

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
TeSET

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки

ВИПУСКНА РОБОТА БАКАЛАВРА

На тему «Розробка насосу ЛНК 250-32 для перекачування гарячої води»

Зі спеціальності 6.05050205 «Гідравлічні машини, гідроприводи та гідропневмоавтоматика»

Виконавець роботи

Жуков Назар Володимирович
прізвище, ім'я, по-батькові

Підпис, дата

Випускна робота

Науковий керівник

Захищена на засіданні

Лобуренко М.В

ЕК з оцінкою _____

науковий ступінь, вчене звання

«_____» _____ 20__ р.

прізвище, ім'я, по-батькові

підпис, дата

Підпис голови комісії

Суми 2021 р.

Зміст

Вступ	4
1. Опис конструкції вибраного насосу	6
1.2 Основні частини:	6
2. Область роботи вибраного насосу	9
2.1 Вимоги для насосного обладнання для перекачки гарячої води	9
3. Розрахунок робочого колеса, закритого типу	12
3.1 ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ.....	12
3.1.1 Вихідні дані для розрахунку	12
3.1.2 Визначення діаметра вала та втулки робочого колеса	14
3.1.3 Визначення геометричних параметрів входу у робоче колесо	14
3.1.4 Визначення числа лопатей та їх товщини	16
3.1.5 Уточнення коефіцієнта стиснення потоку	17
3.1.6 Визначення геометричних параметрів виходу з робочого колеса	18
3.1.7 Уточнення зовнішнього діаметра робочого колеса з урахуванням кінцевого числа лопатей	19
3.1.8 Уточнення коефіцієнта стиснення потоку на виході з робочого колеса	21
4. Проектування меридіанного перерізу робочого колеса	22
4.1 Загальні відомості.....	22
4.2 Побудова меридіанного перерізу.....	24
5. Підготовка меридіанного перерізу робочого колеса для профілювання лопоті	27
5.1 Побудова нормалей.....	27
5.2 Побудова ліній течії.....	28
6. Профілювання лопоті	32
6.1 Загальні положення.....	32
6.2 Побудування координатної сітки на розгортці циліндра	32
6.3 Побудова конформного відображення координатної сітки на поверхні течії	33
6.4 Профілювання поверхні лопаті на розгортці циліндра	36
6.5 Побудова меридіанних перерізів поверхні лопаті на меридіанній проекції робочого колеса	38

6.6 Побудова лопаті у плані.....	40
7. Виконання робочого креслення робочого колеса	41
8. Технологічний розділ.....	42
9. Визначення собівартості колеса насоса	48
10. Визначення собівартості корпусу насосу	54
11. Нещасні випадки, що пов'язані з підприємством. Порядок їх розслідування, спеціальне розслідування.....	60
Висновок.....	62
Література.....	63
Додаток А.....	
Додаток Б.....	

					131.02ВР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		3

Вступ

Насос ЛНК 250-32 – горизонтальний, консольний з осьовим підводом рідини до робочого колеса закритого типу і спіральним відводом. Насос для перекачування гарячої води, органічних або синтетичних теплоносіїв в системах трубопроводів або резервуарів.



Рисунок 1- Насос ЛНК

Опис ЛНК : насос складається з вхідного на напірного патрубків, кришки, кронштейна, спірального корпусу. Має ротор, який складається з закритого робочого колеса, вала, підшипників кочення та ковзання. Для охолодження камери ущільнення вбудований вентилятор. Насос є однопотоким .

Для перекачування гарячої води в системах трубопроводів або резервуарів, зокрема для середніх і великих установок водяного опалення, котлів з примусовою циркуляцією, централізованого теплопостачання та ін.

Насоси цього типу з подачою $Q = 250 \text{ м}^3/\text{год}$ і напорів $H = 32 \text{ м}$, потужність двигуна насоса $N = 22 \text{ кВт}$.

