг / см².

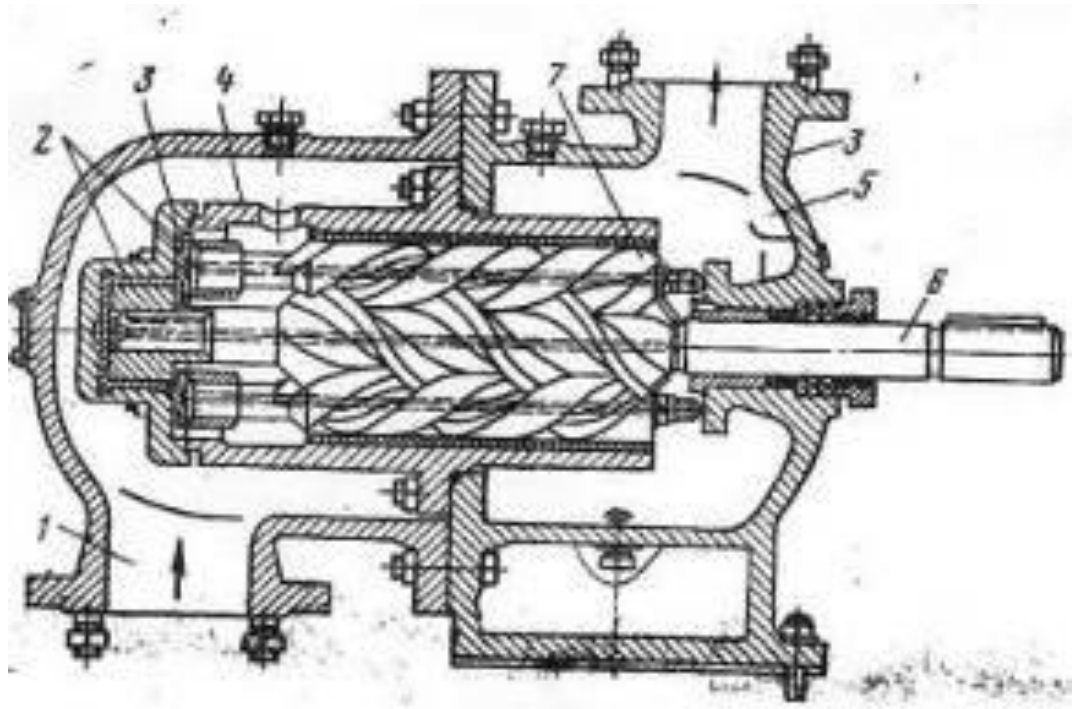


Рис.1

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 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 перетяжкам 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 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 перерізу при запуску насоса. Для того щоб загальмувати рух гвинтів та надати їм зштовхатися 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 різкі звуження та різке розширення. Отримати 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 обминає середню швидкість 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 менша, 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 згиненому клапані, та в робочому стані, можливо знайти діаметр проволочи. По справочним 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.

