

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

**ВИПУСКНА РОБОТА
МАГІСТРА**

на тему:

**Розробка відцентрового насоса для перекачування
технічних рідин у цукровому виробництві**

зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»

(освітня програма «Гідравлічні машини, гідроприводи та гідро пневмоавтоматика»)

Виконавець роботи

Книш Олександр Борисович
прізвище, ім'я, по-батькові

підпис, дата

Науковий керівник

к.т.н., доцент
науковий ступінь, учене звання

Панченко В.О.
прізвище, ім'я, по-батькові

підпис, дата

Суми 2022

Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки

Спеціальність 131 – «Прикладна механіка»
Освітня програма «Гідравлічні машини, гідроприводи та гідропневоавтоматика»

гідроаеромеханіки

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
прикладної

_____ Сотник М.І.
“ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ до випускної роботи магістра студенту

Книш Олександр Борисович
(прізвище, ім'я, по батькові)

- 1. Тема роботи - «Розробка відцентрового насоса для перекачування технічних рідин у цукровому виробництві»**
затверджена наказом по університету від ___ " ___ " _____ 20__ р. № _____
- 2. Термін здачі студентом закінченої роботи - _____ 2022 р.**
- 3. Вихідні дані до проекту:**
параметри насосу:
подача насоса $Q_n = 75 \text{ м}^3/\text{год}$, напір $H_n = 53 \text{ м}$, частота обертів $n_n = 3000 \text{ об/хв}$.
- 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):**
гідравлічні розрахунки, розрахунки з вибору електродвигуна, розрахунок кінцевого ущільнення, розрахунки на міцність, розрахунки з вибору підшипників.
- 5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):**
креслення робочого колеса (А1), складальне креслення насоса (А1), креслення корпусу насоса (А1), теоретичне креслення робочого колеса (А1), робоче креслення робочого колеса (А1).

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Найменування етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальна характеристика консольних насосів		
2	Вибір конструктивної схеми насоса		
3	Опис конструкції вибраного насоса		
4	Гідравлічні розрахунки		
5	Теоретичне креслення робочого колеса		
6	Виконання розділу «Охорона праці»		Керівник
7	Виконання економічного розділу		Керівник
8	Оформлення звіту з практики		
9	Розрахунки з вибору електродвигуна		
10	Розрахунок кінцевого ущільнення		
11	Розрахунки на міцність		
12	Розрахунки з вибору підшипників		
13	Креслення робочого колеса		
15	Складальне креслення насоса		Керівник
17	Оформлення РПЗ та графічних матеріалів		
18	Представлення роботи керівнику. Внесення поправок.		
19	Перевірка роботи на плагіат.		
20	Час для попереднього захисту. Підготовка доповіді до захисту.		
21	Розміщення роботи в репозитарій. Отримання рецензії.		
22	Захист роботи в ЕК (згідно графіка захисту).		До захисту робота допускається після перевірки на плагіат

Дата видачі завдання - _____ 2022 р.

Студент _____
(підпис)

Керівник _____
(підпис)

Панченко В.О.
(прізвище, ініціали)

Реферат

Пояснювальна записка: 60 с., 8 рисунків, 6 таблиць, 8 літературних джерел.

Тема дипломного проекту «Розробка відцентрового насоса для перекачування технічних рідин у цукровому виробництві»

Графічні матеріали: 4 аркуша формату А1:

креслення робочого колеса, складальне креслення насоса, теоретичне креслення робочого колеса, креслення відводу насоса.

Мета проекту – розробка насосного агрегату для перекачування технологічних рідин цукрового виробництва: подача $75 \text{ м}^3/\text{год}$, напір – 53 м, частота обертання – 3000 об/хв.

Згідно із поставленою метою було:

- обґрунтовано вибір конструктивної схеми насоса;
- виконано опис конструкції насосного агрегату;
- виконано гідравлічні розрахунки: розрахунок робочого колеса та відводу, визначення осьової та радіальної гідродинамічних сил, вибір кінцевого ущільнення, розрахунок насоса на кавітацію;
- виконано розрахунки на міцність: валу (визначення реакцій у опорах та розрахунок коефіцієнту запасу міцності валу), підшипників, шпонкових з'єднань;
- вибрана з'єднувальна муфта.

У економічному розділі було розглянуто систему сертифікації нової техніки.

У розділі із охорони праці було розглянуто запобігання травматизму на виробництві.

Ключові слова: НАСОС, РОБОЧЕ КОЛЕСО, НАПІР, ПОДАЧА, НАДІЙНІСТЬ, ТИСК, ВАЛ, МІЦНІСТЬ.

Зміст

	С.
Реферат.....	4
Вступ.....	6
1 Гідравлічні розрахунки	8
2 Розрахунок гідродинамічних сил	30
3 Розрахунки на міцність	36
3.1 Вибір електродвигуна.....	36
3.2 Розрахунок пускової моментної характеристики.....	36
3.3 Конструювання вала	39
3.4 Розрахунок кінцевого ущільнення вала	40
3.5 Розрахунок вала.....	42
3.6 Розрахунок шпонкового з'єднання	46
3.7 Вибір підшипників та розрахунок на довговічність	49
4 Розділ з охорони праці	50
7 Економічний розділ.....	55
Список використаної літератури	59

					131.01ВР.000.00 ПЗ			
<i>Зм</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Книш			Розробка відцентрового насоса для перекачування технічних рідин у цукровому виробництві	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>		Панченко					4	60
<i>Н. контр.</i>		Алексеєнко			СумДУ ГМмз-11с			
<i>Затв.</i>								

Вступ

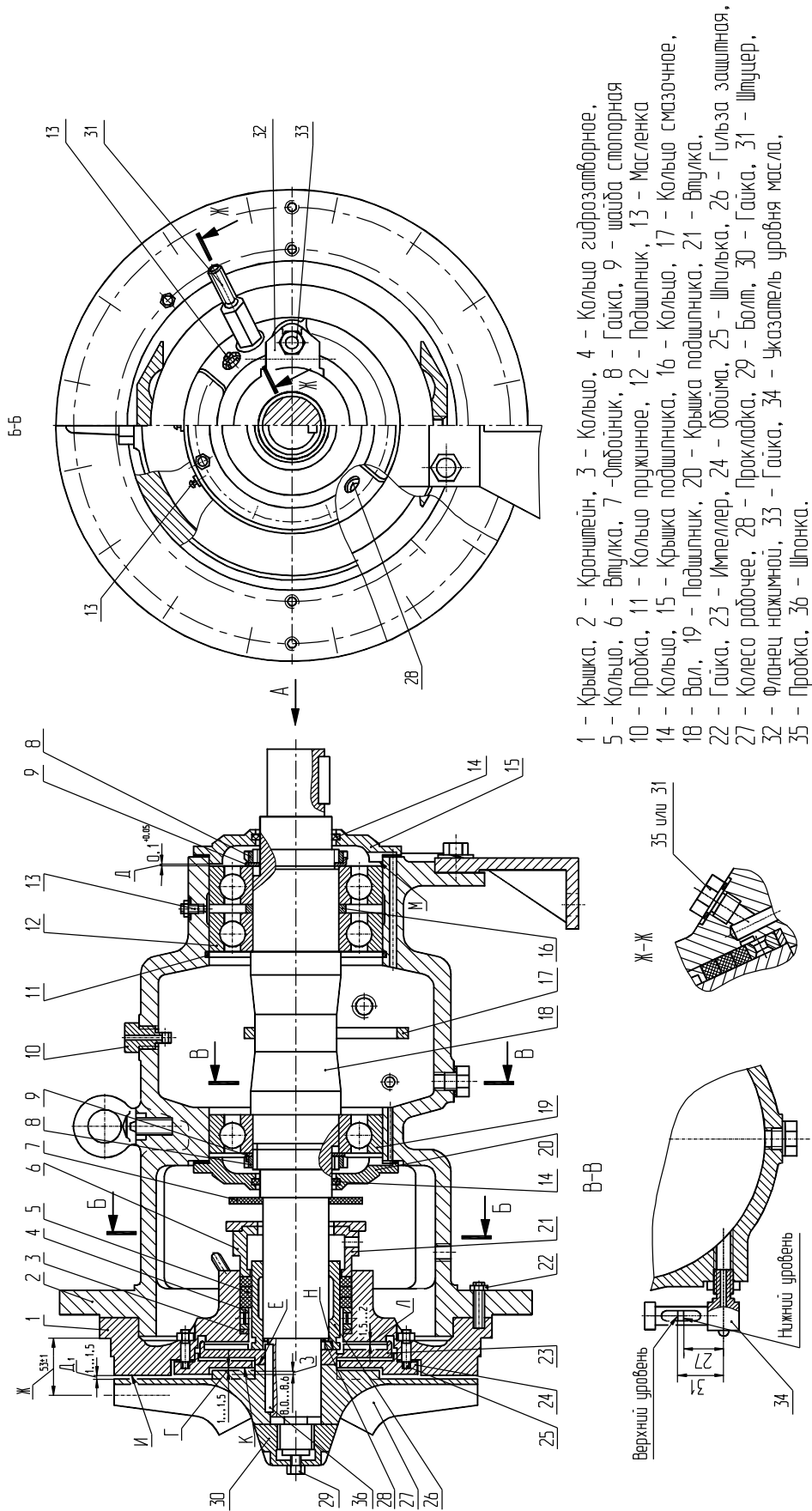
Насоси відцентрові консольні типу СКО застосовують для виробництва цукру, для потреб комунально-житлових підприємств та інших галузей промисловості. Перекачуване цими насосами середовище: суспензії із вмістом взвішених частинок до 30% за масою, соки, сиропи, вапнякове молоко, вода та інші подібні технологічні рідини.

Конструкція насосів цього типу: насос горизонтальний, консольний з осьовим підведенням перекачуваної рідини. Базовою деталлю насоса є корпус спіральний з опорними лапами. Напірний патрубок насоса розташований вертикально вгору. Встановлення комбінованого кінцевого ущільнення суттєво знижує зовнішні витрати. Необхідне під час перекачування кристалічних середовищ (наприклад, цукрового сиропу) промивання насоса після зупинення здійснюють за допомогою пари без його розбирання. У якості опор ротора застосовують підшипники кочення. Змащування за вибором споживача – рідке або консистентне. Розвантаження підшипників від осьових навантажень здійснює імпелер. Привод насоса здійснюється через з'єднувальну пружну втулково-пальцеву муфту. Напрямок обертання ротора за годинниковою стрілкою, якщо дивитися з боку приводу.

До корпусу насоса кріпиться виїмна частина 4, яка складається із статорних та роторних деталей. До фланця кронштейна, з боку півмуфти насоса, за допомогою болтів кріпиться стійка. За допомогою стійки та лап, виконаних на корпусі, насос кріпиться до фундаментної рами, звареної зі сталевого прокату. Основною деталлю виїмної частини є кронштейн, у розточеннях якого встановлені підшипники кочення, що у свою чергу є опорами ротора насоса. Ротор насоса складається з валу, робочого колеса, імпелера, захисної гільзи, півмуфти насоса, кріпильних та інших деталей.

У насосі встановлено комбіноване кінцеве ущільнення, яке складається з імпелера та сальникової набивки. Розрізні кільця м'якої сальникової набивки підискають букси.

					131.01BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						6
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



- 1 - Крышка, 2 - Кронштейн, 3 - Кольцо, 4 - Кольцо гидрозатворное, 5 - Кольцо, 6 - Втулка, 7 - Ободчик, 8 - Гайка, 9 - шайба стопорная, 10 - Пробка, 11 - Кольцо пружинное, 12 - Подшплиц, 13 - Масленка, 14 - Кольцо, 15 - Крышка подшипника, 16 - Кольцо, 17 - Кольцо смазочное, 18 - Вал, 19 - Подшплиц, 20 - Крышка подшипника, 21 - Втулка, 22 - Гайка, 23 - ИмPELLер, 24 - Ободка, 25 - Шпилька, 26 - Гильза защитная, 27 - Колесо рабочее, 28 - Прокладка, 29 - Болт, 30 - Гайка, 31 - Штуцер, 32 - Фланец нажимной, 33 - Гайка, 34 - Указатель уровня масла, 35 - Пробка, 36 - Шпонка.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

131.01BP.000.00 ПЗ

1 Гідравлічні розрахунки

Розраховуємо коефіцієнт швидкості

$$n_s = \frac{3,65 \cdot n \sqrt{Q}}{H^{\frac{3}{4}}}$$
$$n_s = \frac{3,65 \cdot 3000 \sqrt{\frac{70}{3600}}}{48^{\frac{3}{4}}} = 92$$

1.1 Розрахуємо повний ККД насоса:

$$\eta = \eta_z \cdot \eta_o \cdot \eta_m, \quad (1.1)$$

де η_z - гідравлічний ККД; [1, ст.27]

$$\eta_z = 1 - \frac{0,42}{(\ln D_{1np} - 0,172)^2}, \quad (1.2)$$

де D_{1np} - приведений діаметр входу, мм; [1, ст. 28]

$$D_{1np} = k_{ex} \cdot \sqrt[3]{\frac{Q_p}{n}}, \quad (1.3)$$

де k_{ex} - коефіцієнт входу (приймаємо $k_{ex} = 4,1$); [1, ст. 28]

Q_p - дійсна подача, m^3/c ;

$$Q_p = \frac{Q}{\eta_o}; \quad (1.4)$$

η_o - об'ємний ККД (0,9-0,98); [1, ст. 27, 111]

$$\frac{1}{\eta_o} = 1 + 0,68 \cdot n_s^{-2/3}, \quad (1.5)$$

$$\eta_o = \frac{1}{1 + 0,68 \cdot 81^{-2/3}} = 0,96.$$

Згідно з формулою (4):

$$Q_p = \frac{50}{0,96} = 52,08 m^3 / год .$$

Із формулою (3)

					131.01BP.000.00 ПЗ	Лист
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D_{\text{нр}} = 4,1 \cdot \sqrt[3]{\frac{52,08 / 3600}{3000}} = 69 \text{ мм} .$$