Корпус насоса:

- односпіральної / двухспіральної, в залежності від типорозміру

									Лист
									4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

131.02BP.000.00ПЗ

- спіральний корпус з радіальним роз'ємом
- спіральний корпус з невід'ємними лапами насоса
- змінні щілинні кільця (в окремих випадках)

Виконання робочого колеса:

- закрите радіальне колесо з вигнутими лопатками

Ущільнення валу:

- торцеве ущільнення , оптимізоване для монтажу в насосі, з інтегрованою втулкою вала (євростандарт)
- за запитом: одинарні торцеві ущільнення зі змінною втулкою вала (стандарт Азія / Америка)
- для застосувань з теплоносієм можливе виконання з двома торцевими ущільненнями

Підшипникові опори

Підшипники:

- виконання з одним ущільненням торця
 - плаваючий підшипник: підшипник ковзання
 - фіксований підшипник: два радіально-упорних шарикопідшипника, змащувані змазкою
- виконання з двома торцевими ущільненнями
 - плаваючий підшипник: підшипник ковзання, змащувати перекачується середовищем
 - фіксований підшипник: радіальний шарикопідшипник або підшипник з чотирьохточковим контактом (в залежно від типорозміру), змащують консистентним мастилом.

Матеріал основних деталей: корпус, кришки, кронштейн, рубашка –СЧ 20; робоче колесо - сталь 20Х13; вал - сталь 40Х.

					131.02ВР.000.00ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. Опис конструкції вибраного насосу