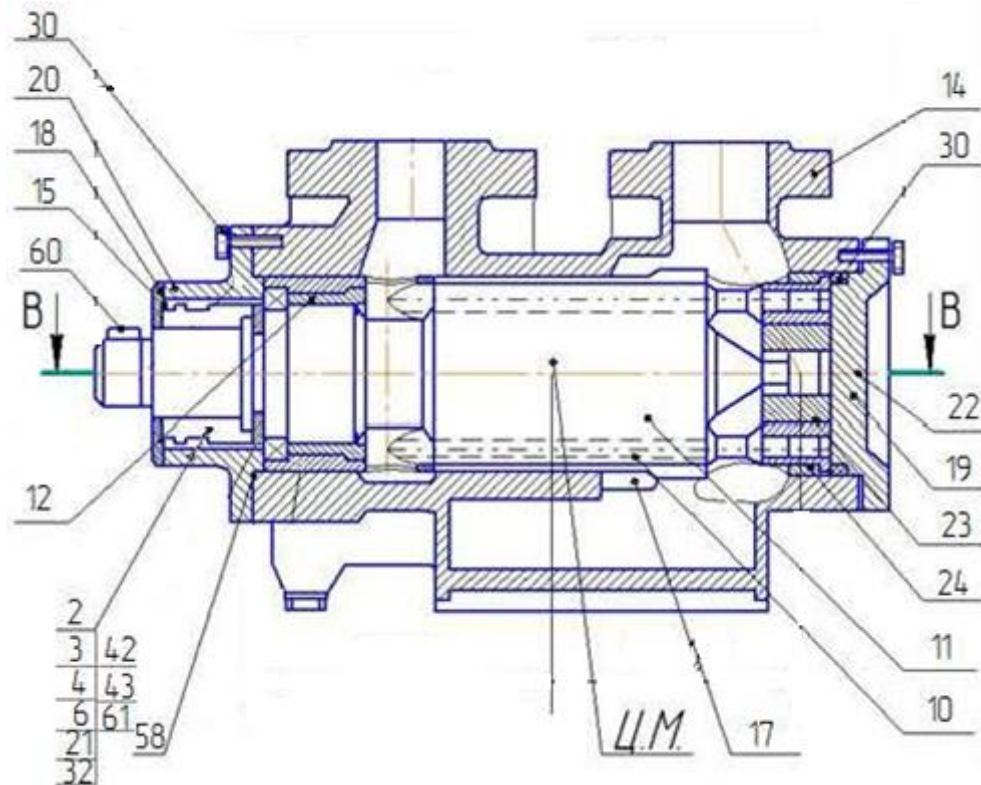


Рис.2 - Схема трьохгвинтового насоса

B-B

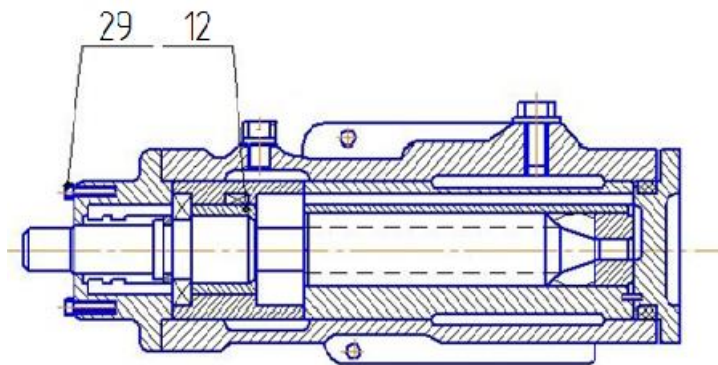


Рис.3 - Схема трьохгвинтового насоса

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.

2. Гідравлічні розрахунки

2.1 Розрахунок гвинтів трьохгвинтового насоса

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

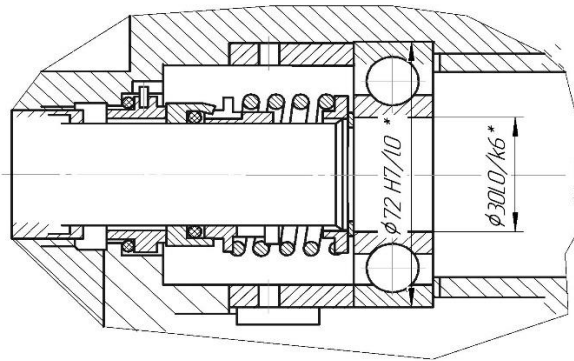


Рис.4

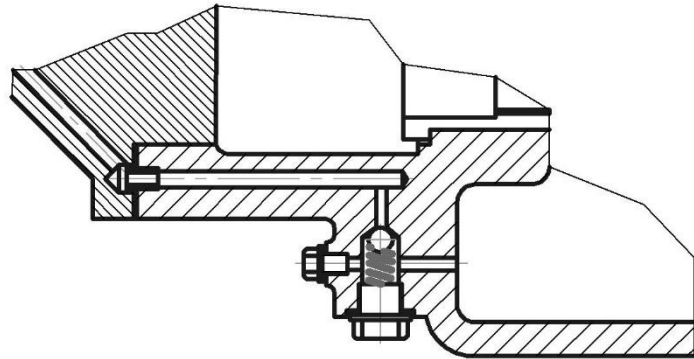


Рис.5

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

$$d_{зв} = \sqrt[3]{\frac{4,17 * 10^3 * 60}{4,15 * 1700}} = 32 * 10^3 \text{ мм};$$

де, Q_T – теоретичні витрати, м³/с;
 $Q_T = 4,17 * 10^3$, м³/с;
 n_p – число обертів об/хв;
 $n_p = 1700$ об/хв.
 $d_{зв}$ – зовнішній діаметр веденого гвинта, мм.
 $d_{зв} = 32$ мм.

Зовнішній діаметр ведучого гвинта:

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

$$D_{зв} = \frac{5}{3} \cdot 32 = 53,3 \text{ мм}.$$

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

Внутрішній діаметр нарізки веденого гвинта:

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

$$d_B = \frac{1}{3} \cdot 32 = 10,6 \text{ мм.}$$

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

Крок гвинта:

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

$$t = \frac{10}{3} \cdot 32 = 106,6 \text{ мм.}$$

де, t – крок гвинта, мм;

Довжина гвинта:

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

$$L = 2 \cdot 106,6 = 213,2 \text{ мм,}$$

де, L – довжина гвинта, мм;

z – кількість кроків;

$z = 2$;

Вісьова сила на ведучому гвинті:

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

$$P_1 = [2,529 \cdot 0,032^2 - 0,7854(0,055^2 + 0,022^2)] \cdot 4,2 = -894,11$$

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

d_1 – діаметр більшого поршня;

$d_1 = 55$ мм;

d_2 – діаметр меншого поршня;

$d_2 = 22$ мм;

p – робочий тиск, Па;

$p = 42825$;

Вісьова сила на веденому гвинті:

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

$$P_2 = (0,4193 \cdot 0,032^2 - 0,7854 \cdot 22^2) \cdot 4,2 \cdot 10^6 = 206,7 \text{ Н}$$

де, d_3 – діаметр поршня;
 $d_3 = 22 \text{ мм};$

Сумарне вісьове зусилля:

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

$$P_{\text{вісь}} = -894,11 + 2 \cdot 206,7 = -408,71;$$

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

Опорна поверхня веденого гвинта:

$$f_{\text{о.п.}} = 1,326 \cdot z \cdot d_{3B}^2, \quad (9)$$

$$f_{\text{о.п.}} = 1,326 \cdot 2 \cdot 32^2 = 2,715 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

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

Радіальне зусилля:

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

$$P_R = 1,401 \cdot 4282509 \cdot 32^2 = 6143 \text{ Н}$$

де, P_R – радіальне зусилля, Н;

Середній питомий тиск на одну поверхню:

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

$$K_y = \frac{6143}{2,715 * 10^{-3}} = 2262615 \text{ Па}$$

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

Обертальна швидкість веденого гвинта:

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

$$V = 1.6 * 10^{-3} \frac{2 * 3.14 * 1700}{60} = 2,84 \text{ м/с}$$

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

r_3 – зовнішній радіус веденого гвинта;

$$r_3 = 1.6 * 10^{-3} \text{ мм};$$

Приймальний тиск для Бронзи Бр О ϕ 10-1:

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

$$[p] = \frac{10^7}{2,84}$$

$$[\rho]=3521130; \text{ Па}$$

де, $[\rho]$ - приймальний тиск для Бронзи Бр О Φ 10-1

Умова міцності:

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

$$1424677 < 3521130$$

Умова виконується

2.2 Профілювання гвинтів насосу:

Глибина нарізки, дорівнює різниці зовнішнього R_H та внутрішнього R_B радіусів гвинта.