Далі знаходимо гідравлічний ККД:

$$\eta_z = 1 - \frac{0,42}{(\ln 69 - 0,172)^2} = 0,97 ;$$

η_m - механічний ККД, який складається з внутрішнього та зовнішнього (0,95-0,99); [1, ст. 27, 115]

$$\frac{1}{\eta_{\text{м.вн}}} = 1 + \frac{820}{n_s^2} , \quad (1.6)$$

$$\eta_{\text{м.вн}} = \frac{1}{1 + \frac{820}{81^2}} = 0,89 .$$

Підставляємо отримані значення ККД у формулу (1)

$$\eta = 0,97 \cdot 0,96 \cdot 0,95 \cdot 0,89 = 0,79 .$$

1.2 Виконаємо попередній розрахунок потужності насоса:

$$N = (\rho \cdot g \cdot Q \cdot H) / \eta , \quad (1.7)$$

$$N = (1320 \cdot 9,81 \cdot (50 / 3600) \cdot 40) / 0,79 = 9,1 \text{ кВт} .$$

1.2 Побудова меридіанної проєкції проточної частини

1.2.1 Знайдемо діаметр вала під робоче колесо [1, ст.28]:

$$d_g = (130 \div 160) \cdot \sqrt[3]{\frac{N}{n}} , \quad (1.8)$$

$$d_g = (130 \div 160) \cdot \sqrt[3]{\frac{9,1}{3000}} = (19 \div 23) \text{ мм}$$

Приймаємо $d_g = 22 \text{ мм}$. [2, ст.161]

1.2.2 Визначимо колову швидкість на виході з робочого колеса:

					131.01ВР.000.00 ПЗ	Лист
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$U_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot H}, \quad (1.9)$$

$$U_2 = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 40} = 28 \text{ м/с}.$$

1.2.3 Визначимо діаметр колеса на виході (для $n_s \leq 100$)[1, ст. 28]:

$$D_2 = 19,1 \cdot \frac{\sqrt{2 \cdot g \cdot H}}{n}, \quad (1.10)$$

$$D_2 = 19,1 \cdot \frac{\sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 40}}{3000} = 0,178 \text{ м} = 178 \text{ мм}.$$

1.2.4 Знайдемо діаметр вхідної воронки [1, ст. 28]:

$$D_{1np} = \sqrt{D_0^2 - d_{em}^2}, \quad (1.11)$$

$$D_0 = \sqrt{D_{1np}^2 + d_{em}^2}, \quad (1.12)$$

де d_{em} - діаметр втулки, мм;

$$d_{em} = (1,2 \div 1,25) \cdot d_e, \quad (1.13)$$

$$d_{em} = (1,2 \div 1,25) \cdot 22 = (26,4 \div 27,5) \text{ мм}$$

Приймаємо $d_{em} = 28 \text{ мм}$

					131.01BP.000.00 ПЗ	Лист
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді

$$D_0 = \sqrt{69^2 + 28^2} = 75 \text{ мм.}$$

1.2.5 Ширину робочого колеса b_2 визначимо з рівності площ входу і виходу:

$$b_2 = \frac{D_0^2 - d_{\text{ем}}^2}{4 \cdot D_2}, \quad (1.14)$$

$$b_2 = \frac{75^2 - 28^2}{4 \cdot 178} = 6,8 \text{ мм.}$$

1.2.6 Проводимо уточнений розрахунок робочого колеса (визначаємо D_0) [1, ст.

28]:

$$D_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_p}{\pi \cdot \nu_0} + d_{\text{ем}}^2}, \quad (1.15)$$

де ν_0 - швидкість рідини на вході, м/с;

$$\nu_0 = (0,06 \div 0,08) \cdot \sqrt[3]{Q_p \cdot n^2}, \quad (1.16)$$

$$\nu_0 = (0,06 \div 0,08) \cdot \sqrt[3]{\frac{52,08}{3600} \cdot 3000^2} = (3,04 \div 4,05) \text{ м/с}$$

					131.01ВР.000.00 ПЗ	Лист
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$v_0 = \frac{4 \cdot Q_p}{3600 \cdot \pi \cdot D_{\text{впр}}^2}$$

$$v_0 = \frac{4 \cdot 52,08}{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,069^2} = 3,87 \text{ м/с}$$

тоді:

$$D_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot (52,08 / 3600)}{3,14 \cdot 3,87} + \left(\frac{28}{1000}\right)^2} = 0,075 \text{ м} = 75 \text{ мм.}$$

1.2.7 Попередньо визначаємо положення вхідної кромки лопаті:

$$D_1 = 0,8 \cdot D_0, \quad (1.17)$$

$$D_1 = 0,8 \cdot 75 = 60 \text{ мм.}$$

1.2.8 Визначаємо ширину лопаті на вході b_1 :

$$b_1 = (1,0 \div 2,5) \cdot \frac{D_0}{4} \cdot \left(1 - \frac{d_{\text{см}}}{D_0^2}\right), \quad (1.18)$$

$$b_1 = (1,0 \div 2,5) \cdot \frac{75}{4} \cdot \left(1 - \frac{28}{75^2}\right) = (18,66 \div 46,64) \text{ мм.}$$

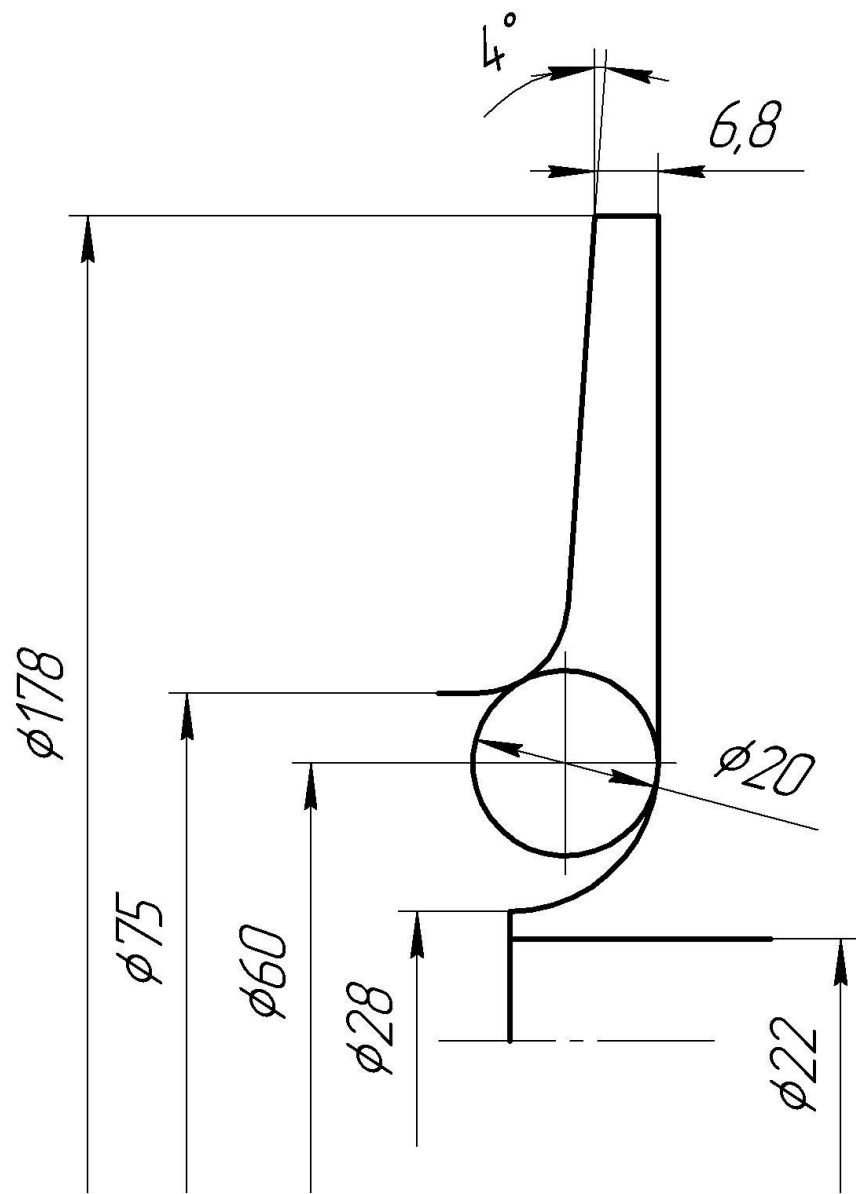
$$b_1 = \frac{Q_p}{\pi \cdot D_1 \cdot V_{1m} \cdot 3600}$$

$$b_1 = \frac{52,08}{3,14 \cdot 60 \cdot 3,87 \cdot 3600} = 20 \text{ мм}$$

Приймаємо $b_1 = 20 \text{ мм}$.

1.2.9 Будуємо меридіанну проекцію проточної частини робочого колеса (рисунок 1.1).

					131.01ВР.000.00 ПЗ	Лист
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

131.01BP.000.00 ПЗ

Лист

13

1.3 Визначення геометричних параметрів на вході в робоче колесо

1. Знайдемо меридіанну складову абсолютної швидкості:

$$V_{1m} = \psi_1 \cdot V'_{1m}, \quad (1.19)$$

де $V'_{1m} = v_0 = 3,87 \text{ м/с}$;

ψ_1 - коефіцієнт стиснення потоку на вході, $\psi_1 = 1,15 \div 1,3$. Приймаємо $\psi_1 = 1,3$.

$$V_{1m} = 1,3 \cdot 3,87 = 5,031 \text{ м/с}.$$

2. Визначаємо кут установки лопаті на вході:

$$\beta_1 = \beta_{1n} + \Delta\beta, \quad (1.20)$$

де β_{1n} - кут потоку на вході;

$$\beta_{1n} = \arctg \frac{V_{1m}}{U_1 - V_{1u}}, \quad (1.21)$$

де $V_{1u} = 0$;

U_1 - колова швидкість на вході, м/с;

$$U_1 = \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot r_1,$$

$$U_1 = \frac{3,14 \cdot 3000}{30} \cdot 0,03 = 9,42 \text{ м/с} \quad (1.22)$$

$$\beta_{1n} = \arctg \frac{5,031 \cdot 30}{3,14 \cdot 3000 \cdot 0,03} = 28,09^\circ;$$

$\Delta\beta$ - кут атаки, $\Delta\beta = 3 \div 8^\circ$, приймаємо $\Delta\beta = 8^\circ$;

$$\beta_1 = 28,09 + 8 = 36,09^\circ.$$

3. Приймаємо 7 лопатей, товщиною $S=5 \text{ мм}$.

4. Уточнюємо коефіцієнт стиснення потоку:

$$\psi'_1 = \frac{t_1}{t_1 - \left(\frac{S_1}{\sin \beta_1}\right)}, \quad (1.23)$$

де t_1 - відстань між сусідніми лопатями, мм;

$$t_1 = \frac{\pi \cdot D_1}{z}, \quad (1.24)$$

$$t_1 = \frac{3,14 \cdot 60}{7} = 26,91 \text{ мм};$$

					131.01BP.000.00 ПЗ	Лист
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\psi'_1 = \frac{26,91}{26,91 - \left(\frac{5}{\sin 36,09}\right)} = 1,46.$$

$$|\psi'_1 - \psi_1| \leq 0,01, \text{ то } |1,46 - 1,3| \geq 0,01.$$

Приймаємо $\psi_1 = 1,46$

$$V_{1m} = 1,46 \cdot 3,87 = 5,65 \text{ м/с}.$$

5. Визначаємо кут установки лопаті на вході:

$$\beta_1 = \beta_{1n} + \Delta\beta, \quad (1.20)$$

де β_{1n} - кут потоку на вході;

$$\beta_{1n} = \arctg \frac{V_{1m}}{U_1 - V_{1u}}, \quad (1.21)$$

де $V_{1u} = 0$;

U_1 - колова швидкість на вході, м/с;

$$U_1 = \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot r_1,$$

$$U_1 = \frac{3,14 \cdot 3000}{30} \cdot 0,03 = 9,42 \text{ м/с}, \quad (1.22)$$

$$\beta_{1n} = \arctg \frac{5,65 \cdot 30}{3,14 \cdot 3000 \cdot 0,03} = 30,94^\circ;$$

$\Delta\beta$ - кут атаки, $\Delta\beta = 3 \div 8^\circ$, приймаємо $\Delta\beta = 5^\circ$;

$$\beta_1 = 30,94 + 5 = 35,94^\circ.$$

6. Приймаємо 7 лопатей, товщиною $S=5$ мм.

7. Уточнюємо коефіцієнт стиснення потоку:

$$\psi'_1 = \frac{t_1}{t_1 - \left(\frac{S_1}{\sin \beta_1}\right)}, \quad (1.23)$$

де t_1 - відстань між сусідніми лопатями, мм;

$$t_1 = \frac{\pi \cdot D_1}{z}, \quad (1.24)$$

$$t_1 = \frac{3,14 \cdot 60}{7} = 26,91 \text{ мм};$$

					131.01BP.000.00 ПЗ	Лист
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\psi'_1 = \frac{26,91}{26,91 - \left(\frac{5}{\sin 35,94}\right)} = 1,47.$$

$$|\psi'_1 - \psi_1| \leq 0,01, \text{ то } |1,47 - 1,46| \leq 0,01.$$

1.4 Визначення геометричних параметрів на виході з робочого колеса

Діаметр колеса на виході (для $n_s \leq 100$):

$$D_2 = 178 \text{ мм.}$$

Визначаємо меридіанну швидкість без урахування стиснення потоку лопатями:

$$V'_{2m} = (0,5 \div 1,0) \cdot V'_{1m}, \quad (1.26)$$

$$V'_{2m} = (0,5 \div 1,0) \cdot 3,87 = (1,94 \div 3,87) \text{ м/с.}$$

Приймаємо $V'_{2m} = 2 \text{ м/с.}$

Визначаємо кут нахилу лопаті на виході [1, ст. 30]:

$$\beta_2 = \arcsin\left(\frac{\psi_2}{\psi_1} \cdot \frac{W_1}{W_2} \cdot \frac{V'_{2m}}{V'_{1m}} \cdot \sin \beta_1\right), \quad (1.27)$$

де ψ_2 - коефіцієнт стиснення потоку на виході з РК, $\psi_2 = (1,05 \div 1,1)$.

Приймаємо $\psi_2 = 1,05$.

$\frac{W_1}{W_2}$ - приймаємо виходячи з монограми [1, ст.30, рис.15] $\frac{W_1}{W_2} = 1,45$;

$$\beta_2 = \arcsin\left(\frac{1,05}{1,46} \cdot 1,45 \cdot \frac{2}{3,87} \cdot \sin 35,94\right) = 18,44^\circ.$$

					131.01ВР.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Уточнюємо D_2 і b_2 з урахуванням кінцевого числа лопатей. Знаходимо колову швидкість на виході з робочого колеса:

$$U_2 = \frac{V_{2m}}{2 \cdot \operatorname{tg} \beta_2} + \sqrt{\left(\frac{V_{2m}}{2 \cdot \operatorname{tg} \beta_2}\right)^2 + g \cdot H_{T\infty} + V_{1U} \cdot U_1}, \quad (1.28)$$

де V_{2m} - меридіанна складова абсолютної швидкості, м/с;

$$V_{2m} = \psi_2 \cdot V'_{2m},$$

$$V_{2m} = 1,05 \cdot 2 = 2,1 \text{ м/с};$$

$H_{T\infty}$ - напір, м;

$$H_{T\infty} = \frac{H}{\eta_z \cdot k_z}, \quad (1.29)$$

де k_z - поправка на кінцеве число лопатей;

$$k_z = \frac{1}{1+p}; \quad (1.30)$$

$$p = 2 \cdot \frac{\psi}{z} \cdot \frac{1}{1 - \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2}; \quad (1.31)$$

$$\psi = (0,55 \div 0,65) + 0,6 \cdot \sin \beta_2, \quad (1.32)$$

$$\psi = (0,55 \div 0,65) + 0,6 \cdot \sin 18,44 = 0,740 \div 0,840.$$

Приймаємо $\psi = 0,79$.