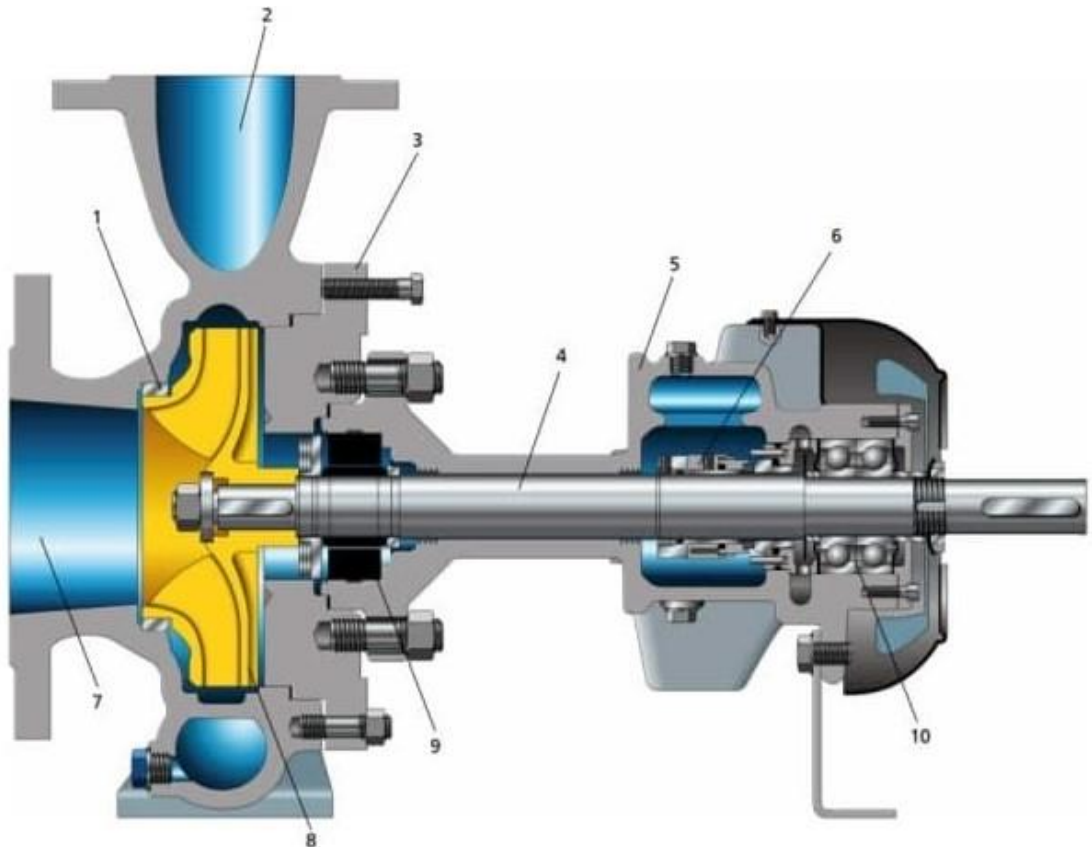


Рисунок 2- Схема насосу LHK

1.2 Основні частини:

- 1- Дросельна щілина;
- 2- Напірний патрубок;
- 3- Кришка;
- 4- Вал;
- 5- Кронштейн;
- 6- Торцеве ущільнення;
- 7- Вхідний патрубок;
- 8- Робоче колесо (закрите);
- 9- Підшипник ковзання;
- 10- Підшипник кочення;

Базовою деталлю насоса є корпус (рис.3) - спіральний з опорними лапами, виготовлений за допомогою лиття в прес форму та оброблений на верстатах

					131.02BP.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

для відповідності кресленню в який встановлюються кронштейн набраними всіма деталями.

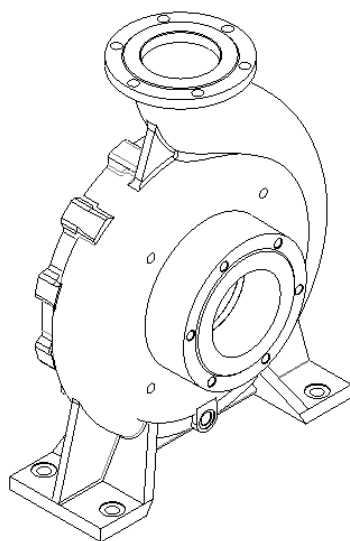


Рисунок 3 – Корпус насоса

Зовнішня поверхня оброблена за допомогою шліфувальної машинки для придання естетичного вигляду та зняття залишок пісчаної суміші, та загладжування місць приєднання литників, які залишилися після лиття. Напірний патрубок розташований вертикально вгору за стандартами ISO. Установка комбінованого кінцевого ущільнення суттєво знижує зовнішній витік, це призводить до зменшення об'ємних втрат які в свою чергу піднімають загальний ККД насоса що робить його конкурентоспроможним на ринку.

Мастило, використовується, на вибір споживача - рідке або консистентне кронштейн може комплектуватися як прес тавотницями так і пробками для зливу і заливу мастила в залежності від виконання.

Особливостями конструкції є можливість регулювання зазору між корпусом та робочим колесом по мірі зносу, робоче колесо (рис.5) закритого типу для створення гарного тиску та мінімальні витоки рідини з виходу на вхід. Виготовляються закриті колеса різними способами: литтям, точковим зварюванням, клепкою, або штампуванням. Кількість лопатей в колесі впливає на ефективність роботи насоса в цілому. Крім того, кількість лопатей впливає і на крутизну робочої характеристики. Чим більше лопатей, тим менше пульсації тиску рідини на виході з насоса. Існують різні способи посадки коліс на вал насоса.