Визначення радіуса, точок ділення глибини нарізки:

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

$$\Delta = 26,65 - 16 = 10,65 \text{ мм}$$

де, Δ - глибина нарізки, мм;
 R_3 – зовнішній радіус веденого гвинта;
 R_3 – 26,65 мм;
 R_B – внутрішній діаметр веденого гвинта, мм;
 R_B – 16 мм;

Крок розбивки глибини нарізки:

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

$$\Delta' = \frac{10,65}{8} = 1,33 \text{ мм};$$

де, Δ' – крок розбивки глибини нарізки;

i – 8 кіл.

Визначення радіуса, точок ділення глибини нарізки:

$$R_i = R_B + i \cdot \Delta', \quad (17)$$

$$\begin{aligned} R_0 &= 16 + 0 \cdot 1,33 = 16 \\ R_1 &= 16 + 1 \cdot 1,33 = 17,33 \\ R_2 &= 16 + 2 \cdot 1,33 = 18,66 \\ R_3 &= 16 + 3 \cdot 1,33 = 19,99 \\ R_4 &= 16 + 4 \cdot 1,33 = 21,32 \\ R_5 &= 16 + 5 \cdot 1,33 = 22,65 \\ R_6 &= 16 + 6 \cdot 1,33 = 23,98 \\ R_7 &= 16 + 7 \cdot 1,33 = 25,31 \\ R_8 &= 16 + 8 \cdot 1,33 = 26,65 \end{aligned}$$

Визначаємо кути розташування точок профелю:

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

$$\gamma = \arccos\left(\frac{32^2 + 16^2 - 16^2}{2 \cdot 16 \cdot 32}\right) = 15,6^\circ$$

$$\begin{aligned} \gamma_2 &= 20,8^\circ, \\ \gamma_3 &= 24,146^\circ, \\ \gamma_4 &= 26,38^\circ, \\ \gamma_5 &= 27,92^\circ, \\ \gamma_6 &= 28,95^\circ, \\ \gamma_7 &= 29,59^\circ, \\ \gamma_8 &= 30,6^\circ. \end{aligned}$$

$$\alpha = \arccos\left(\frac{A^2 + r_3^2 - R_1^2}{2 \cdot r_3 \cdot A}\right), \quad (19)$$

$$\alpha = \arccos\left(\frac{32^2 + 16^2 - 16^2}{2 \cdot 16 \cdot 32}\right) = 18,1^\circ,$$

$$\alpha_2 = 25,8^\circ,$$

$$\alpha_3 = 31,7^\circ,$$

$$\alpha_4 = 36,8^\circ,$$

$$\alpha_5 = 42,2^\circ,$$

$$\alpha_6 = 47,1^\circ,$$

$$\alpha_7 = 51,6^\circ,$$

$$\alpha_8 = 56,6^\circ,$$

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

$$\beta_1 = 18,1^\circ - 15,6^\circ = 2,5^\circ,$$

$$\beta_2 = 5^\circ,$$

$$\beta_3 = 7,55^\circ,$$

$$\beta_4 = 10,42^\circ,$$

$$\beta_5 = 14,28^\circ,$$

$$\beta_6 = 18,15^\circ,$$

$$\beta_7 = 22,01^\circ,$$

$$\beta_8 = 26^\circ.$$

3. Розрахунки ведучого гвинта

Діаметр напірного патрубку:

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

$$d_H = \sqrt{\frac{4 * 4,17 * 10^{-3}}{3,14 * 1,35}} = 62 * 10^{-3} \text{ мм};$$

де, d_H – діаметр напірного патрубку, мм;

$[V]_H$ – допустима швидкість;

$$[V]_H = 1,35 \frac{M}{c};$$

Діаметр всмоктувального патрубку:

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

(22)

$$d_{BC} = \sqrt{\frac{4 * 4,17 * 10^{-3}}{3,14 * 0,84}} = 79 * 10^{-3} \text{ мм};$$

де, d_{BC} – діаметр всмоктувального патрубку;

$[V]_{BC}$ – допустима швидкість, $\frac{M}{c}$;

$$[V]_{BC} = 0,84$$

Обертальний момент:

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

(23)

$$M = \frac{4,2 * 10^{-6} * 4,17 * 10^{-3} * 60}{0,75 * 2 * 3,14 * 1700} = 131,24 \text{ Н*м}$$

де, M - обертальний момент;

η – загальний ККД;

$$\eta = 0,75$$

Діаметр валу:

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

(24)

$$d_{вал} = \sqrt[3]{\frac{5 * 131,24}{29,1 * 10^6}} = 0,029 \text{ м};$$

де, $d_{\text{вал}}$ – діаметр валу;

Довжина шпоночного пазу:

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

$$l_{\text{шп}} = \frac{4 * 131,24}{105 * 10^6 * 0,029 * 4 * 10^{-3}} = 0,043 \text{ м}$$