Тоді

$$p = 2 \cdot \frac{0,79}{7} \cdot \frac{1}{1 - \left(\frac{60}{178}\right)^2} = 0,255;$$

					131.01BP.000.00 ПЗ	Лист
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$k_z = \frac{1}{1+0,255} = 0,797;$$

$$H_{T\infty} = \frac{40}{0,97 \cdot 0,797} = 51,74 \text{ м.}$$

Підставляємо отримані значення у формулу (1.28)

$$U_2 = \frac{2,1}{2 \cdot \text{tg}18,44} + \sqrt{\left(\frac{2,1}{2 \cdot \text{tg}18,44}\right)^2 + 9,81 \cdot 51,74 + 0 \cdot 9,42} = 25,9 \text{ м/с.}$$

Знаходимо D_2 і b_2 :

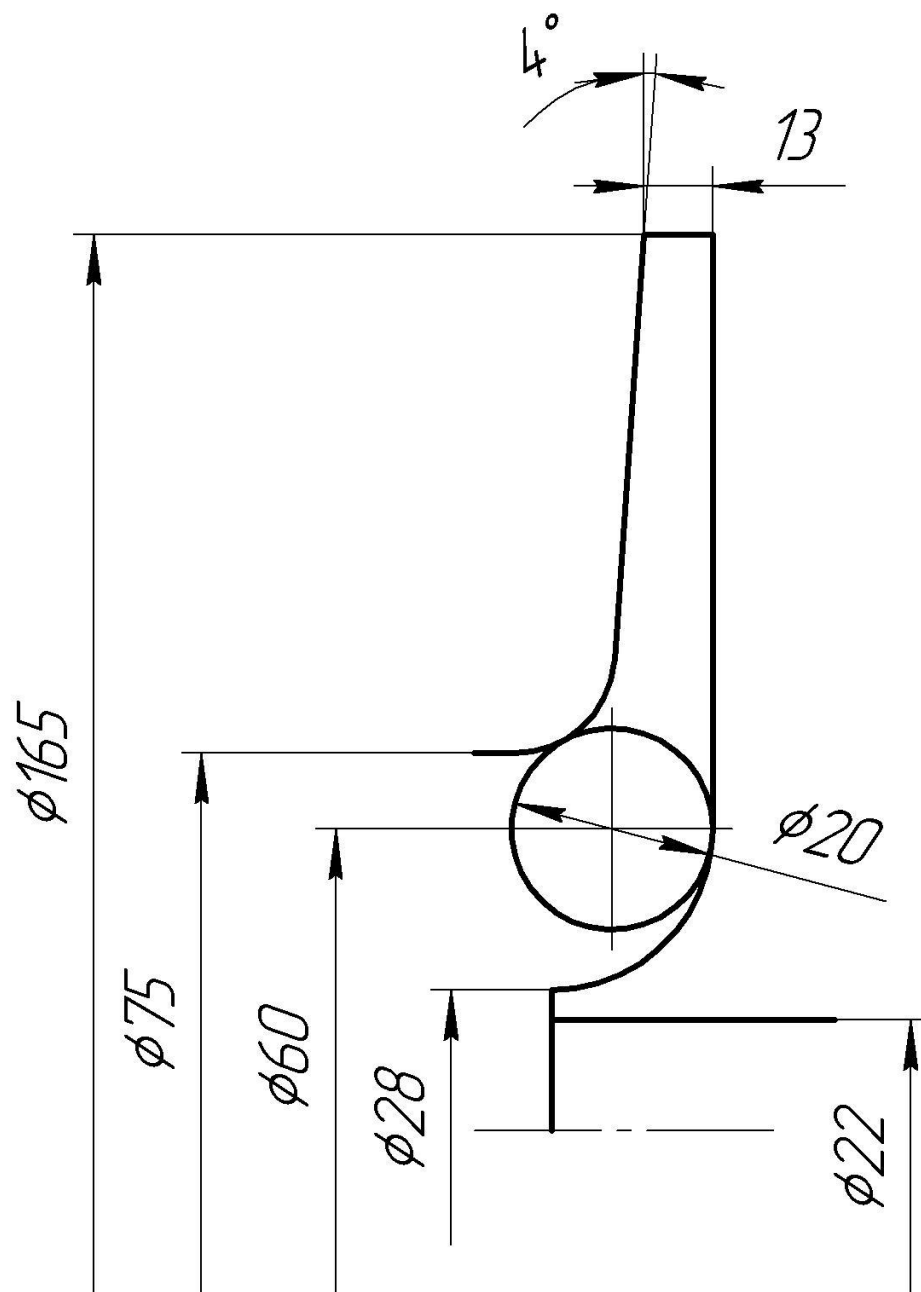
$$D_2 = \frac{60 \cdot U_2}{\pi \cdot n}, \quad (1.33)$$

$$D_2 = \frac{60 \cdot 25,9}{3,14 \cdot 3000} = 0,165 \text{ м} = 165 \text{ мм},$$

$$b_2 = \frac{Q_p}{\pi \cdot D_2 \cdot v_{2m}}, \quad (1.34)$$

$$b_2 = \frac{52,08}{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,165 \cdot 2,1} = 13 \text{ мм.}$$

					131.01BP.000.00 ПЗ	Лист
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

131.01BP.000.00 ПЗ

Лист

19

1.5 Проектування меридіонального перерізу робочого колеса

Кут нахилу покривного диску допускається $0 - 5^{\circ}$.

Площу на вході в робоче колесо знайдемо за формулою

$$F_{\text{вх}} = \frac{\pi}{4} \cdot (D_0^2 - d_{\text{вм}}^2), \quad (1.35)$$

$$F_{\text{вх}} = \frac{3,14}{4} \cdot (75^2 - 22^2) = 4038 \text{ мм}^2.$$

Площа на виході:

$$F_{\text{вих}} = \pi \cdot D_2 \cdot b_2, \quad (1.36)$$

$$F_{\text{вих}} = 3,14 \cdot 165 \cdot 13 = 6739 \text{ мм}^2.$$

Визначимо F_i :

$$F_i = 2 \cdot \pi \cdot r_i \cdot b_i. \quad (1.37)$$

Будуємо меридіональний переріз (рисунок 1).

					131.01BP.000.00 ПЗ	Лист
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

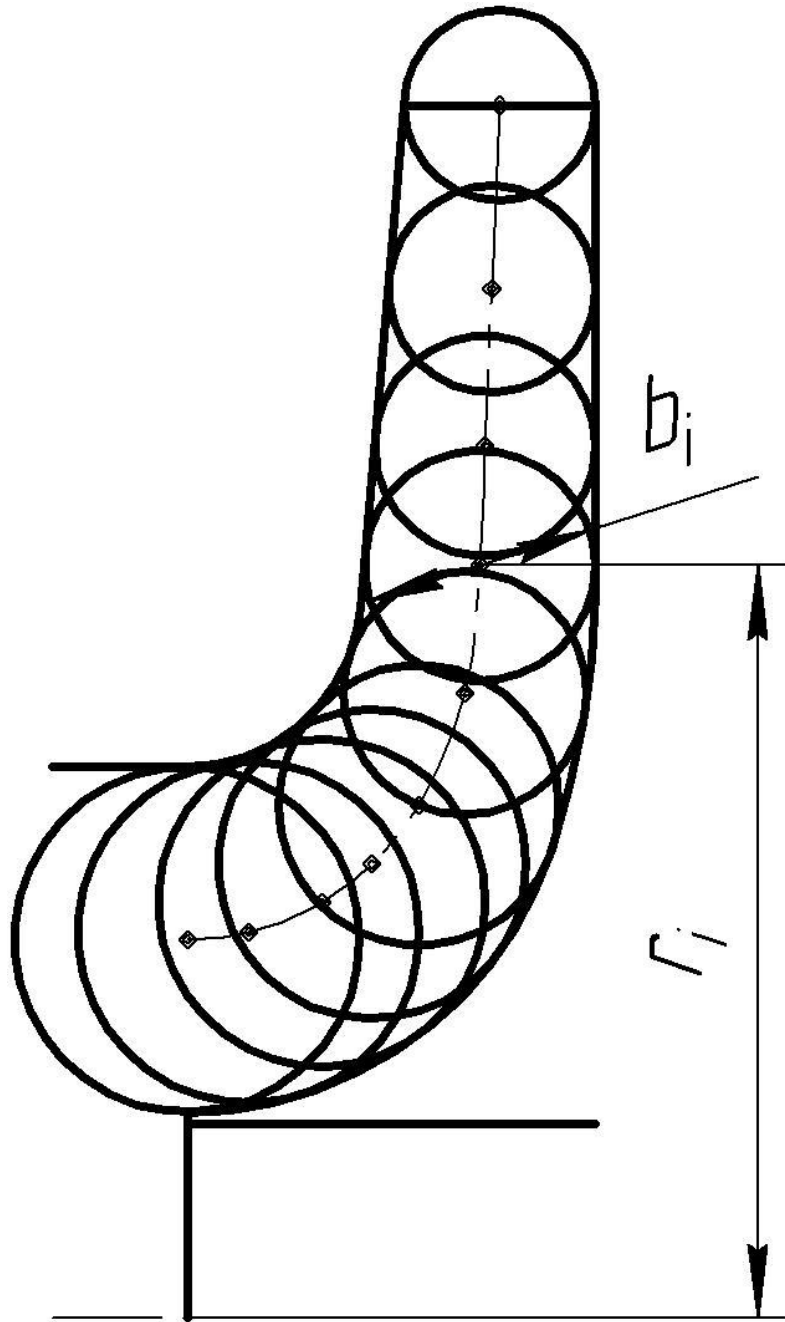


Рисунок 1. Проектування меридіонального перерізу

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

131.01ВР.000.00 ПЗ

Лист

21

Таблиця 1.1 – Дані для побудови меридіонального перерізу

№	r_i , мм	b_i , мм	l_i ,мм
1	23,7 8	24,1	0
2	24,4 1	23,9 2	6,18
3	28,7 8	23,3 9	7,32
4	30,0 6	22,0 7	6,38
5	34,8 5	19,5 7	7,31
6	43,7 1	18,3 4	9,41
7	51,4 4	17,7 5	9,98
8	59,5 7	17,1 4	9,36
9	69,1 8	16,2 3	10,6 4
10	82,4 8	15,1 8	12,7 2

Правильність побудови меридіонального перерізу перевіряємо за допомогою графіка.

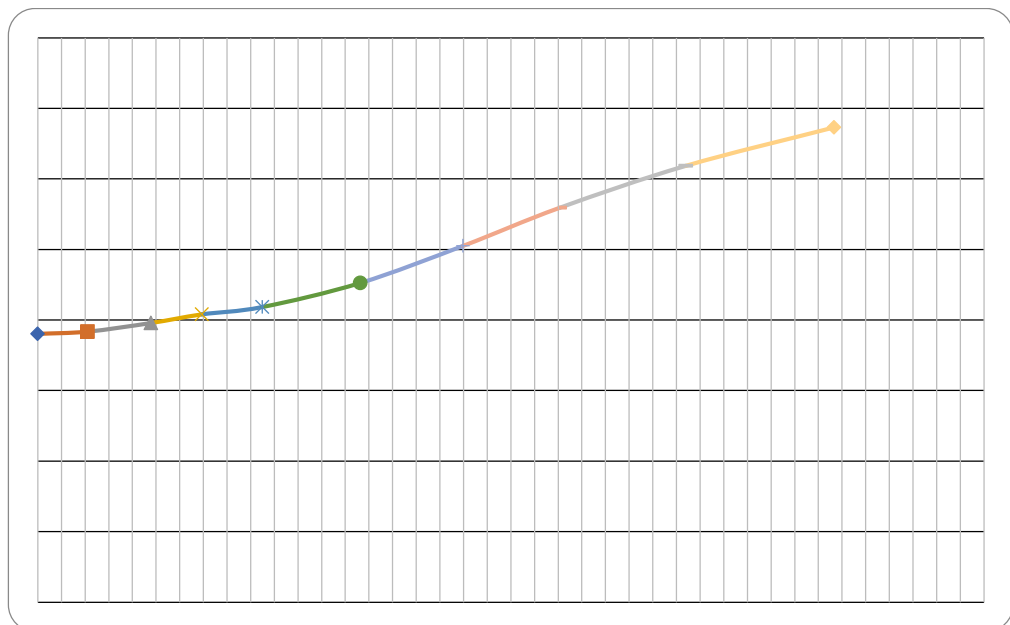


Рисунок 2 – Графік перевірки правильності побудови меридіонального перерізу

1.6 Розрахунок рівношвидкісного потоку

Будуємо еквіпотенціальні поверхні та визначаємо координати відповідних точок (рисунок 3). При побудові поверхонь повинна виконуватися умова ортогональності.