					131.02BP.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

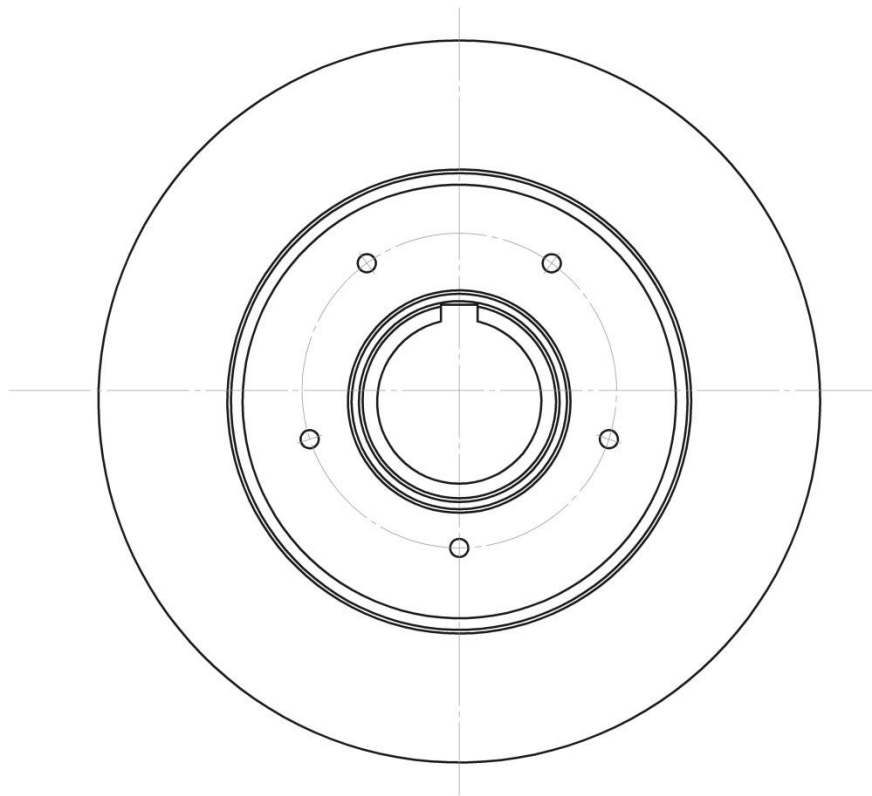


Рисунок 4 – Закрите робоче колесо

					131.02BP.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

2. Область роботи вибраного насосу

У котельнях, теплових пунктах та інших виробничих і житлових приміщеннях потрібно циркуляція гарячої води. Для цього використовується спеціальне насосне обладнання. Апарати забезпечують необхідний напір рідини в трубопроводі, запобігають її застою. Крім того, насосні пристрої незамінні для ліквідації аварійних ситуацій, коли потрібно терміново відкачати великий обсяг гарячої води, наприклад на теплотрасах або в підвальних приміщеннях.



Рисунок 5 – Приміщення котельні

2.1 Вимоги для насосного обладнання для перекачки гарячої води

В цілому перекачування гарячої води засновано на тих же фізичних принципах, що і перекачування холодної. При цьому висока температура робочої рідини висуває особливі вимоги до матеріалів, з яких виконаний насос (корпусу, робочого вала). Вони повинні бути міцними (нержавіюча сталь, латунь, чавун та ін.). Зсередини корпус апарату покривається спеціальним антикорозійним покриттям. Електродвигун насоса повинен мати підвищену стійкість до перегріву. Сальники і гумові ущільнювачі також виготовляються з матеріалів, що витримують високі температури (наприклад, з фторкаучука).

									Лист
									9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Крім того, агрегат для перекачування гарячої води повинен мати достатню силу потоку, щоб забезпечити всі точки подачі рідини хорошим напором.

Ще один важливий момент - відміну насосів для забезпечення гарячого водопостачання (ГВП) від пристроїв для опалення. Конструкція цих двох типів схожа, але передбачає відмінності:

- 1) по температурному режиму. Агрегати ГВС експлуатують при температурі води до 60 ° С, насоси для опалення - до 140 ° С;
- 2) по продуктивності. Пристрої для опалення мають більший запас потужності. В обладнанні же для гарячої води такі показники потужності необов'язкові.