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:

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

$$V = \frac{0,055 * 2 * 3.14 * 1700}{2 * 60} = 4,8931 \text{ м/с.}$$

де, V_1 - обертальна швидкість розвантажувального утовщення;

Припустимий тиск бронзи Бр ОФ10-1:

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

$$P_{\text{прип2}} = \frac{10^7}{4,8} = 2083330 \text{ Па}$$

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

Площа контакту утовщення :

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

$$f_1 = \frac{6143}{2083330} = 2,94 * 10^{-3} \text{ м}^2$$

де, f_1 – площа контакту утовщення
 R_r – радіальне зусилля;
 $R_r = 3868$;

Довжина утовщення:

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

$$l_{\text{ут}} = \frac{2 * 2,94 * 10^{-3}}{3,14 * 55} = 0,034 \text{ м}$$

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

Довжина ущільнення:

$$l_{\text{ущ}} = l_{\text{шп}} = 0,043 \quad (30)$$

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:

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

$$V_{25} = \frac{3,14 * 0,26^2}{4} = (0,043 + 0,043 + 0,195 + 0,062 + 0,079) = 0,0002239$$

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

Об'єм утовщення:

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

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

де, V_{55} – об'єм утовщення

Об'єм різальної частини:

$$V_{ГВ1} = f_{ГВ1} * L; \quad (33)$$

$$V_{ГВ1} = 2,58 * 10^{-3} * 213,2 = 5,4 * 10^{-4} \text{ м}^3$$

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

$f_{ГВ1}$ – площа нарізної частини;

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

Маса ведучого гвинта:

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

$$m_{\text{ГВ1}} = (0,0002239 + 8 * 10^{-5} + 5,4 * 10^{-4})7,8 * 10^3 = 6,6 \text{ кг}$$

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:

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

$$f_{\text{ГВ2}} = 0,4193 * 32^2 = 4,293 * 10^{-4} \text{ м}^2$$

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

Об'єм веденого гвинта:

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

$$V_{\text{ГВ2}} = 4,293 * 10^{-4} * 292,2 * 10^{-3} + \frac{3,14 * 32^2}{4} 79 * 10^{-3} = 63,5 * 10^{-4} \text{ м}^3$$

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

Маса веденого гвинта:

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

$$m_{\text{ГВ2}} = 63,5 * 10^{-4} * 7,8 * 10^3 = 4,953 \text{ кг}$$

де, $m_{ГВ2}$ — маса веденого гвинта

Площа гвинта:

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

$$F_{ГВ} = 2,58 * 10^{-3} + 2 * 4,293 * 10^{-4} = 34,386 * 10^{-4} \text{ м}^2$$

де, $F_{ГВ}$ — площа гвинта;

Швидкість гальмування:

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

$$V_{гал} = \frac{4,17 * 10^{-3}}{34,386 * 10^{-4}} = 1,212 \text{ м/с}$$

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:

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

$$\Delta P_{\text{гал}} = \frac{6,6 * \frac{1,212^2}{2}}{11 * 10^{-3} * \frac{3,14 * 0,022^2}{4}} = 1,159 * 10^6 \text{ Па}$$

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

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

Діаметр отвору діафрагми ведучого гвинта:

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

$$d_{\text{діафр1}} = 22 \sqrt{\frac{1,212}{0,82 \sqrt{\frac{2 * 1,159 * 10^6}{1000}}}} = 3,85 \text{ Па}$$

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:

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

$$P_{\text{гал2}} = \frac{4,953 * \frac{1,212^2}{2}}{11 * 10^{-3} \frac{3,14 * 0,022^2}{4}} = 870434 \text{ Па}$$

Діаметр діафрагми веденого гвинта:

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

$$d_{\text{діафр2}} = 0,022 \sqrt{\frac{1,212}{0,82 \sqrt{\frac{2 * 870434}{1000}}}} = 0,00414$$

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

4 Розрахунок переливного клапану

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

$D_{\text{під}} = 36 \text{ мм};$

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

$d_{\text{під}} = 30$ мм;

$D_{\text{п'яти}}$ – діаметр п'яти;

$D_{\text{п'яти}} = 39$ мм;

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

$d_{\text{п'яти}} = 28$ мм;

Колова швидкість:

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

$$V_{\text{сер}} = \left(\frac{36 + 30}{4} \right) 2 * 3,14 \frac{1700}{60} = 2,9 \text{ м/с}$$

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

Площа контакта ущільнення підп'ятника:

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

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

де, $f_{\text{під}}$ –площа 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 контакту п'яти;

Припустимий контактний тиск в ущільненні п'яти:

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

$$[p] = \frac{10^7}{2,9} = 3,4 * 10^6 \text{ Па}$$

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

Тиск в порожнині ущільнення :

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

$$p' = 3,4 * 10^6 \frac{310 * 10^{-6}}{578,5 * 10^{-6}} = 1,8 * 10^6 \text{ Па}$$

де, p' — тиск в порожнині ущільнення

Втрати:

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

$$\Delta Q = \frac{3,14 * 55 * 10^{-3} (0,06 * 10^{-3})^3}{12 * 1 * 10^{-3} * 34 * 10^{-3}} (3,4 - 1,8) 10^6 = 1,46 * 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$$

де, ΔQ – втрати;

δ – розмір зазора;

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

μ – коефіцієнт динамічної в'язкості;

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

Діаметр каналу:

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

$$d_{\text{кан}} = \sqrt{\frac{4 * 1,46 * 10^{-5}}{3,14 * 5}} = 0,00192$$

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

$[V]$ – припустима швидкість в каналі

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

Критична швидкість руху кільця пружини:

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

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

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:

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

$$d_{\text{кул}} = \sqrt{\frac{4 * 1,46 * 10^{-5}}{3,14 * 1,76}} = 0,0032 \text{ мм}$$

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

Втрати підйому кульки:

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

$$h_k = \frac{1,46 * 10^{-6}}{3,14 * 0,0032 * 0,72 * \sqrt{\frac{2 * 1,8 * 10^6}{1000}}} = 3,36 * 10^{-5}$$

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

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

μ_k – коефіцієнт витрат кульки;

$$\mu_k = 0,72;$$

Сила попередньої деформації пружини:

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

$$p_1 = \frac{3,14 * 0,00192^2}{4} * 1,8 * 10^6 = 5,2 \text{ Н}$$

де, p_1 – сила попередньої деформації пружини;

$$d_c = d_{\text{кан}};$$

Сила робоча деформації пружини:

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

$$p_2 = \frac{3,14 * 0,0032^2}{4} * 1,8 * 10^6 = 14,46 \text{ Н};$$

де, p_2 – сила робоча деформації пружини;

Сила максимальної деформації:

$$p_3 = \frac{p_2}{1 - b_{\text{п}}}; \quad (57)$$
$$p_3 = \frac{14,46}{1 - 0,1} = 16,1 \text{ Н};$$

де, p_3 – сила максимальної деформації;

$b_{\text{п}}$ – розмір зазора;

$b_{\text{п}} = 0,1 \text{ мм};$

Швидкість руху кінця пружини:

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

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

Жорсткість пружини:

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

$$z = \frac{14,46 - 5,2}{0,13 * 10^{-3}} = 715,38 * 10^3 \text{ Н/м}$$

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:

$$n = \frac{z}{z_1}; \tag{60}$$

$$n = \frac{715,38 * 10^3}{65,95 * 10^3} = 10,8;$$

де, n – робоче колесо витків;

5 Розрахунок на міцність підшипника

Підшипник №306, $D=30$ м, ширина=19м, $C=2000$ кгс, $C_0=1510$ кгс.

Еквівалентне статичне навантаження:

$$P_0 = xF_r + F_a * y; \tag{61}$$

$$F_r = P_r = 6143;$$

$$F_a = P_{\text{вісь}} = -176,51;$$

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{-176,51}{6143} = 0,029;$$

приймаємо $x=1$, $y=0$ (якщо $<0,5$).

$$P_0 = 6143 * 1 + [-176,51] * 0 = 6143;$$

де, P_0 – еквівалентне статичне навантаження;

P_r – радіальне зусилля;

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

Номінальна довговічність:

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

$$L = \left(\frac{22000}{6143}\right)^3 = 46 \frac{\text{об}}{\text{хв}};$$

де, L – номінальна довговічність;

c – статичне навантаження підшипника;

Годинна довговічність:

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

$$L_h = \frac{10^6 * 46}{60 * 1700} = 451 \text{ год.}$$

де, L_h – годинна довговічність;

Товщина стінки обійми:

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

$$\delta_0 = 0,1 * 3 * 32 = 9,3 \text{ мм;}$$

де, δ_0 – товщина стінки обійми;

Товщина стінки корпусу:

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

$$\delta_{\text{кор}} = \left(\frac{3*32}{2} + 9,3 \right) \left(\sqrt{\frac{250*10^5 + 0,4*3,4*10^6}{250*10^5 - 1,3*3,4*10^6} - 1} \right) + 5 = 12,5 \text{ мм;}$$

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

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

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

а – літійний припуск;

а = 5 мм;

Товщина кришки:

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

$$\delta_{кр} = \left(\frac{3 * 32}{2} + 9,3 \right) \sqrt{\frac{0,75 * 3,4 * 10^6}{250 * 10^5}} = 18,3 * 10^{-3} \text{ мм};$$

де, $\delta_{кр}$ – товщина кришки;

Розрахунок шпильки:

Внутрішня сила тиску:

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

$$R_i = 3,4 * 10^6 * 3,14 * \left(\frac{3 * 32}{2} + 9,3 \right)^2 = 35052 \text{ Н};$$

де, R_i – внутрішня сила тиску;

Сила контакту в ущільненні:

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

$$R_d = 3,4 * 1,4 * 3,14 \left[\left(\frac{3 * 32}{2} + 9,3 \right)^2 - \left(\frac{3 * 32}{2} + 9,3 \right)^2 \right] = 45790,1 \text{ Н};$$

де, R_d – сила контакту в ущільненні;

k_y – середній питомий тиск на опорну поверхню;

Сила затяжки:

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

$$R_k = 35052 + 45790,1 = 80842,1 \text{ Н};$$

де, R_k – сила затяжки;

Площа шпильки:

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

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

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

$$\sigma = \frac{80842,1}{113,04 * 8} = 89,4 \text{ МПа};$$

$55,9 < [\sigma] < 64 \text{ МПа};$

Умова виконується.

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

$$d_{\text{шп}} = 12 \text{ мм};$$

z – кількість шпільок;

$$z = 8 \text{ шт.}$$

6. 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 наймовірними. Тоді вірогідність кожного з варіантів складає $\frac{1}{2}=0,5$.