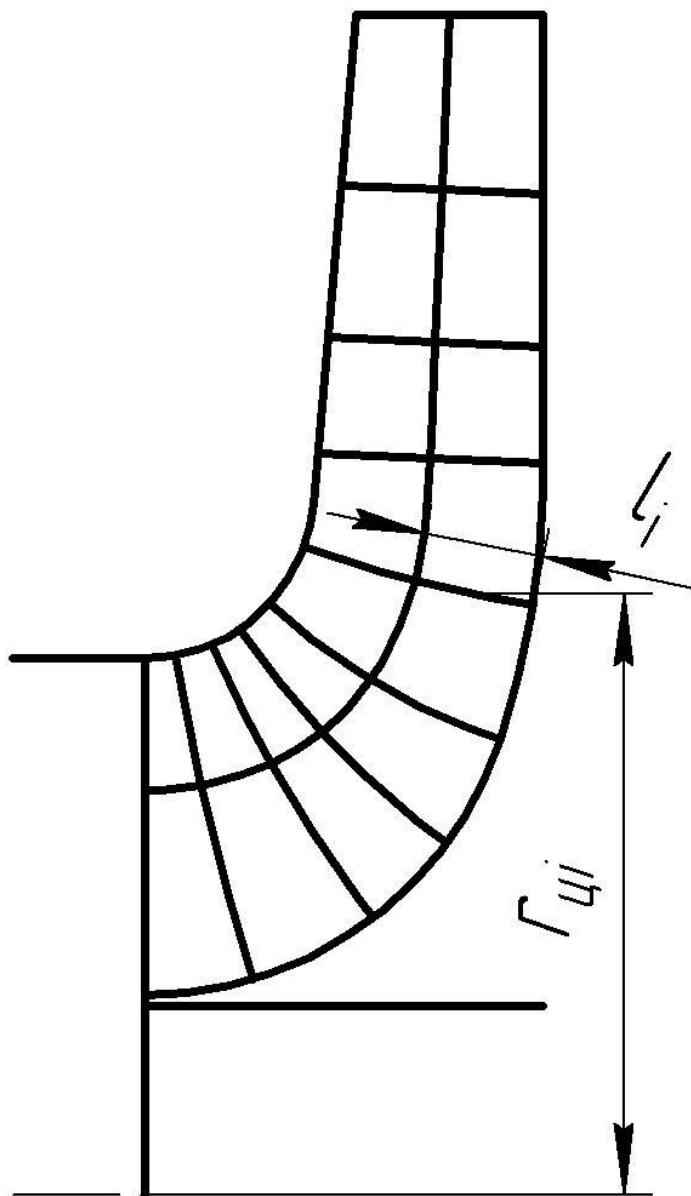


Рисунок 3 – Побудова еквіпотенціальних поверхонь

					131.01BP.000.00 ПЗ	Лист
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2 – Координати точок

№	r_i , мм	l_i , мм	$r \cdot l_i$, мм ²	$\delta l/l$
1	72,1 3	9,21	511,3	
2	72,3 2	9,28	512,7	0,41
1	71,8 7	9,44	561,7	
2	71,5 9	9,52	560,3	0,59
1	63,9 1	9,88	524,7	
2	63,5 2	9,69	522,8	0,32
1	46,2 7	10,0 5	455,4	
2	44,1 2	10,2 2	459,8	1,42
1	40,5 7	10,0 8	449,8	
2	33,6 8	11,1 1	451,6	1,12
1	37,8 7	11,2 7	429,8	
2	30,3 3	13,5 3	441,7	0,83
1	36,4 2	11,3 8	432,4	

2	24,8 9	14,7 7	431,3	1,52
1	35,1 5	11,2 4	409,7	
2	23,5 1	16,1 9	421,9	0,77

1.7 Профілювання лопаті

Для $n_s=108$:

- кількість потоків – 2;
- кількість розрахункових перерізів – 3
- кут $\Theta = 120^\circ$ (рисунок 1.6).

Профілювання проводимо по середній лінії течії. В якості відображаючої поверхні приймають циліндр. Для розрахунків приймають радіус циліндра $R_{к.ц.}=150-200$ мм. На розгортці комфортного циліндру проводимо лінії на відстані одна від іншої:

- вертикальні:

$$\Delta L = \frac{R_{к.ц.}}{c}, \quad (1.38)$$

де c – постійна, приймаємо $c=10$;

$$\Delta L = \frac{200}{10} = 20 \text{ мм};$$

- горизонтальні:

$$\Delta S = \frac{\pi \cdot R_{к.ц.} \cdot \Delta \varphi}{180^\circ}, \quad (1.39)$$

де $\Delta \varphi = 5 \div 10^\circ$. Приймаємо $\Delta \varphi = 10^\circ$;

					131.01BP.000.00 ПЗ	Лист
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta S = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 10}{180} = 34,9 \text{ мм.}$$

Розбиваємо лінії тока на ділянки у відповідності до умови комфортності:

$$\frac{r_{cp_i}}{\Delta l_i} = \frac{R_{к.ц.}}{\Delta L} = const = c, \quad (1.40)$$

де $\frac{r_{cp_i}}{\Delta l_i} = 10 \pm 2,5\%$.

					131.01BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						26
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

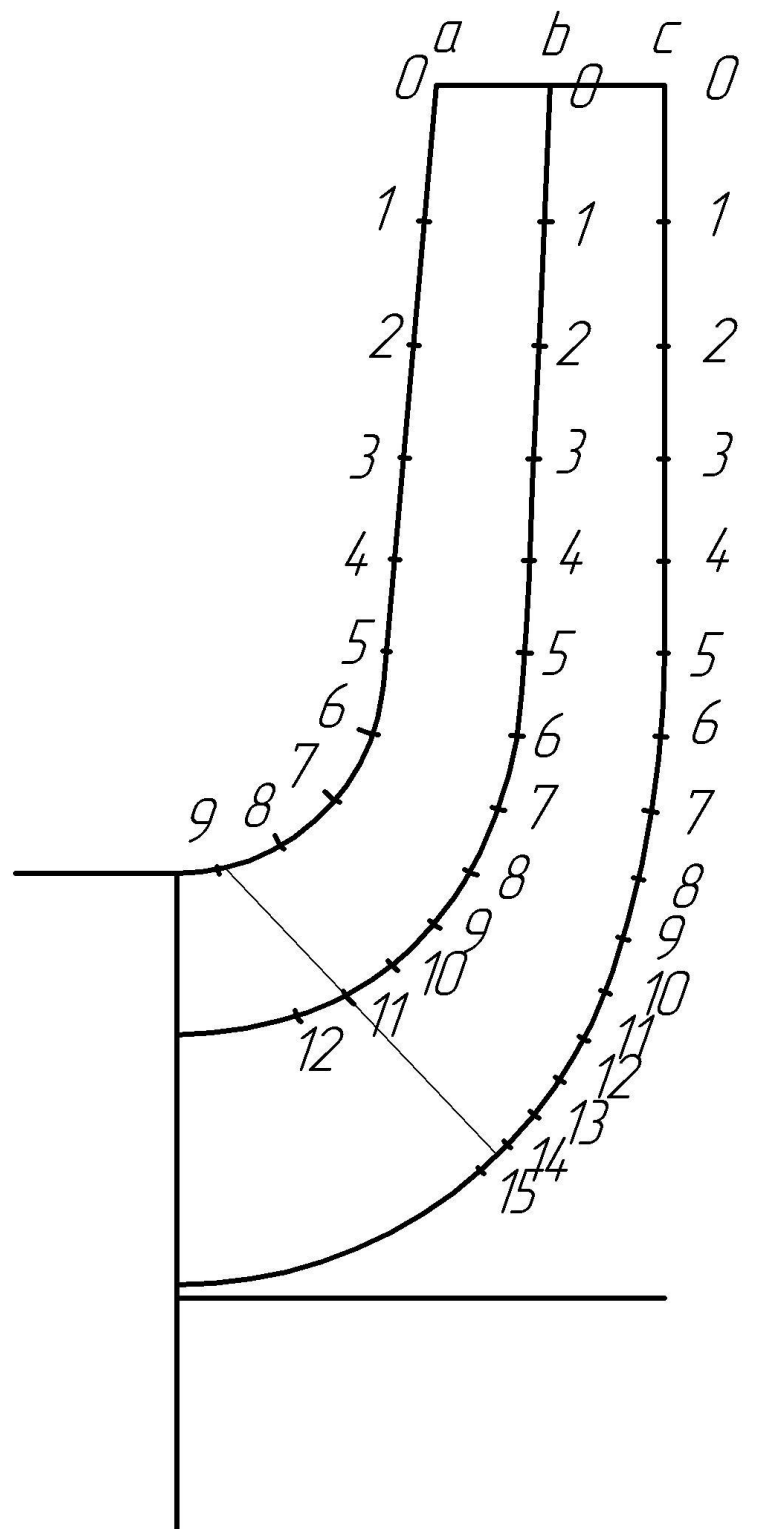


Рисунок 1.5 – Побудова конформного зображення

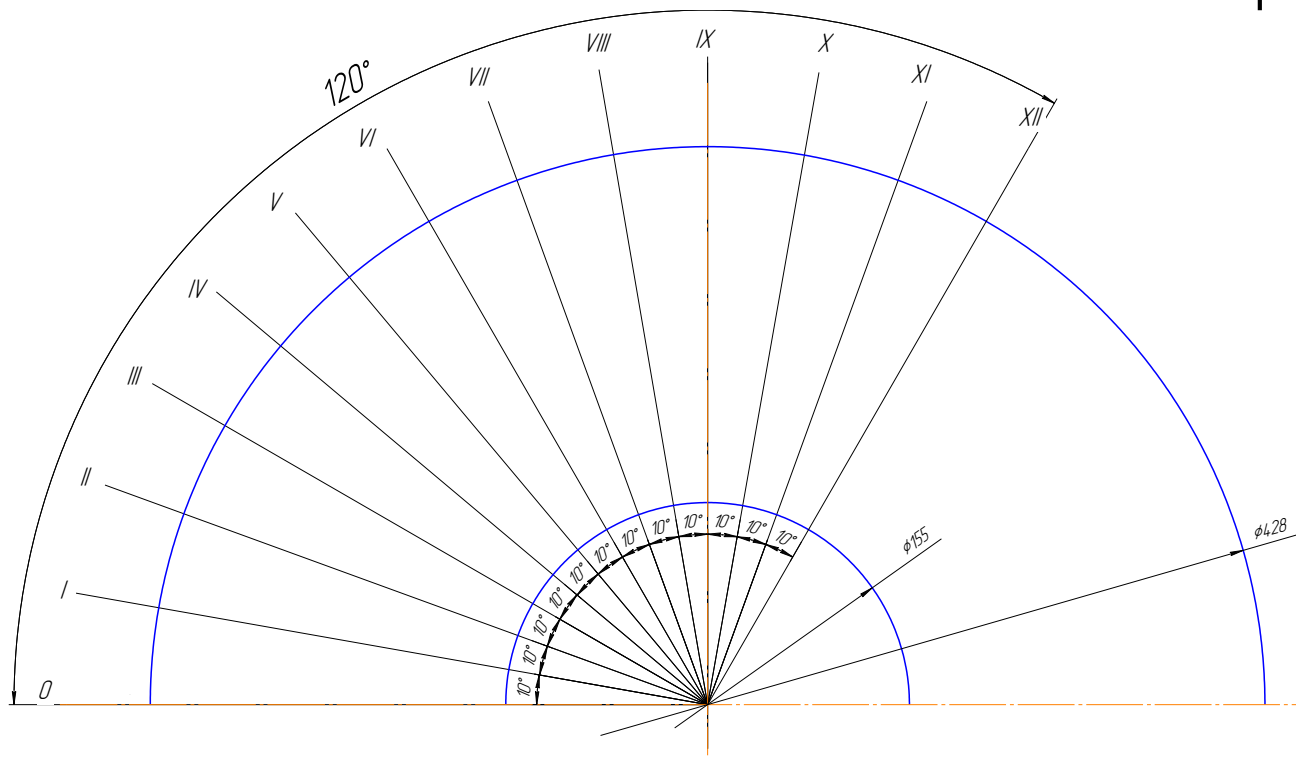


Рисунок 1.6 – Зображення променів та кутів

					131.01BP.000.00 ПЗ	Лист
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Будуємо конформну діаграму (рисунок 1.7)

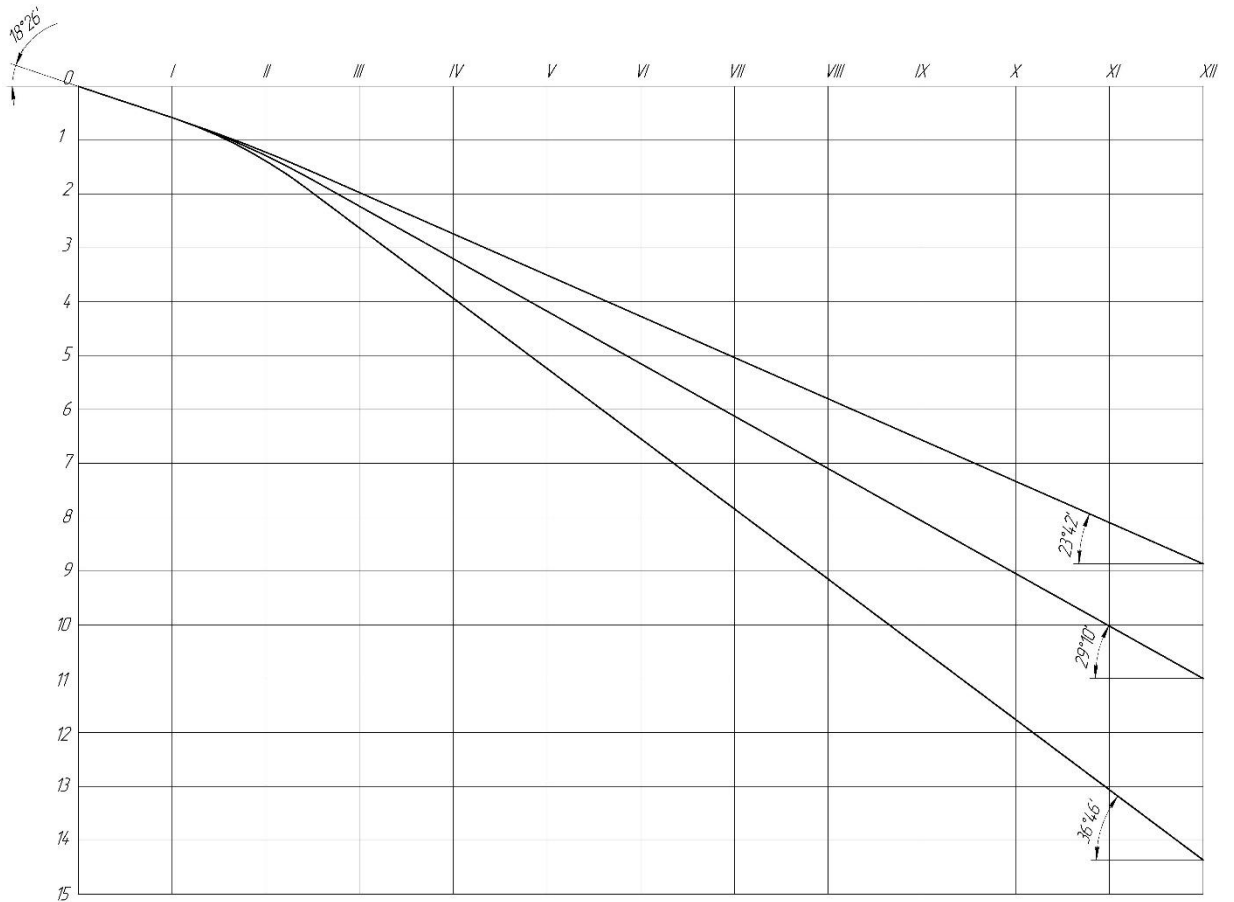


Рисунок 1.7 – Побудова конформної діаграми

Далі робимо креслення лопаті в плані (рисунок 1.8). Для цього скористаємося наступним відношенням

$$\frac{\Delta X}{X} = \frac{\Delta Y}{Y}, \quad (1.42)$$

де ΔX - відстань від горизонтальної лінії (0, 1, 2...16) до точки перетину кривої з відповідним промінем, мм;

X - відстань між сусідніми горизонтальними лініями, мм;

					131.01BP.000.00 ПЗ	Лист
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Y - відстань між сусідніми точками середньої лінії течії на комфортному зображенні,

мм.