Рисунок 6 - Установка насоса

									Лист
									10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

131.02BP.000.00ПЗ

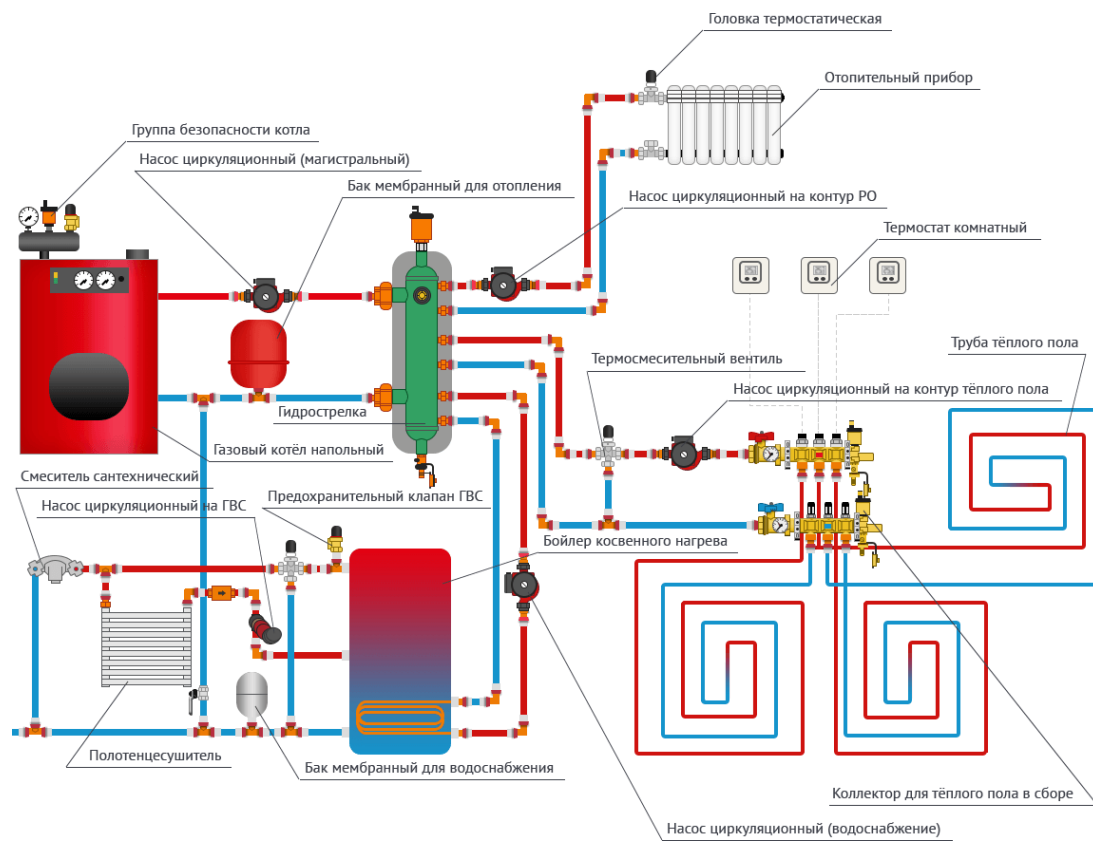


Рисунок 7 – Схема котельні

										Лист
										11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

131.02BP.000.00ПЗ

3. Розрахунок робочого колеса, закритого типу

3.1 ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

Меридіанний переріз відцентрового робочого колеса наведений на рис.

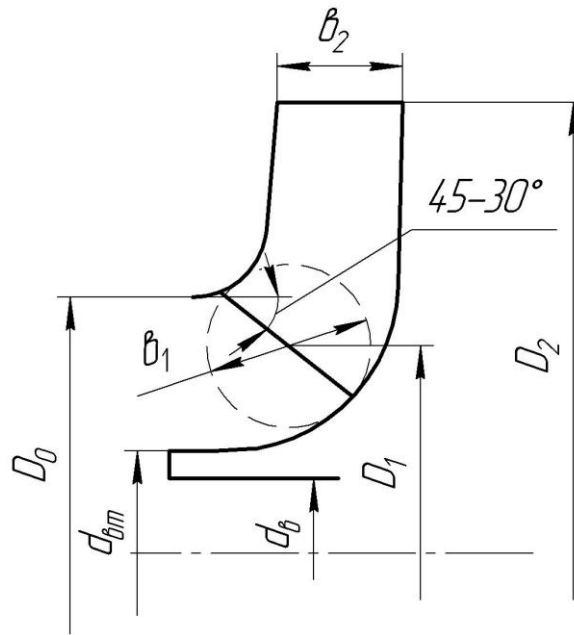


Рисунок 8 – Меридіанний переріз робочого колеса відцентрового насоса

3.1.1 Вихідні дані для розрахунку

При проектуванні робочого колеса задаються його основні параметри:

- тип робочого колеса: однопотокове ($\alpha = 1$), двопотокове ($\alpha = 2$);
- густина перекачуваної рідини $\rho = 864.7$, кг/м³;
- подача $Q' = \frac{Q}{\alpha} = 250$ м³/год
- напір $H = 32$, м;
- частота обертання $n = 2950$, об/хв.

Коефіцієнт швидкохідності

$$n_s = \frac{3.65 \cdot n \sqrt{\frac{Q'}{3600}}}{H^{\frac{3}{4}}} = \frac{3.65 \cdot 2950 \sqrt{\frac{250}{3600}}}{32^{\frac{3}{4}}} = 210,89.$$

Приведений діаметр робочого колеса визначається за формулою Суханова, мм:

$$D_{1np} = K_{ex} \sqrt[3]{\frac{Q'}{3600n}} 10^3,$$

де $K_{ex} = 3,5 - 5,0$ - коефіцієнт вхідної воронки робочого колеса.

Більші значення K_{ex} беруться для підвищення кавітаційних якостей робочого колеса, а також при малих його розмірах ($D_{1np} < 70$ мм).

$$D_{1np} = 5 \cdot \sqrt[3]{\frac{250}{3600 \cdot 2950}} \cdot 10^3 = 105,58 \text{ мм}$$

Об'ємний ККД визначається за формулою

$$\eta_{об} = \frac{1}{1 + 0,68 \cdot n_s^{-\frac{2}{3}}} = \frac{1}{1 + 0,68 \cdot 210,89^{-\frac{2}{3}}} = 0,98$$

Подача робочого колеса

$$Q_{р.к.} = \frac{Q'}{\eta_o} = \frac{250}{0,98} = 254,8 \text{ м}^3/\text{год},$$

Гідравлічний ККД

$$\eta_{\Gamma} = 1 - \frac{0,42}{(\lg D_{1np} - 0,172)^2} = \frac{0,42}{(\lg 105,58 - 0,172)^2} = 0,87.$$

Внутрішній механічний ККД

$$\eta'_M = \frac{1}{1 + 820 \cdot n_s^{-2}} = \frac{1}{1 + 820 \cdot 210,89^{-2}} = 0,98.$$

Повний ККД насоса

$$\eta = \eta_{об} \eta_{\Gamma} \eta'_M \eta_M,$$

де η_{Γ} - гідравлічний ККД;

η'_M - внутрішній механічний ККД;

η_M - зовнішній механічний ККД.

Зовнішній механічний ККД задаємо: $\eta_M = 0,95 - 0,99$ (менші значення беруться для малих потужностей).

$$\eta = 0,98 \cdot 0,87 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 0,83$$

Потужність, споживана насосом (Вт), визначається за формулою

$$N = \frac{\rho g Q H}{3600 \eta},$$

де $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння.