У разі укладення контракту на 30 насосів, ціна одного насоса складатиме 23100грн, але якщо у контракті буде замовлено тільки 15 насосів, ціна одного насоса збільшиться до 24200грн.. 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. (тах партія) насосів із вірогідністю 50% або продаж 15 шт. (мін 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	Ціна	Ціна одного насоса за	Ціна повернення
----------------	------	-----------------------	-----------------

продажу		продажу одного насоса, 41рн.. Ц _{ном}	контрактом,.		одного насоса на підприємство Ц _{пов}
П _{мін} партія	П _{мак} партія		Ц _{мін} партія	Ц _{мак} партія	
15	30	25300	24200	23100	22000

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:

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

$$Ц_{1\text{дох}}^{\text{вді}} = 25300 \cdot 30 = 759\,000(\text{грн.})$$

Витрати на придбання:

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

$$Ц_{1\text{вит}}^{\text{вді}} = 23100 \cdot 30 = 693\,000(\text{грн})$$

Прибуток:

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

$$\Pi_{1\text{пр}}^{\text{вді}} = 759000 - 693000 = 66000(\text{грн.})$$

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

дохід від продажу:

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

$$\Pi_{2\text{дох}}^{\text{вді}} = 25300 \cdot 15 = 379500(\text{грн.})$$

Дохід при поверненні насосів:

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

$$\Pi_{2\text{пов}}^{\text{вді}} = 22000 \cdot 15 = 330000(\text{грн.})$$

Витрати на придбання

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

$$C_{2\text{ВИТ}}^{\text{Вді}} = 23100 \cdot 30 = 693000(\text{грн})$$

Прибуток

$$C_{2\text{пр}}^{\text{Вді}} = C_{2\text{ДОХ}}^{\text{Вді}} + C_{2\text{ПОВ}}^{\text{Вді}} - C_{2\text{ВИТ}}^{\text{Вді}} \quad (78)$$

$$C_{2\text{пр}}^{\text{Вді}} = 374000 + 330000 - 693000 = 16500(\text{грн})$$

Варіант 2- укладання контракту на 15 насосів.

Визначимо прибуток, який можна одержати за нижченаведеними умовами:

придбання та продаж 15 шт. насосів:

Дохід від продажу:

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

$$C_{3\text{ДОХ}}^{\text{Вді}} = 25300 \cdot 15 = 379500(\text{грн})$$

Витрати на придбання:

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

$$C_{3\text{ВИТ}}^{\text{Вді}} = 24200 \cdot 15 = 363\,000(\text{грн})$$

Прибуток:

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

$$\Pi_{3\text{пр}}^{\text{Вді}} = 379500 - 363\,000 = 16500(\text{грн})$$

Таким чином, маркетолог за умови невизначеності (у разі відсутності додаткової інформації) при укладенні контракту на 15шт. насосів може одержати прибуток 94 500 грн. або 14 600 грн. Очікуване значення прибутку для варіанта 1 (з урахуванням вірогідності 0,5) буде дорівнювати:

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

$$\Pi_{1\text{прв}}^{\text{Вді}} = 66000 \cdot 0,5 + 16500 \cdot 0,5 = 41250(\text{грн.})$$

Але при укладенні контракту на 15шт. насосів маркетолог може одержати прибуток 30 000 грн. Тому очікуване значення прибутку для варіантів 1 та 2 (з урахуванням вірогідності 0,5) буде складати:

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

$$\Pi_{2\text{прв}}^{\text{Вді}} = 66000 \cdot 0,5 + 16500 \cdot 0,5 = 41250(\text{грн.})$$

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)				Очікуване значення прибутку для варіанта 1
дохід від продажу	витрати на придбання	прибуток	дохід від продажу	дохід при поверненні насосів	витрати на придбання	прибуток	
759	693	66	379,5	330	363	41,25	41,25

Таблиця 3 – Прибуток від продажу насосів, тис. 45рн.. 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	

374,5	363	16,5	41,25
-------	-----	------	-------

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:

$$Ц_{1дох}^{зді} = Ц_{ном} \cdot П_{мах} \quad (84)$$

$$Ц_{1дох}^{зді} = 25300 \cdot 30 = 759000(\text{грн.})$$

Витрати на придбання:

$$Ц_{1вит}^{зді} = Ц_{мах} \cdot П_{мах} \quad (85)$$

$$Ц_{1вит}^{зді} = 23100 \cdot 30 = 693000(\text{грн})$$

Прибуток:

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

$$\Pi_{1\text{пр}}^{\text{зді}} = 759\,000 - 693\,000 = 66\,000(\text{грн.})$$

Варіант 2- укладання контракту на 15 насосів.

Визначимо прибуток, який можна одержати за нижченаведеними умовами:

придбання та збут 15 шт. насосів:

Дохід від продажу:

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

$$\Pi_{2\text{дох}}^{\text{зді}} = 25\,300 \cdot 15 = 379\,500(\text{грн})$$

Витрати на придбання:

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

$$\Pi_{2\text{вит}}^{\text{зді}} = 24\,200 \cdot 15 = 363\,000(\text{грн})$$

Прибуток:

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

$$\Pi_{2\text{пр}}^{\text{зді}} = 379500 + 363\,000 = 16500(\text{грн})$$

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

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

$$\Pi_{1\text{прв}}^{\text{зді}} = 66000 \cdot 0,5 + 16500 \cdot 0,5 = 41250(\text{грн.})$$

Результати розрахунків заносяться до 48рн.48. 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) – 41 250 грн.;
- очікуваний прибуток за умови невизначеності (у разі відсутності додаткової інформації) – 41250 грн.