Із співвідношення (1.42) необхідно визначити величину ΔY , яка відповідає положенню точки p на меридіональній проекції. Потім знаходимо відстань від горизонтальної вісі до цієї точки. Даним радіусом робимо засічку на відповідному промені.

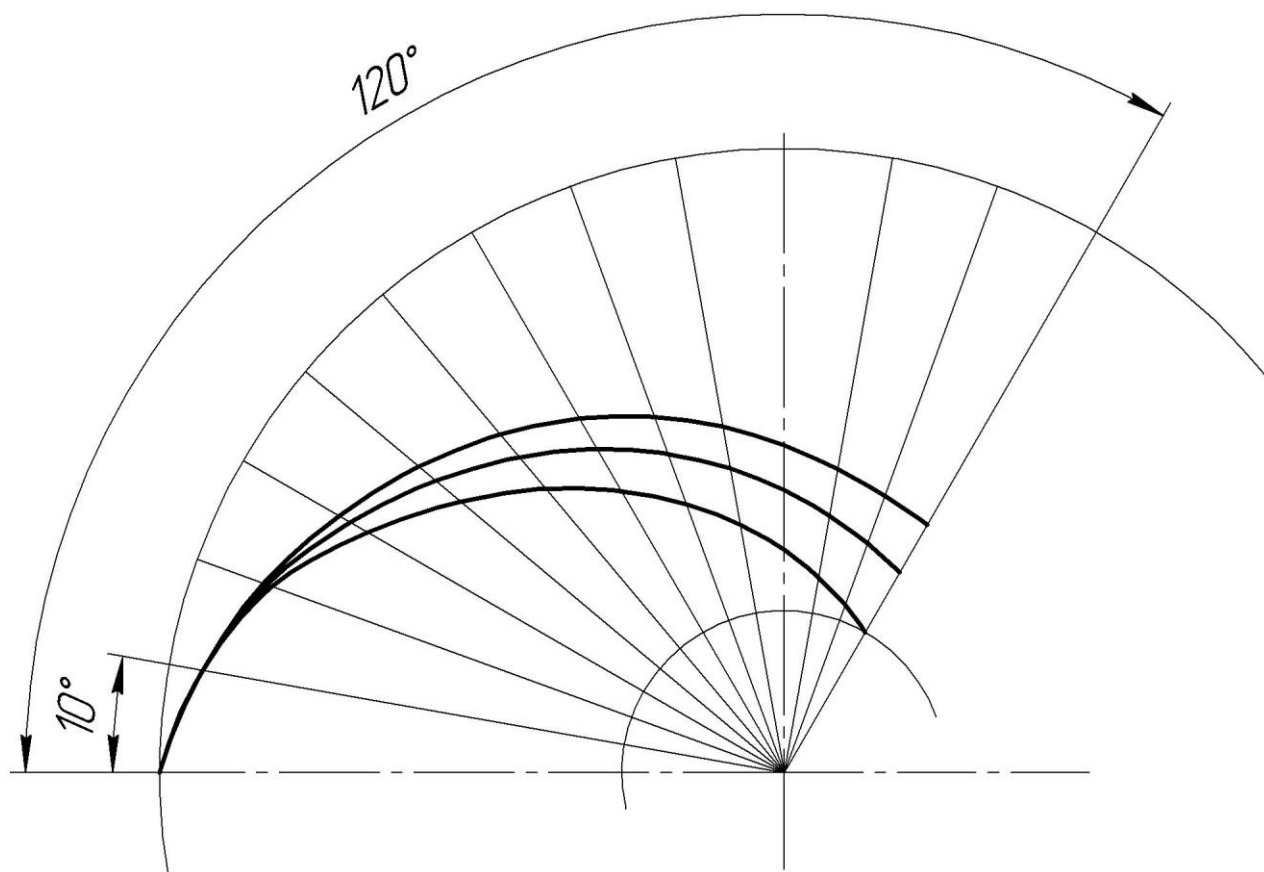


Рисунок 1.8 – Побудова лопаті в плані

2 Розрахунок гідродинамічних сил

3.3.1 Осьові сили, що діють на ротор.

					131.01ВР.000.00 ПЗ	Лист
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У робочому колесі одностороннього входу, через відсутність його симетрії відносно площини перпендикулярної осі обертання насоса, виникає неврівноважена гідравлічна сила, яка направлена по осі в сторону вхідної воронки колеса.

При складанні епюр тиску на зовнішніх сторонах дисків (див. рис.2) залишається неврівноважена частина епюри на кільцевій поверхні з радіусами r_{y1} та r_{y2} , яка і обумовлює наявність осьової сили T_1 . По осі насоса також діє динамічна сила T_2 , яка обумовлена натіканням потоку на колесо та зміною осьового напрямку його руху на радіальне. Для консольних насосів також необхідно враховувати осьову силу T_3 , яка обумовлена різницею тисків на торцях вала, [2].

Сумарна осьова сила, діюча на робоче колесо насоса:

$$T = T_1 - T_2 + T_3 \quad (24)$$

де T_1 - сила, викликана нерівномірністю розподілу тисків на основному та покривному дисках робочого колеса, Н;

T_2 – динамічна сила, обумовлена натіканням потоку рідини на колесо та зміною осьового напрямку його руху на радіальний, Н;

T_3 – сила, обумовлена різницею тисків на торцях вала, Н.

Осьова сила T_1 :

$$T_1 = \gamma \pi (r_{y1}^2 - r_{y2}^2) \left[H_p - \frac{\omega^2}{8g} \left(r_2^2 - \frac{r_{y1}^2 + r_{y2}^2}{2} \right) \right], \quad (25)$$

Де γ – питома вага рідини, Н/м³;

r_{y1} , r_{y2} – радіуси переднього та заднього ущільнень, м.

з креслень $r_{y1} = 0,080$ м, $r_{y2} = 0,040$ м.

$$\dot{Q}_1 = 9790 \cdot 3,14 (0,075^2 - 0,035^2) \left[51,74 - \frac{314^2}{8 \cdot 9,81} \left(0,0825^2 - \frac{0,075^2 + 0,035^2}{2} \right) \right] = 6427 \text{ Н}$$

Осьова сила T_2 , [1]:

$$T_2 = \rho Q v_0, \quad (26)$$

де v_0 - швидкість потоку у робочому колесі м/с².

Швидкість потоку, [9]:

					131.01ВР.000.00 ПЗ	Лист
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_0 = \frac{4Q}{\pi D_{лп}}, \quad (27)$$

$$V_0 = \frac{4 \cdot 50}{3,14 \cdot 3600 \cdot 0,069^2} = 3,7 \text{ м/с}$$

$$\dot{Q}_2 = \frac{1000 \cdot 50 \cdot 3,7}{3600} = 51 \text{ л/с}$$

Осьова сила T_3 , [2]:

$$T_3 = \frac{\pi d_{em}^2}{4} (P_{атм} - P_{ex}), \quad (28)$$

$d_{em} = 0,025 \text{ м}$ - діаметр втулки робочого колеса ;

P_{ex} - тиск на вході у робоче колесо;

$P_{атм} = 101325 \text{ Па}$ - атмосферний тиск.

$$P_{ex} = P_{н.н} + \rho g \Delta h - \rho \frac{V_0^2}{2}, \quad (29)$$

Δh - кавітаційний запас, м;

$P_{н.н}$ - тиск насичених парів при даній температурі;

При $t = 20^\circ \text{C}$ $P_{н.н} = 0,00234 \text{ Па}$.

Кавітаційний запас, [2]:

$$\Delta h = \lambda_1 \frac{V_0^2}{2g} + \lambda_2 \frac{W_1^2}{2g}, \quad (30)$$

де λ_1, λ_2 , - середнє значення коефіцієнтів при без ударному вході;

W_1 - відносна швидкість на вході, м/с;

Приймають: $\lambda_1 = 1,15$ та $\lambda_2 = 0,25$ [2].

Швидкість W_1 визначають з трикутника швидкостей (див. рис. 4)

$$W_1 = \frac{V_{1м}}{\sin \beta_1} \quad (31)$$

Де β_1 – кут установлення лопаті на вході в робоче колесо;

					131.01ВР.000.00 ПЗ	Лист
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta h = 1,2 \frac{3,7^2}{2 \cdot 9,81} + 0,3 \frac{4,24^2}{2 \cdot 9,81} = 1,11 \text{ м}$$

$$P_{\dot{a}\dot{o}} = 0,00234 + 1000 \cdot 9,81 \cdot 1,11 - 1000 \frac{3,7^2}{2} = 4044 \text{ Вт}$$

$$\dot{Q}_3 = \frac{3,14 \cdot 0,03^2}{4} (101325 - 4044) = 69 \text{ л/с}$$

$$\dot{Q} = T_1 - T_2 + T_3, \text{ Н.}$$

$$\dot{Q} = 6427 - 51 + 69 = 6445 \text{ л/с}$$

3.3.2 Радіальна сила.

Причини, що призвели до виникнення радіальної сили, можуть бути як механічного так і гідравлічного характеру. Гідродинамічна радіальна сила виникає внаслідок колової нерівномірності параметрів потоку на засмоктуючій та напірній сторонах робочого колеса., [1].

Рівнодіюча сил тиску, [2]:

$$R = K_R \left(1 - \frac{Q}{Q_{opt}} \right)^2 \gamma H D_2 b_2, \quad (33)$$

де $K_R \approx 0,36$ - експериментальний коефіцієнт, [1];

$Q_{opt} = 60 \text{ м}^3/\text{год}$ - подача при оптимальному режимі;

b_2 - ширина колеса, м.

Відповідно до креслення $b_2 = 0,024 \text{ м}$.

Радіальна сила буде мінімальною при $Q = Q_{opt}$. Максимального значення радіальна сила набуває при нульовій подачі насоса ($Q = 0$), тому і розрахунок краще проводити для нульової подачі. У зв'язку з цим максимальна радіальна сила буде розраховуватися з формулою:

$$R = K_R \gamma H D_2 b_2, \quad (34)$$

Напрямок сили R залежить від подачі та швидкості насоса. При

					131.01ВР.000.00 ПЗ	Лист
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$Q=Q_{ont}$ радіальна сила спрямована вгору в бік вузької частини спіралі. Для подальших розрахунків можна зробити припущення, що радіальна сила спрямована вертикально вгору.

$$R_{\max} = 0,36 \cdot 9790 \cdot 40 \cdot 0,165 \cdot 0,013 = 302 \text{ } \dot{\text{I}}$$

					131.01BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						35
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3 Розрахунки на міцність

3.1 Вибір електродвигуна

Як привід насоса вибирають електродвигун за таким параметром:

$$N_{\text{дв}} = k \cdot N, \quad (37)$$

$$N_{\text{дв}} = 1,2 \cdot 9,1 = 10,92 \text{ кВт}$$

де $k = 1,1-1,3$ – коефіцієнт запасу.

За відомою частотою обертання та розрахунковою потужністю з довідникової літератури вибирають тип та марку двигуна

Згідно [11] обираємо трьохфазний асинхронний коротко замкнутий електродвигун АМУ132М2УХЛЧ, у якого наступні параметри:

$$n_c = 3000 \text{ об/хв.};$$

$$n = 2970 \text{ об/хв.};$$

$$N = 11 \text{ кВт};$$

4 – порядковий номер серії

A – рід двигуна, асинхронний;

M – встановлюючий розмір;

2 – кількість полюсів;

У - кліматичне виконання;

ХЛ - категорія.

3.2 Розрахунок пускової моментної характеристики

Після вибору електродвигуна проводиться побудування графіка залежності моменту опору агрегату від частоти обертання.

Графік залежності моменту опору будується за трьома точками:

- початковий момент руху ($n_A = 0$ – точка А).
- мінімального моменту опору агрегату (точка В).
- повного розгону електродвигуна (n).

Початковий момент пуску агрегату ($n_A = 0$):

					131.01ВР.000.00 ПЗ	Лист
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\dot{I}_A = 0,21 \cdot \dot{I}_{i\dot{i}}, \quad (38)$$

де $\dot{I}_{i\dot{o}i} = \frac{N}{\omega}$ - номінальний момент на валу електродвигуна, Нм

$$\dot{I}_{\dot{m}\dot{i}} = \frac{10920}{314} = 34,78 \dot{I} \cdot \dot{i} \quad (39)$$

$$\dot{I}_A = 0,21 \cdot 34,78 = 7,3 \dot{I} \cdot \dot{i}$$

Момент опору агрегату при повному розгоні електродвигуна:

$$\dot{I}_{\max} = \frac{N_{\max}}{\omega} \quad (40)$$

де N_{\max} – максимальна потужність насоса, Вт:

$$N_{\max} = N_{\dot{a}\dot{a}}.$$

$$M_{\max} = \frac{11000}{314} = 35,03 \dot{I} \cdot \dot{i}$$

Мінімальний момент опору відповідає точці В з координатами:

$$n_A = 0,3 \cdot n_{i\dot{i}}, \quad (41)$$

де $n_{\text{ном}}$ – номінальна частота обертання вала електродвигуна, об/хв;

$$\dot{i}_A = 0,3 \cdot 2970 = 891 \dot{a} / \dot{o}\dot{a}$$

$$\dot{I}_A = 0,03 \cdot \dot{I}_{\max}$$

$$M_B = 0,03 \cdot 35,03 = 1,05 \dot{I} \cdot \dot{i}$$

Коефіцієнт параболи визначається за величиною моменту при повному розвороті двигуна:

$$k = \frac{M_{\max}}{n^2}. \quad (42)$$

$$k = \frac{35,03}{3000^2} = 3,89 \cdot 10^{-6}$$

За визначеним коефіцієнтом параболи проводиться розрахунок обертового моменту насоса для частот від $n = 0$ до n_{\max} :

$$\dot{I} = kn^2$$

Результати розрахунку заносяться до табл. 1.