											Лист
											13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							

$$N = \frac{864,7 \cdot 9,81 \cdot 250 \cdot 32}{3600 \cdot 0,83} = 22523,32831 \text{ Вт.}$$

Теоретичний напір робочого колеса, м:

$$H_T = \frac{H \cdot 1,15}{\eta_T} = \frac{32 \cdot 1,15}{0,87} = 41,93$$

3.1.2 Визначення діаметра вала та втулки робочого колеса

У першому наближенні діаметр вала, мм, визначається з розрахунку на кручення за формулою

$$d_v = \sqrt[3]{\frac{M \cdot 10^3}{0,2 \cdot [\tau_k]}}$$

де $M = \frac{N_{\max} \cdot 30}{\pi n}$ - крутний момент на валу насоса, Н·м;

$N_{\max} = 1,1 \cdot N$ - максимальна потужність насоса, Вт;

$[\tau_k] = 30 \cdot 10^5$ МПа - занижене максимальне напруження на кручення, МПа (менші значення беремо при консольному розташуванні робочого колеса).

$$N_{\max} = 1,1 \cdot 22523,32831 = 2477,66114 \text{ Вт,}$$

$$M = \frac{2477,66114 \cdot 32}{\pi \cdot 2950} = 80,24 \text{ Н·м,}$$

$$d_v = \sqrt[3]{\frac{80 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 30 \cdot 10^5}} = 0,511 \text{ мм.}$$

Приймаємо

51 мм.

Діаметр втулки

$$d_{\text{вт}} = 61 \text{ мм.}$$

3.1.3 Визначення геометричних параметрів входу у робоче колесо

Діаметр вхідної воронки робочого колеса, мм, визначають з виразу

$$D_0 = \sqrt{D_{\text{1пр}}^2 + d_{\text{вт}}^2} = \sqrt{105,5^2 + 61^2} = 121,93 \text{ мм.}$$

					131.02BP.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Отримане значення округляємо до цілого у більшу сторону.

$$D_0 = 122 \text{ мм.}$$

Швидкість потоку на вході у робоче колесо

$$V_0 = \frac{4Q_{\text{р.к.}}}{3600\pi(D_0^2 - d_{\text{вт}}^2)} = \frac{4 \cdot 257,7}{3600\pi(122^2 - 61^2)} = 8,066 \text{ м/с.}$$

Далі задаються положенням вхідної кромки, яка, як правило, розміщується у зоні повороту потоку з осьового напрямку у радіальний під кутом 45-30° до осі насоса (аналогічно робочим колесам із високим ККД подібних n_s).

Орієнтовно D_1 беруть таким, що дорівнює $0,8D_0$

$$D_1 = 0,8 \cdot D_0 = 0,8 \cdot 122 = 97,6 \text{ мм.}$$

Визначаємо радіус середньої точки R_1 , за яким ведеться розрахунок кута потоку на вході $\beta_{1л}$.

$$R_1 = \frac{D_1}{2} = \frac{97,6}{2} = 48,8 \text{ мм.}$$

Для підвищення антикавітаційних якостей робочого колеса вхідну кромку виконують криволінійною та виносять у вхідну воронку. У першому наближенні меридіанну складову швидкості V'_{1m} без урахування стиснення потоку лопатями беруть такою, що дорівнює V_0 .

$$V'_{1m} = V_0 = 8,066 \text{ м/с.}$$

При вході потоку на лопать меридіанна складова абсолютної швидкості зростає та визначається виразом

$$V_{1m} = \Psi_1 V'_{1m},$$

де $\Psi_1 = 1,15 - 1,3$ - коефіцієнт стиснення потоку на вході.

$$V_{1m} = 1,25 \cdot 8,066 = 10,0825 \text{ м/с.}$$

У загальному випадку кут потоку на вході, град, розраховують з трикутника швидкостей за формулою

$$\beta_{1л} = \arctg \frac{V_{1m}}{U_1 - V_{1U}},$$

де $U_1 = \frac{\pi D_1 n}{60}$ - переносна швидкість на вході у робоче колесо, м/с;

V_{1U} - колова складова абсолютної швидкості на вході у робоче колесо, м/с.

$$U_1 = \frac{\pi D_1 n}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,976 \cdot 2950}{60} = 15,06 \text{ м/с.}$$