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

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

$$\Pi_{\text{гр}} = 41250 - 41250 = 0 \text{ (грн.)}$$

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		
759	693	66	379,5	363	16,5	41,25	0

7 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

7.1 Загальні вимоги з техніки безпеки при обслуговуванні насосного обладнання

Насоси використовуються для перекачування різноманітних рідин. Вони можуть перекачувати: кислоти, гарячі рідини з високою температурою, рідини з домішками, та інші рідини. 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 .

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 .

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.) .

7.2 Система технічного обслуговування й ремонту обладнання

Завдання системи - підтримка устаткування в працездатному стані й попередження несподіваного виходу з ладу та, як наслідок, створення умов безаварійної й безпечної експлуатації.

Основа системи - поєднання технічного обслуговування (ТО) й планово-попереджувального ремонту (ППР).

ТО - комплекс робіт для підтримки працездатності обладнання між ремонтами. Їх проводять експлуатаційний (машиністи, оператори) і обслуговуючий персонал (чергові слюсарі, електрики).

ППР - ремонти всіх видів виконуються в заздалегідь установленій послідовності через певне число відпрацьованих машино-годин.

Для обладнання кожного типу нормативами системи встановлюється ресурс між ремонтами (τ), тривалість простою в ремонті (r), трудомісткість ремонту (чол.-год).

Ремонт ділиться на поточний і капітальний.

Для основного обладнання → метод ППР.

Для допоміжного → метод післяоглядових ремонтів.

Підготовка й організація ремонтних робіт

Крім спеціальної технічної документації (дефектних відомостей, кошторисів витрат, графіків проведення робіт й ін.) перед проведенням ремонтних робіт обов'язкове складання плану організації робіт (ПОР) з урахуванням вимог безпеки.

У ньому зазначається:

1 Послідовність проведення всіх операцій.

2 Розміщення частин устаткування, які знімають із апаратів і машин.

3 Розміщення деталей, які будуть монтуватися замість знятих.

4 Розміщення місць для розміщення покидьків, відходів, бруду.

Ці місця повинні бути розміщені так, щоб не створювати тісняви у робочій зоні й на робочих місцях.

5 Схеми огорожень.

У плані не допускається одночасне проведення т.зв. несумісних ремонтних операцій; наприклад, проводити вогневі роботи одночасно з розбиранням апаратів й устаткування, трубопроводів, що містять горючі й легкозаймальні продукти й т.п.

Важливим фактором безпеки при виконанні ремонтних робіт є розміщення робітників по висоті.

Ремонтні роботи не можна проводити одночасно на різних відмітках по одній вертикалі. Чому? У випадку гострої потреби обов'язкове улаштування захисних настилів.

Перед початком ремонтних робіт всіх учасників знайомлять із тією частиною плану організації робіт, яка до них належить й проводять з ними інструктаж з ТБ.

Заходи безпеки під час ремонту апаратури

Суворо дотримуючись технологічного регламенту, зупинити аварійну установку й увесь технологічний ланцюг.

а) залежно від умов виробництва перейти на гарячу й холодну циркуляцію;

б) довести тиск (або вакуум) до атмосферного;

в) у певному режимі зменшити температуру до навколишньої;

г) видалити із устаткування сировину, продукти реакції, теплоносії й ін. речовини;

д) продути апаратуру інертним газом, парою або повітрям.

Всі ці операції повинні виконуватися в певній послідовності й при суворому дотриманні встановлених для них часу й швидкості.

Найскладнішою з перелічених є операція зі звільнення апаратури від продукту.

Газова фаза видаляється випуском в повітря або факельну лінію. Якщо буде потреба її видавлюють інертним газом або водяною парою.

Рідина видаляється самопливом, насосом або передавлюється інертним газом.

В апаратурах, трубопроводах, навіть в арматурі є ділянки, де може зостатися залишок продукту. Це тупики, гідрозатвори в тарілці ректифікаційних колон, навіть порожнини вентилів.

Так, наприклад, у крані Ду 50 мм може лишитися до 90 г ЛЗР. Такої кількості, наприклад, бензолу досить для вибуху в апараті місткістю 1000л. Це свідчить про важливість зачищення перед ремонтом апаратури і комунікацій. Як?

Продуванням, промиванням, іноді випаркою.

Незважаючи на ці заходи, при розбиранні фланців робітники повинні застосовувати запобіжні заходи:

У момент роз'єднання фланців надягти маску протигаза.

Закрити шию коміром спецодягу.

Насунути рукава спецодягу на рукавиці.

Чоботи заправити під штани.

Правила прості, але їхнє недотримання може призвести до серйозних травм.

У деяких процесах перед розкриттям люків апаратури залишки продуктів, що втримуються в них, повинні бути нейтралізовані:

Кислі залишки після промивання водою - найчастіше розчином кальцинованої соди.

Лужні залишки - промиванням апаратури до нейтральної реакції на фенолфталеїн.

Розкриття люків апаратів має свої особливості: наприклад: люки ректифікаційних колон відкривають, починаючи з верхнього. Це виключає тягу повітря через колону й запобігає загорянню й ударам від запалення пари продукту, що залишився в колоні.

При відключенні апаратів й ємностей, що ремонтуються, від трубопроводів обов'язкова установка між фланцями заглушок з відповідної сталі й відповідної міцності.

Від'єднання апаратів закриванням вентилів, засувок, кранів ненадійні й, які можуть бути випадково відкриті.

Заглушка повинна бути забезпечена хвостовиком, пофарбованим у червоний колір. Навіщо?

У спец. журналі ведеться облік установки й зняття таких заглушок. При підготовці апаратури до ремонтних операцій систематично контролюється (аналізується) повітряне середовище в апаратах і біля них. Цей аналіз й є основним критерієм готовності апаратури до ремонту.