Графік пускового моменту будують таким чином:

за табл. 1. будують залежність $\dot{I} = f(n)$;

					131.01BP.000.00 ПЗ	Лист
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

точки А ($n_0; M_0$) та В ($n_B; M_B$) з'єднуються між собою відрізком;
отримані криві спрягаються плавною кривою.

Таблиця 1 – Пускова моментна характеристика

$n, \text{об/хв}$	0	200	600	1000	1400	1800	2200	2600	3000
$M, \text{Нм}$	0	0,16	1,9	3,88	7,89	12,51	20,12	28,55	35,44

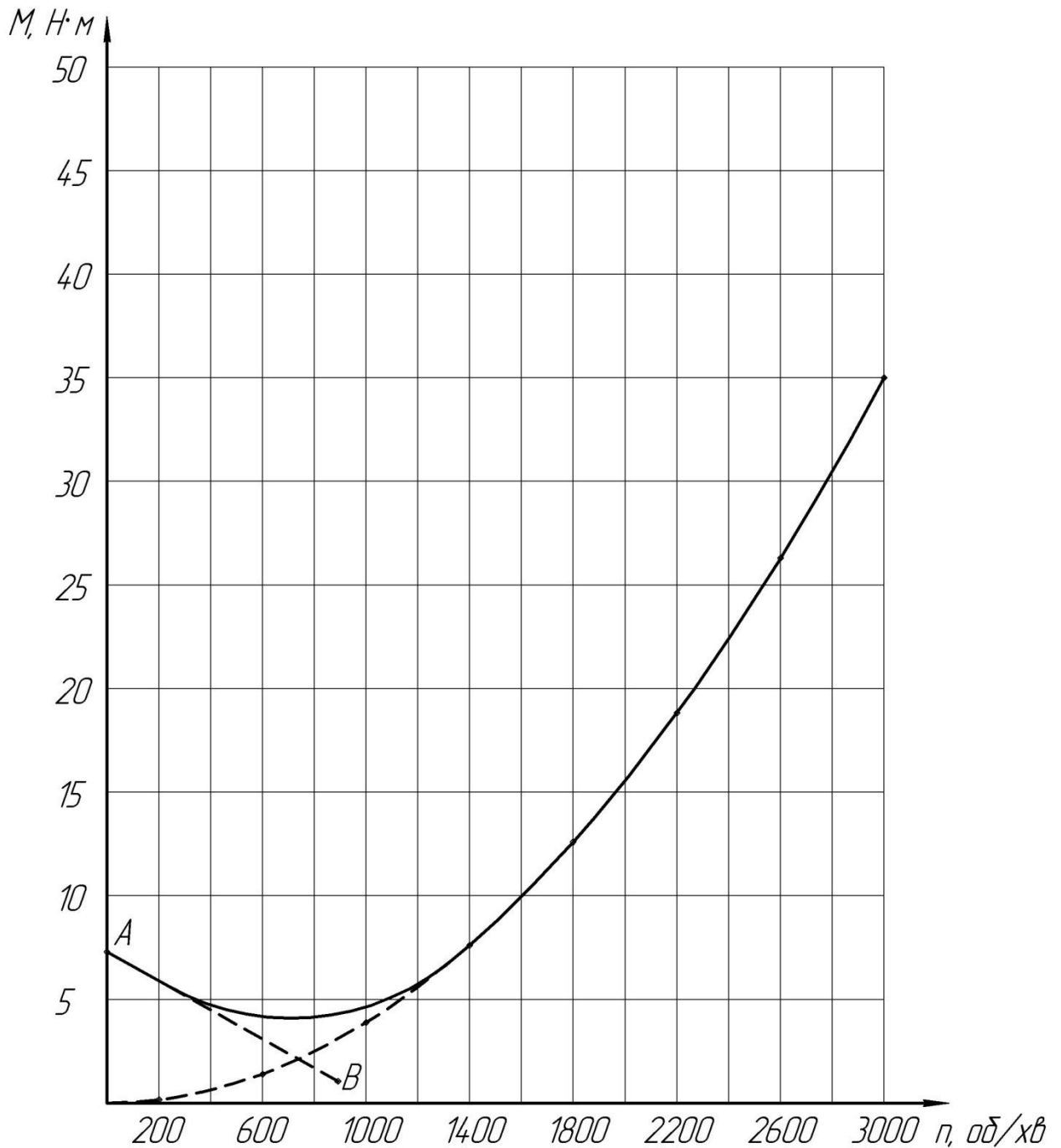


Рисунок 5 – Пускова моментна характеристика насосного агрегату

3.3 Конструювання вала

Конструювання вала починається з визначення його діаметрів.

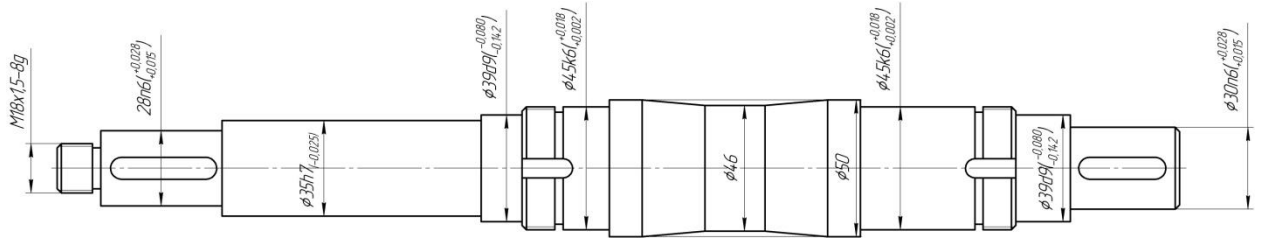


Рисунок 6 – Розміри діаметрів вала насоса

Діаметр вала під робочим колесом (м) визначаються з розрахунку на кручення за формулою

$$d_e = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot \dot{I}_{\max}}{\pi \cdot [\tau]}}, \quad (43)$$

де $[\tau] = (10 \div 30) \cdot 10^6$ – дотичне напруження при крученні, Па.

$$d_e = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 35,03}{3,14 \cdot 25 \cdot 10^6}} = 0,027$$

Діаметр приймаємо $d_k = 25$ мм.

Діаметр вала під захисну втулку, мм:

$$d_{a\delta} = 28 + 35 = 35 \text{ мм}$$

Діаметр вала під напівмуфту, мм:

$$d_i = 0,8 \div 1,2 d_{a\delta}$$

де $d_{дв}$ – вихідний кінець вала обраного двигуна, мм.

$$d_{об} = 30 \text{ мм}$$

$$d_i = 0,8 \div 1,2 \cdot 28 = 22,4 \div 33,6 \text{ мм}$$

Діаметр приймаємо $d_m = 34$ мм.

Діаметр вала під манжету, розміщену у кришці підшипника:

$$d_{e.i.} = d_i + (5 \div 10).$$

$$d_{e.i.} = 30 + (5 \div 10) = 35 \div 40 \text{ мм}$$

Діаметр приймаємо $d_{к.н.} = 40$ мм, згідно ГОСТу 8752-79.

					131.01BP.000.00 ПЗ	Лист
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Діаметр посадочної поверхні підшипника, мм:

$$d_i \geq d_{e,i} + 2 \cdot t,$$

Де $t = 3 \text{ мм}$ – висота буртика.

$$d_i \geq 39 + 2 \cdot 3 = 45 \text{ мм}$$

Діаметр приймаємо $d_n = 55 \text{ мм}$.

Діаметр буртика для упору підшипника, мм:

$$d_a \geq d_i + 3 \cdot r,$$

де $r = 3 \text{ мм}$ – координата фаски підшипника, що вибирається залежно від діаметра посадочної поверхні підшипника. вихідний кінець вала обраного двигуна, мм.

$$d_a \geq 45 + 3 \cdot 3 = 51 \text{ мм}$$

Діаметр приймаємо $d_o = 54 \text{ мм}$.

3.4 Розрахунок кінцевого ущільнення вала

Вибір типу ущільнення

У наведеній на рис. 1 конструкція насоса як кінцеве ущільнення вала застосовано ущільнення сальникового типу (рис. 7).

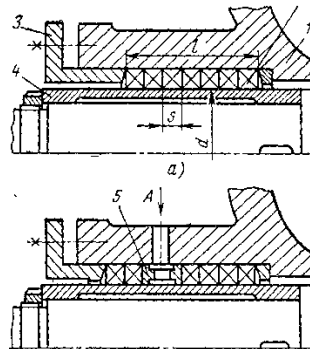


Рисунок 7 – Конструкція сальникового ущільнення

Ущільнення сальникового типу набули широкого застосування в насосах завдяки простоті конструкції. Як набивку найчастіше використовують паронітові шнури, скручені в кільця.

					131.01BP.000.00 ПЗ	Лист
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сальникові ущільнення використовуються для тисків, що не перевищують 1,0 МПа. Для нормальної роботи сальникового ущільнення необхідно забезпечити змащування поверхонь, що труться та відведення тепла, що виділяється при терті. Тому зтяжка набивного ущільнення повинна бути такою, щоб через нього було забезпечено повного припинення протікань не допускається, тому що при цьому відбувається вигорання змазки ущільнення та пошкодження поверхонь, що контактують з набивкою.

Товщина кільця набивки сальника, мм:

$$S = \sqrt{d}, \quad (44)$$

де d – діаметр вала в місці набивання сальника, мм:

$$d = d_{\text{в}} + 10,$$

$$d = 45 + 10 = 55 \text{ мм}$$

$$S = \sqrt{55} = 7,4 \text{ мм}$$

Приймаємо $S = 6 \text{ мм}$

Довжина сальникового ущільнення, мм:

$$L = i \cdot s, \quad (45)$$

де i – кількість кілець набивки, шт. ($i = 4-6$).

$$L = 3 \cdot 6 = 18 \text{ мм}$$

Розрахунок потужності, споживаної в ущільненні

Втрати потужності в сальнику:

$$N_c = \omega \cdot \pi \cdot r^2 \cdot S \cdot p_0 \cdot \frac{\mu_1}{\mu_2} \left(e^{2\mu_2 \frac{L}{S}} - 1 \right), \quad (46)$$

де $r = \frac{d_{\text{в}}}{2} + 0,5$ – радіус захисної втулки, см;

$\mu_1 = 0,01 \div 0,02$ – коефіцієнт тертя набивки по поверхні захисної втулки;

$\mu_2 \approx 0,5$ – коефіцієнт тертя набивки по поверхні корпуса;

L та S підставляються в см, p_0 – в кгс/см².

$$N_c = 314 \cdot \pi \cdot 2,5^2 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot \frac{0,015}{0,5} \cdot \left(e^{-20,5 \cdot \frac{4}{0,6}} - 1 \right) = 67 \text{ Вт}$$

					131.01BP.000.00 ПЗ	Лист
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5 Розрахунок вала

Основними задачами розрахунку валів є забезпечення об'ємної міцності, обмеження величини деформації згинання та кручення в найбільш небезпечну перерізі. Оскільки розрахунок та конструювання є процесами взаємозв'язаними, тому визначення необхідних розмірів виконується в три етапи. На першому – попередньому розрахунку – визначення реакцій, що діють в опорах вала. На другому етапі – наближеному – уточнюють основні розміри вала. На третьому – перевірному – визначають коефіцієнт запасу міцності, звіряють їх з допустимими та за необхідності вносяться корективи з метою приведення фактичних запасів міцності до допустимих.

Розрахунок реакції в опорах

При роботі насоса в робочому колесі виникає нерівноважена радіальна сила $R_1=R$ (див. рис. 8), що сприймається підшипниками насоса, в результаті чого в опорах виникають реакція (R_2, R_3).

Реакцію в опорах можна знайти використовуючи рівняння моментів відносно т. В і т. С.

Рівняння моментів відносно т. С:

$$\sum M_c = R_1(l_1 + l_2) - R_2 l_2 = 0. \quad (47)$$

де $l_1=155, l_2=130$ мм

З наведеного рівняння можна знайти величину R_2, H :

$$R_2 = \frac{R_1(l_1 + l_2)}{l_2}$$
$$R_2 = \frac{302 \cdot (156 + 126)}{126} = 676 \text{ Н}$$

Рівняння моментів відносно т. В:

$$\sum M_A = R_1 l_1 - R_3 l_2 = 0. \quad (48)$$

					131.01ВР.000.00 ПЗ	Лист
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З наведеного рівняння можна знайти величину R_3 , Н:

$$R_3 = \frac{R_1 l_1}{l_2}$$

$$R_3 = \frac{302 \cdot 156}{126} = 374 \text{ Н}$$

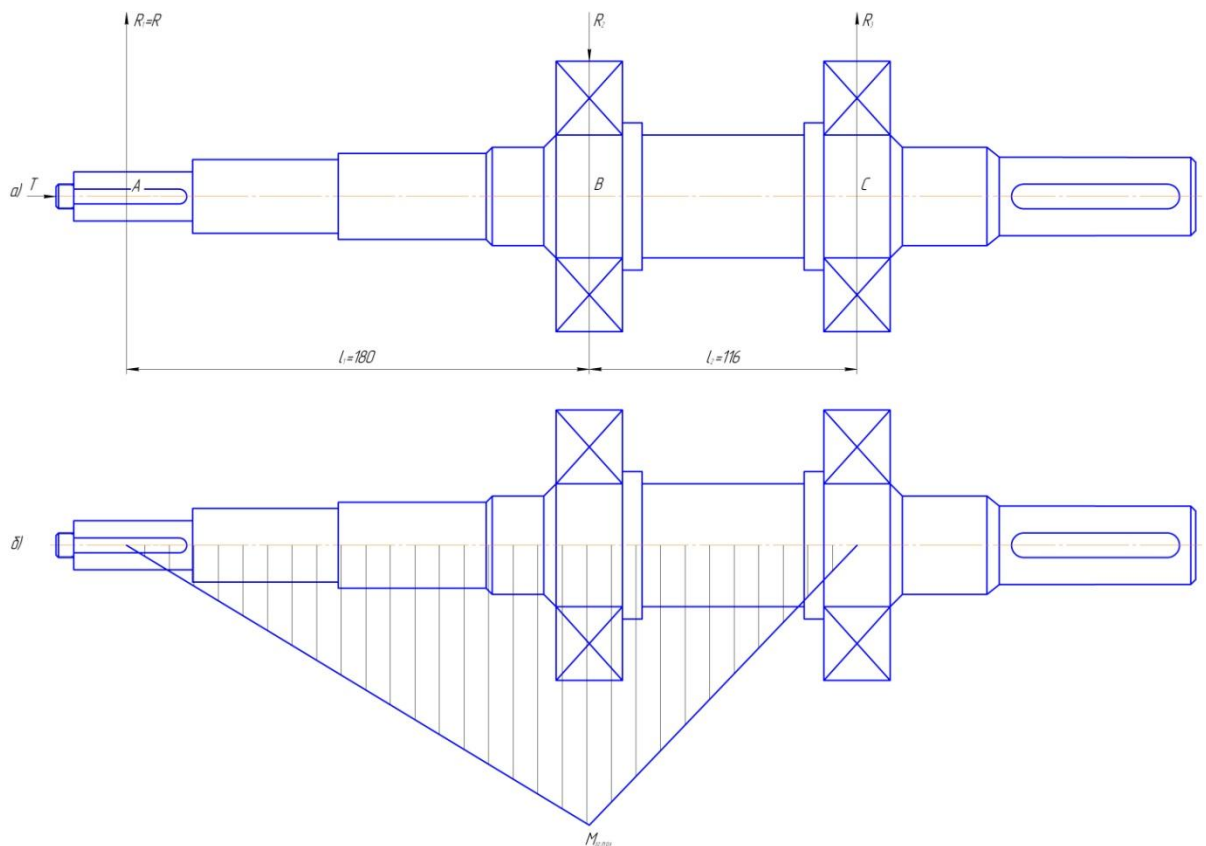


Рисунок 8 – Вал насоса:

а) схема навантаження; б) еюра згинальних моментів

Наближений розрахунок вала

Еквівалентний момент в найбільш небезпечному прерізі, Н·м.

$$M_E = \sqrt{M_{\text{зг. max}}^2 + 0,75M_{\text{max}}^2}, \quad (49)$$

де $M_{\text{зг. max}}$ – максимальний згинальний момент, Н·м.

Максимальний згинальний момент можна визначити

$$M_{\text{зг. max}} = R_1 l_1,$$

					131.01BP.000.00 ПЗ	Лист
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\dot{i}_{\dot{\sigma}_{\max}} = 302 \cdot 0,156 = 85,2 \dot{i} \cdot \dot{i}$$

$$\dot{i}_{\dot{A}} = \sqrt{(85,2^2 + 0,75 \cdot 35,03^2)} = 90,4 \dot{i} \cdot \dot{i}$$

Діаметр вала в найбільш небезпечному перерізі, мм:

$$d_i \geq 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{\dot{i}_{\dot{A}}}{0,1 \cdot [\sigma]}}$$

(50)

де $[\sigma] = 40 \text{ МПа}$.

$$d_i \geq \sqrt[3]{\frac{90,4}{0,1 \cdot 40 \cdot 10^6}} = 0,028 \dot{i}$$

Умова виконується

Перевірний розрахунок вала

Розрахунок зводиться до перевірки умови міцності:

$$s = \frac{S_{\sigma} \cdot S_{\tau}}{\sqrt{S_{\sigma}^2 + S_{\tau}^2}} \geq [s], \quad (51)$$

Де s – розрахунковий коефіцієнт запасу міцності;

$[s] = 2,5$ – допустимий коефіцієнт запасу міцності;

S_{σ}, S_{τ} – коефіцієнт запасу за нормальними та дотичними напруженнями:

$$S_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} \cdot \sigma_a + \psi_{\sigma} \cdot \sigma_m}, \quad (52)$$

$$S_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} \cdot \tau_a + \psi_{\tau} \cdot \tau_m}, \quad (53)$$

Де σ_{-1}, τ_{-1} – межі витривалості матеріалу вала;

σ_a, τ_a і σ_m, τ_m – амплітуда та середнє напруження циклів;

$K_{\sigma} = 2,2, K_{\tau} = 1,41$ – ефективні коефіцієнти концентрації напружень;

$\varepsilon_{\sigma}, \varepsilon_{\tau}$ – масштабні коефіцієнти, $\varepsilon_{\sigma} = \varepsilon_{\tau}$;

$\psi_{\sigma} = 0,25 \div 0,3, \psi_{\tau} = 0,1$ – коефіцієнт постійної складової циклу.

					131.01ВР.000.00 ПЗ	Лист
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_{-1} = 0,35 \cdot \sigma_{\dot{a}} + (70 \div 120) \dot{I} \ddot{I} \dot{a},$$

де $\sigma_{\dot{a}} = 850 \text{ МПа}$ – межі міцності матеріалу вала (Сталь 40Х).

$$\sigma_{-1} = 0,35 \cdot 850 + (70 \div 120) = 368 \div 418 \dot{I} \ddot{I} \dot{a},$$

$$\tau_{-1} = 0,58 \cdot \sigma_{-1} \dot{I} \ddot{I} \dot{a},$$

$$\tau_{-1} = 0,58 \cdot 390 = 226 \dot{I} \ddot{I} \dot{a}.$$

$$\sigma_{\dot{a}} = \frac{\dot{I} \ddot{a} \cdot \max}{0,1 \cdot d_i^3}, \dot{I} \ddot{I} \dot{a};$$

$$\sigma_{\dot{a}} = \frac{85,2}{0,1 \cdot 0,045^3} = 9,35 \ddot{I} \dot{a}$$

$$\sigma_m = \frac{4 \dot{O}}{\pi \cdot d_i^3}, \dot{I} \ddot{I} \dot{a};$$

$$\sigma_m = \frac{4 \cdot 6445}{3,14 \cdot 0,045^3} = 90,1 \ddot{I} \dot{a}$$

$$\tau_{\dot{a}} = \tau_m = \frac{1}{2} \cdot \frac{\dot{I} \ddot{a} \cdot \max}{0,2 \cdot d^3}, \dot{I} \ddot{I} \dot{a};$$

$$\tau_{\dot{a}} = \tau_m = \frac{1}{2} \cdot \frac{35,03}{0,2 \cdot 0,045^3} = 0,96 \ddot{I} \dot{a}$$

$$s_{\sigma} = \frac{390}{\frac{2,2}{0,7} \cdot 9,35 + 0,27 \cdot 90,1} = 7,26$$

$$s_{\tau} = \frac{226}{\frac{1,41}{0,7} \cdot 0,96 + 0,1 \cdot 0,96} = 111,3$$

$$s = \frac{7,26 \cdot 111,3}{\sqrt{7,26^2 + 111,3^2}} = 7,24 \geq [s]$$

Умова виконується

					131.01BP.000.00 ПЗ	Лист
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.6 Розрахунок шпонкового з'єднання

Розрахунок на міцність шпонкового з'єднання вала з колесом

Вихідні дані для розрахунку:

матеріал вала – *Сталь 40Х*;

матеріал шпонки – *Сталь 45*.

Розміри шпонки під робочим колесом вибирають зі стандартного ряду залежно від діаметра вала, мм: $b \times h \times l$.

Під час розрахунку шпонкового з'єднання вала з колесом визначається напруження на зминання, МПа:

$$\sigma_{\zeta i} = \frac{2 \cdot \dot{I}_{\max}}{d \cdot (h - t_1) \cdot (l - b)} \cdot 10^3 \leq [\sigma]_{\zeta i} \quad (54)$$

де $t_1 = 5$ мм – глибина паза вала;

$h = 8$ мм – висота шпонки;

$d = d_k = 30$ мм – діаметр вала;

$l = 40$ мм – довжина шпонки;

$b = 10$ мм – ширина шпонки.

Допустиме напруження на зминання:

$$[\sigma]_{\zeta i} = 0,5 \cdot \sigma_{0,2}, \quad (55)$$

де $\sigma_{0,2} = 355$ МПа – межа текучості матеріалу шпонки.

$$[\sigma]_{\zeta i} = 0,5 \cdot 343 = 172 \text{ Н/мм}^2$$

$$\sigma_{\zeta i} = \frac{2 \cdot 35,03}{28 \cdot (7 - 4) \cdot (36 - 8)} \cdot 10^3 = 29,8 \text{ Н/мм}^2 \leq 172 \text{ Н/мм}^2$$

Перевірка шпонки на зріз, МПа:

$$\tau_{\zeta \delta} = \frac{2 \cdot \dot{I}_{\max}}{d \cdot l \cdot b} \cdot 10^3 \leq [\tau]_{\zeta \delta} \quad (56)$$

Допустиме напруження на зріз:

					131.01ВР.000.00 ПЗ	Лист
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$[\tau]_{\varphi\delta} \approx 0,6 \cdot [\sigma]_{\varphi} , \quad (57)$$

$$[\tau]_{\varphi\delta} \approx 0,6 \cdot 172 = 103 \text{ Н/м}^2$$

$$\tau_{\varphi\delta} = \frac{2 \cdot 35,03}{28 \cdot 36 \cdot 7} \cdot 10^3 = 9,9 \text{ Н/м}^2 \leq 103 \text{ Н/м}^2$$

Умова виконується.

Шпонка 8x7x40 ГОСТ 23360 – 78.

Розрахунок на міцність шпонкового з'єднання вала з напівмуфтою

Під час розрахунку шпонкового зєднання вала з напівмуфтою визначається напруження на зминання, МПа:

$$\sigma_{\varphi} = \frac{2 \cdot \dot{I}_{\max}}{d \cdot (h - t_1) \cdot (l - b)} \cdot 10^3 \leq [\sigma]_{\varphi}$$

де $t_1 = 5 \text{ мм}$ – глибина паза вала;

$h = 8 \text{ мм}$ – висота шпонки;

$d = d_k = 32 \text{ мм}$ – діаметр вала;

$l = 40 \text{ мм}$ – довжина шпонки;

$b = 10 \text{ мм}$ – ширина шпонки.

Допустиме напруження на зминання:

$$[\sigma]_{\varphi} = 0,5 \cdot \sigma_{0,2}$$

де $\sigma_{0,2} = 343 \text{ МПа}$ – межа текучості матеріалу шпонки.

$$[\sigma]_{\varphi} = 0,5 \cdot 343 = 172 \text{ Н/м}^2$$

$$\sigma_{\varphi} = \frac{2 \cdot 35,03}{30 \cdot (7 - 4) \cdot (32 - 8)} \cdot 10^3 = 38,9 \text{ Н/м}^2 \leq 172 \text{ Н/м}^2$$

Перевірка шпонки на зріз, МПа:

$$\tau_{\varphi\delta} = \frac{2 \cdot \dot{I}_{\max}}{d \cdot l \cdot b} \cdot 10^3 \leq [\tau]_{\varphi\delta}$$

					131.01ВР.000.00 ПЗ	Лист
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Допустиме напруження на зріз:

$$[\tau]_{\text{зр}} \approx 0,6 \cdot [\sigma]_{\text{ст}} ,$$

$$[\tau]_{\text{зр}} \approx 0,6 \cdot 172 = 103,2 \text{ МПа} .$$

$$\tau_{\text{зр}} = \frac{2 \cdot 35,03}{30 \cdot 32 \cdot 8} \cdot 10^3 = 10,4 \text{ МПа} \leq 103,2 \text{ МПа}$$

Умова виконується.

Шпонка 8x7x40 ГОСТ 23360 – 78.

					131.01BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						48
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3.7 Вибір підшипників та розрахунок на довговічність

Вибираємо однорядні кулькові підшипники ГОСТ 8338-75.

Серії 309 з параметрами:

$$d = 45 \text{ мм};$$

$$D = 100 \text{ мм};$$

$$b = 24 \text{ мм};$$

$C = 72500 \text{ Н}$ – динамічна вантажопідйомність;

$C_0 = 388600 \text{ Н}$ – статична вантажопідйомність.

Середній ресурс підшипника дорівнює $L_h = 20000$ годин.

Еквівалентне динамічне навантаження визначається за формулою:

$$P = (X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a) \cdot K_D \cdot K_\sigma, \quad (58)$$

де $F_r = R$, $F_a = T$ – радіальне та осьове навантаження, Н;

$V = 1$ – коефіцієнт обертання;

$K_\sigma = 1$ – коефіцієнт швидкості для спокійного навантаження;

$K_T = 1,35$ – температурний коефіцієнт;

X , Y – коефіцієнти радіального та осевого навантаження відповідно. Вони вибираються з довідникової літератури залежно від співвідношення

$$\frac{F_a}{V \cdot F_r}$$

$$D = (1 \cdot 1 \cdot 302 + 1 \cdot 6445) \cdot 1,4 \cdot 1 = 9446 \text{ Н}$$

Розрахунковий ресурс підшипників:

$$L_{np} = \left(\frac{C}{P} \right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n}. \quad (59)$$

$$L_{np} = \left(\frac{52700}{9446} \right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 3000} = 96475 \text{ год}$$

Умова довговічності підшипників:

$$L_{np} \geq L_h.$$

Умова виконується.

					131.01ВР.000.00 ПЗ	Лист
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 Розділ з охорони праці

Запобігання травматизму на виробництві

Виробничий травматизм серед робітників (працівників, персоналу) на виробництві (організації, установі) може бути пов'язаний з економічними причинами. До них належать затримка з виплати заробітної платні робітників (працівників, персоналу), низький рівень заробітної плати робітників (працівників), значний рівень нерівномірності праці на підприємстві, готовність робітників (працівників) підприємства (організації) до виконання ними понаднормової роботи, виконання робочих обов'язків працівником (робітником) одразу на декількох підприємствах (організаціях) за сумісництвом. Завдяки проведеному аналізу великої кількості нещасних випадків на підприємствах (організаціях, установах) можна сказати, що до основних причин виникнення виробничого травматизму на підприємстві (організації, установі) з вини робітника (працівника) – це прихід його на роботу із поганим самопочуттям або ж у стані алкогольного сп'яніння, нехтування працівником (робітником) правилами з техніки безпеки на підприємстві (організації, установі), недооцінювання ризиків, пов'язаних із виконанням роботи. Для того, щоб уникнути виникнення подібних небезпечних ситуацій та трагічних наслідків, до яких вони призводять, необхідно ретельно слідкувати за власним здоров'ям та самопочуттям, обов'язково проходити періодичний медичний огляд, відповідально ставитися до виконання працівником (робітником) своєї роботи навіть за недостатнього рівня оплати праці працівнику (робітнику).

Згідно з вимогами нормативних документів під виробничою травмою розуміють шкоду для здоров'я та життя робітника (працівника), яку він отримав під час виконання технологічних операцій, безпосередньо пов'язаних із виробничою діяльністю підприємства (організації, установи, компанії).