Заходи безпеки при ремонті машин і механізмів

Безпека ремонтних робіт забезпечується відключенням усього обладнання від джерел, які могли б привести його в дію.

При зупинці на ремонт обладнання з елементами, які обертаються або рухаються (мішалки, центрифуги й т.ін.) обов'язковим є подвійне відключення: разом із відключенням електроструму й видаленням плавких запобіжників на розподільному щиті необхідно роз'єднати сполучні муфти або зняти привідні ремені від електродвигунів і т.п. На пускових пристроях обов'язкове вивішування плаката "Не включати, працюють люди !"

Обладнання в ремонт готується силами виробничого персоналу цеху: начальник зміни і механік цеху передають підготоване обладнання за актами керівникові ремонтних робіт. (При аварії плюс аварійний акт). Відремонтоване обладнання також приймається за актом. (Або записом у журналі).

Вимоги до слюсарних інструментів

1 Молотки й ручники повинні бути міцно насаджені на рукоятки, їхні бойки мати гладку поверхню, злегка опуклу без косини, вибоїв і тріщин.

2 Зубила - добре заточені, не мати закошених і оббитих потилиць.

3 Напилки й шабери мають бути вставлені в справні ручки з насадженими на них металевими кільцями.

4 Гайкові ключі мають точно відповідати розмірам гайки або голівці болта. Різні підкладки забороняються.

Для цехів, в яких допускається застосування виключно інструментів, які не “іскрять”, їх виготовляють із сплавів алюмінію, бронзи, берилієвої бронзи. Вибухобезпечні гайкові ключі, молотки, кувалди виготовляють із сплаву міді (70%), марганцю, алюмінію, заліза й цинку.

7.3 Дії населення під час виникнення надзвичайної ситуації.

Надзвичайна ситуація може бути різного характеру: соціальна, техногенна, природня. Кожна надзвичайна ситуація несе відповідно свою небезпеку населенню. Надзвичайні ситуації можуть бути різноманітними: викидання в атмосферу шкідливих речовин (це можуть бути як хімічні так і радіоактивні речовини), війна, пожежа, землетрус, смерч та інші.

Правила дії під час надзвичайних ситуацій регламентуються кабінетом міністрів України від 14 березня 2018 р. № 223 «Про затвердження Плану реагування на надзвичайні ситуації». Цей документ містить такі розділи: функції центральних органів виконавчої влади; основні завдання сил цивільного захисту; послідовність дій керівника робіт з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації; та загальні положення де зазначається інформування та оповіщення про загрозу виникнення або виникнення надзвичайної ситуації, переведення органів управління та сил цивільного захисту в режим підвищеної готовності та режим надзвичайної ситуації; дії органів управління та сил цивільного захисту та інші [40].

Кожна надзвичайна ситуація унікальна, й для них існують свої правила поведінки людей. Але не дивлячись на це все існують й загальні правила яких слід дотримуватися, щоб уникнути небезпеки.

Як діяти при проведенні евакуації?

Перед повідомленням про порядок та початок евакуації буде подано звуковий сигнал «УВАГА, ВСІМ!» – сирени і преривисте звучання електросирен. Почувши цей сигнал, негайно увімкніть радіоприймач або телевізор і слухайте повідомлення про надзвичайну ситуацію та порядок дій. Тим, хто знаходиться на вулиці, слід зайти в установу, магазин, де попросити зробити теж саме. На кожний випадок надзвичайних ситуацій підготовлено різні варіанти повідомлень, які потім, з урахуванням конкретних подій, корегуються. Упововж 5 хвилин після подачі звукових сигналів передається мовна інформація про надзвичайну ситуацію. Вислухавши повідомлення, кожний громадянин повинен діяти без паніки і метушні у відповідності з отриманими вказівками .

Загальні правила:

- Попередьте сусідів, надайте допомогу інвалідам, дітям та людям похилого віку.
- Уточніть місце найближчого укриття (приміром, підвальне приміщення, метрополітен, паркінг).
- Підготуйтеся: при виході з собою упакуйте в герметичні пакети та складіть у валізу документи, цінності та гроші, предмети першої необхідності, ліки, мінімум білизни та одягу, запас питної води та консервованих продуктів на 2-3 доби, найпростіші засоби санітарної обробки та гігієни. Дітям дошкільного віку вкласти в кишеню або пришити до одягу записку, у якій вказати прізвище, ім'я та по-батькові дитини та батьків і домашню адресу.
- Обов'язково взяти з собою засоби індивідуального захисту (протигази, респіратори, марлеві пов'язки).
- Перед виходом з будинку вимкніть джерела електро-, водо- і газопостачання, візьміть підготовлені речі.

– На збірних евакуаційних пунктах уважно слухайте та чітко виконуйте всі розпорядження посадових осіб евакуаційних органів та органів охорони громадського порядку .

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., перераб. и доп.- М.: Машиностроение 1980. -576с.
4. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Т.2-4е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение 1979. -559с.
5. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Т.3-4е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение 1980. -557с.
6. Чугаев Р.Р. Гидравлика(Учебник для вузов)-Л.: Энергия, 1975.-600с.
7. https://dnaop.com/html/32211/doc-%D0%9F%D0%86_1.3.10-460-2006
– нормативний документ про інструкції з охорони праці для машиніста насосних установок.
8. http://bookwu.net/book_ekspluataciya-ta-obslugovuvannya-mashin_1037/33_8.5.2-osnovni-vimogi-do-ekspluataci-nasosiv – експлуатація та обслуговування машин.