До таких небезпечних ситуацій можна віднести наступні:

- виконання безпосередніх обов'язків робітником (працівником) або його перебування безпосередньо на робочому місці або ж на іншій території за завданням працедавця. Отриману робітником (працівником) травму будуть вважати виробничою у тому випадку, якщо вона була отримана робітником

					131.01ВР.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						50
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

(працівником) впродовж його робочої зміни, у тому числі під час виконання ним понаднормової роботи, наприклад, у вихідні та святкові дні, а також регламентованих нормативними документами підприємства або ж галузі перерв, підготовки робочого місця робітника (працівника) до технологічних операцій або ж його прибирання після закінчення працівником його робочої зміни, або ж під час виконання робітником (працівником) інших технологічних дій та операцій, безпосередньо пов'язаних із виконанням ним його безпосередніх службових обов'язків на його робочому місці;

- переміщення (пересування, транспортування) робітника (працівника) на його роботу, з його роботи або ж за його безпосередніми робочими обов'язками на службовому транспорті або на особистому транспортному засобі, якщо використання такого транспортного засобу з робочою метою узгоджене із працедавцем;
- пересування робітника (працівника) у відрядження або ж з відрядження, а також його переміщення під час відрядження, які безпосередньо пов'язані із виконанням ним його безпосередніх службових обов'язків;
- вільний від роботи час робітника (працівника) під час виконання ним його роботи вахтовим методом, на судах або ж у інших об'єктивних обставинах, коли робітник (працівник) після закінченням ним його роботи продовжує перебувати безпосередньо на території працедавця;
- виконання робітником (працівником) обґрунтованих дій та операцій, обумовлених наявністю трудових відносин між робітником (працівником) та організацією (підприємством, установою), у тому числі запобігання виникненню технологічних аварій, нещасних випадків тощо.

Поняття нещасного випадку на підприємстві (організації, установі), яке складає сутність виробничої травми робітника (працівника) охоплює достатньо велику кількість варіантів нанесення шкоди здоров'ю та життю робітника (працівника) на підприємстві (організації) унаслідок небезпечного впливу цілої низки різних небезпечних та шкідливих факторів.

					131.01BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						51
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Актуальну класифікацію виробничого травматизму робітників (працівників) можна викласти у наступному вигляді:

- ушкодження тіла робітника (працівника), які були нанесені йому дією технологічного обладнання, або ж іншими особами;
- опіки та теплові удари, отримані робітником (працівником) під час виконання ним технологічних операцій;
- обмороження (вплив низьких температур на тіло робітника);
- ураження робітника (працівника) електричним струмом або ж унаслідок дії статичної електрики;
- ушкодження, отримані робітником (працівником) у результаті виникнення на підприємстві (організації, установі) аварій, різного типу та виду техногенних катастроф, або ж інших подібних до них подій;
- інші травми, отримані робітником (працівником), які виникли унаслідок впливу різних зовнішніх факторів під час описаних вище обставин.

Попередження та якомога максимальне скорочення кількості нещасних випадків на підприємстві (організації, установі) – це прямий обов’язок кожного працедавця, який передбачений нормами цілої низки законодавчих документів, передусім у трудовому законодавстві. У відповідному трудовому кодексі, а також у додаткових нормативних документах, безпосередньо із ним пов’язаних, зафіксовані також обов’язкові заходи, які працедавець зобов’язаний ввести у план зі зниження рівня виробничого травматизму на його підприємстві (організації, установі).

Основними серед них можна вважати наступні:

- своєчасне та оперативне виконання спеціального оцінювання умов праці робітників (працівників) на підприємстві (організації, установі) із залученням представників відповідних уповноважених організацій. Цей захід дозволяє об’єктивно та зважено оцінити дійсний рівень безпеки щодо умов праці робітників (працівників) на кожному окремо узятому робочому місці та ужити усіх необхідних та достатніх заходів призначених призвести до зниження

					131.01BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						52
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

шкідливого та небезпечного впливу різного типу та виду негативних факторів виробництва на здоров'я та життя робітника (працівника);

- надання повного комплекту захисного одягу і спеціальних засобів робітникам (працівникам), які зайняті у зв'язку із виконанням технологічних операцій на шкідливих та небезпечних видах робіт, що має на меті мінімізацію негативного (небезпечного та шкідливого) впливу на них;
- організація обов'язкових попередніх та періодичних медичних професійних оглядів персоналу (робітників, працівників) із метою виявлення протипоказань до виконання певних видів робіт, а також із метою проведення контролю динаміки стану здоров'я співробітників (робітників, працівників);
- регулярний та ретельний контроль за станом робочих місць співробітників (робітників, працівників) на підприємстві (організації, установі), а також виконання ними правил та вимог з техніки безпеки на підприємстві та застосування робітниками штатних захисних засобів;
- організація періодичного своєчасного навчання робітників (працівників, персоналу) правилам охорони праці та протипожежної безпеки із обов'язковим урахуванням характеру виконуваних ними безпосередніх посадових обов'язків та застосовуваного під час виконання технологічних операцій обладнання;
- налагоджування системи інформування про збої під час роботи основного та допоміжного технологічного обладнання із метою виключення виникнення аварійних ситуацій на підприємстві (організації, установі);
- своєчасна періодична перевірка основного та допоміжного технологічного обладнання на підприємстві на предмет з'ясування його працездатності та проведення періодичного регламентного технологічного обслуговування, а за необхідності – поточного та капітального ремонтів обладнання;
- недопущення до виконання робочих операцій робітників, які не пройшли встановлені законодавчими та іншими нормативними актами процедур, включно із обов'язковим професійним медичним оглядом і навчання з охорони праці за допомогою відповідних інструктажів.

					131.01BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						53
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Необхідність діючої профілактики випадків виникнення виробничих травм у робітників (працівників) та виявлення професійних захворювань – це спільна задача, у вирішенні якої зацікавлені як працівник, та і працедавець. Окрім збереження необхідного рівня здоров'я та працездатності персоналу (робітників, працівників) – та, відповідно значного рівня прибутків організації, мінімізація кількості нещасних випадків серед працівників (робітників) на підприємстві (організації, установі) має також ще й додаткові плюси, до яких можна віднести відсутність простою основного та допоміжного технологічного обладнання, необхідність сплачувати значні штрафи та піддаватися регулярним перевіркам з боку відповідних контролюючих органів тощо.

					131.01BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						54
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

7 Економічний розділ

Сертифікація нової техніки

Сертифікація нового обладнання та нової техніки – це усталена досвідом процедура підтвердження якості товару конкретного підприємства (організації тощо) згідно із встановленими вимогами національного та міжнародного законодавства. Таку перевірку відповідності імпортних та вітчизняних виробів (обладнання, техніки тощо) загальноприйнятим стандартам здійснюють у декількох системах такого регулювання.

Сертифікація нового обладнання та техніки потрібна передусім для підтвердження якості вироблених підприємством (організацією, компанією) товарів для того, щоб якомога сильніше захистити споживачів виробничої або іншого типу продукції від можливих неякісних виробів та допомогти їм зорієнтуватися під час вибору конкретного потрібного їм товару серед групи однорідних товарів різних виробників. Окрім того слід зауважити, що процедура перевірки якості товару та відповідності обладнання та техніки загальноприйнятим нормам дозволяє здійснювати контроль за безпекою товарів, які підлягають реалізації, широко сприяє підвищенню технічного, технологічного та безпекового рівня виробництва та конкурентоздатності компанії (підприємству, організації, установи тощо).

Якщо ж провести мову про заявників, то можна зауважити, що проходження ними сертифікації дає право на проведення законної згідно чинного законодавства реалізації підконтрольної виробничої або іншого типу продукції. Постачальників або ж виробників, які ведуть свою діяльність у незаконний спосіб без отримання відповідної документації, яка б надавала їм дозвіл на ведення подібної діяльності, піддають адміністративній відповідальності. Незаконне поширення будь-якої продукції, як виробничої, так і невиробничої, може призвести до виймання товару із обігу, призупиненням або ж навіть і заборони діяльності підприємства (організації, установи) та нарахуванням недобросовісному підприємству штрафних виплат.

Згідно з прийнятими діючими нормами технічного регулювання перевірку якості виробничих та іншого типу товарів здійснюють за двома основними схемами:

					131.01BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						55
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- для серійних виробів (малої, середньої серійності та багатосерійних і масових);
- для продукції одиничного виробництва.

Дозвільну документацію на виробництво продукції для серії такої продукції видають на певний чітко визначений та затверджений у відповідній нормативній документації термін – 1 рік, 3 роки, 5 років. Упродовж усього терміну дії такого сертифікату заявник має можливість реалізовувати вироблений ним товар без будь-яких встановлених обмежень.

Термін дії дозвільних документів для реалізації одиничних товарів зазвичай є необмеженим.

Процедура оформлення сертифікату на нове обладнання або техніку

Для того, щоб підтвердити згідно з вимогами закону відповідність виробленої продукції встановленим нормативними документами вимогам, заявник має звернутися до відповідного регіонального сертифікаційного центру та надати відповідним працівникам цього центру пакет чітко визначених документів. Після проведення процедури з вивчення інформації про товар заявника, представник акредитованого регіонального центру сертифікації визначає та затверджує схему, за якою у подальшому буде відбуватися процедура оцінювання якості підконтрольної продукції, виробленої заявником.

Перевірку безпеки для користувачів пред'явленої заявником нової техніки або обладнання проводять в умовах незалежної від заявника та акредитованого сертифікаційного центру лабораторії. Результати проведення вказаних досліджень заносять у протокол. На основі отриманих під час проведення перевірки даних уповноважений співробітник акредитованого сертифікаційного регіонального центру приймає відповідальне рішення про видачу заявнику дозвільної документації. Якщо під час проведення перевірки буде встановлено, що продукція надана заявником, цілком та повністю відповідає заявленим вимогам, документ реєструють у єдиному державному реєстрі та видають заявнику.

Перелік документів, необхідних для проходження сертифікації нової техніки або обладнання

					131.01BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						56
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Для оформлення та отримання сертифікату на нове обладнання та техніку необхідно надати у відповідне відомство наступні документи:

- заявка встановленого зразка;
- опис нової продукції заявника – відповідні технічні характеристики продукції, сфера застосування цієї продукції тощо;
- паспорт на товар, керівництво з експлуатації, монтажу або ремонту на дане обладнання, етикетки, зразки маркування та інші експлуатаційні документи, креслення, ескізи тощо;
- інвойс, контракт на постачання заявником продукції (для імпортованих виробів);
- протоколи проведених випробувань продукції у незалежній лабораторії, сертифікати якості або ж походження товару та інші документи, які підтверджують відповідну якість товару (за наявності такої документації);
- статутна документація фірми-заявника;
- відповідні документи на право володіння виробничими площами (договір оренди або ж купівлі-продажу відповідних приміщень);
- перелік стандартів та нормативних документів, на основі яких були здійснено розроблення та виробництво вказаної нової техніки чи обладнання.

Сертифікація нової техніки – це процес, у якому згідно з вимогами діючого законодавства відбуваються випробування на відповідність техніки вимогам діючих нормативних документів з метою подальшого отримання відповідного документа – сертифікату відповідності на вказану нову техніку або обладнання.

Незалежно від того, до якої сфери бізнесу належить конкретна компанія, яка здійснює закупівлю для своїх підприємств (виробництв) будівельної, виробничої, медичної, офісної або іншого типу та призначення техніки, більшість таких технічних пристроїв має підлягати обов'язковій сертифікації із отриманням відповідних документів (сертифікатів відповідності).

Широко уживане поняття «якість» насправді містить у собі цілий комплекс експлуатаційних характеристик та конструктивних особливостей товару, продукції тощо.

					131.01BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						57
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Якість промислової продукції – це найбільш важливий комплексний показник діяльності підприємства. Підвищення виробником якості своєї продукції, у тому числі й нової техніки, значною мірою визначає можливість виживання підприємства в умовах постійної зміни конкурентних переваг ринкової економіки, зростання ефективності виробничих процесів на конкретному підприємстві, економію усіх видів та типів ресурсів, використовуваних на конкретному виробничому підприємстві. Таким чином, можна вважати, що якість промислової або іншого типу продукції – це основний фактор, який впливає на конкурентну спроможність того або іншого підприємства.

Якість – це певна сукупність різних властивостей вироблюваної підприємством продукції, які обумовлюють її придатність (або непридатність) для задоволення різних потреб відповідно до призначення даного виду чи типу продукції.

Якість продукції як головний фактор її конкурентоздатності поширюється на усю економічну сферу країни та сприяє раціональному ощадливому використанню її ресурсів.

Негативні наслідки недостатнього рівня якості промислової продукції, зокрема й нової техніки чи обладнання, можуть бути економічними, соціальними, екологічними.

Економічні негативні наслідки недостатнього рівня якості промислової продукції:

- втрата (часткова або повна, тимчасова або незворотна) матеріальних та трудових ресурсів, які були використані на розроблення, виготовлення, транспортування та зберігання нової техніки або обладнання, які вийшли із ладу раніше від запланованих термінів фізичного зношування обладнання чи устаткування на підприємстві;
- втрати у виробничій інфраструктурі підприємства-виробника продукції (транспорт, комунікація, зв'язок тощо);
- додаткові витрати на проведення незапланованих ремонтів на підприємстві-виробнику;
- втрати природних ресурсів у результаті використання машин, призначених для видобування вказаних ресурсів, занадто низької якості;
- додаткова втрата валютних коштів, пов'язаних із імпортом у країну нової продукції, техніки, обладнання тощо.

					131.01BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						58
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Список використаної літератури

1. Михайлов А. К. Лопастные насосы. Теория, расчет и конструирование: учеб. пос. / А. К. Михайлов, В. В. Малюшенко. - М. : Машиностроение, 1977. - 288 с.
2. Лопастные насосы: справочник / под общ. ред. В. А. Зимницкого, В. А. Умова. - Л. : Машиностроение, 1986. - 334 с.
3. Курсовое проектирование деталей машин: учеб. пос. / С. А. Чернавский, К. Н. Боков, И. М. Чернин и др. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1987. - 416 с.
4. Детали машин. Курсовое проектирование: учеб. пос. / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. - М. : Высшая школа, 1984. - 336 с.
5. Анурьев, В. И. Справочник конструктора машиностроителя: в трех томах. / В. И. Анурьев. - М. : Машиностроение, 2001. – т.1 - 920 с.
6. Методичні вказівки до виконання курсового проекту зі спеціальності «Розрахунок та проектування консольного насоса з використанням теорії подібності» / укладачі: Е. В. Колісніченко, В. О. Панченко. – Суми: Сумський державний університет, 2011. – 37 с.
7. Ржебаева Н. К. Расчет и конструирование центробежных насосов: учебное пособие / Н. К. Ржебаева, Э. Е. Ржебаев. – Сумы: Изд-во СумГУ, 2009. – 220 с.

					131.01ВР.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						59
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		