					131.02BP.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

У консольних насосах $V_{1U} = 0$. У насосах типу Д потік входить у робоче колесо з деякою початковою циркуляцією, тому $V_{1U} \neq 0$. При цьому момент швидкості $K_1 = V_{1U} R_1$ може бути визначений з виразу

$$K_1 = 0,063 \sqrt[3]{\frac{Q_{p.k.}^2 n}{(3600)^2}}, \text{ м}^2/\text{с}.$$

Тоді для насосів типу Д швидкість V_{1U} визначається за виразом:

$$V_{1U} = \frac{0,123 \sqrt[3]{\frac{Q_{p.k.}^2 n}{(3600)^2}}}{D_1}, \text{ м/с}.$$

Тоді

$$\beta_{1П} = \arctg \frac{V_{1m}}{U_1} = \arctg \frac{8,8}{15,6} = 35,5^\circ.$$

Кут нахилу лопаті на вході у робоче колесо, град:

$$\beta_1 = \beta_{1П} + \Delta\beta.$$

Цей кут повинен знаходитися у межах $15-30^\circ$. Кут атаки $\Delta\beta = 3-8^\circ$ вводить з метою зменшення гідравлічних втрат в області робочого колеса та покращання його кавітаційних властивостей. У деяких випадках кут атаки $\Delta\beta$ може бути збільшений до 15° .

$$\beta_1 = 35,5 + 5 = 40,5^\circ.$$

3.1.4 Визначення числа лопатей та їх товщини

Більшість відцентрових насосів різних розмірів та коефіцієнтів швидкохідності з високими техніко-економічними показниками має число лопатей $z = 5-8$. У деяких випадках число лопатей зменшують до 1-3 (наприклад, при перекачуванні забруднених рідин або газорідних сумішей).

Приймаємо $z = 5$.

Товщину лопаті робочого колеса вибирають з технологічних міркувань (залежно від матеріалу робочого колеса, його розмірів та технологічних ливарних можливостей підприємства). Орієнтовно можна взяти товщину лопаті на вході у робоче колесо $s_1 = 2-10$ мм при $D_1 = 150-500$ мм.

Товщина лопаті на виході з робочого колеса s_2 часто береться такою, що дорівнює s_1 , а до середини лопаті плавно зростає.

Приймаємо $s_1 = s_2 = 5$ мм.

									Лист
									16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

3.1.5 Уточнення коефіцієнта стиснення потоку

Після вибору числа лопатей та їх товщини уточнюють значення Ψ'_1 за формулою

$$\Psi'_1 = \frac{1}{1 - \frac{z \cdot s_1}{2\pi R_1 \sin \beta_1}}.$$

Повинна бути забезпечена умова $|\Psi'_1 - \Psi_1| \leq 0,01$. Якщо ця умова не виконується, то роблять друге наближення, задаючись $\Psi''_1 = \Psi'_1$, визначають V_{1m} , потім $\beta_{1П}$ та $\Delta\beta$ (див. п. 1.3). Обчислення повторюють, поки не буде виконана умова $|\Psi'_1 - \Psi_1| \leq 0,01$.

1-е наближення

$$\Psi'_1 = \frac{1}{\frac{7 \cdot 3}{2\pi \cdot 46 \sin 39,18^\circ}} = 1,09$$

$$|1,09 - 1,25| = 1,1 > 0,01$$

2-е наближення

$$V_{1m} = 1,09 \cdot 8,066 = 8,88 \text{ м/с.}$$

$$\beta_{1П} = \arctg \frac{V_{1m}}{U_1} = \arctg \frac{8,88}{15,6} = 32^\circ.$$

$$\beta_1 = 32 + 5 = 37^\circ.$$

$$\Psi'_1 = \frac{1}{\frac{7 \cdot 3}{2\pi \cdot 46 \sin 37^\circ}} = 1,1$$

$$|1,1 - 1,1| = 0,01 - \text{ умова виконується.}$$

Ширина робочого колеса, м, на вході знаходять з виразу

$$b_1 = \frac{Q_{р.к.}}{\pi D_1 V_{1m} 3600} = \frac{254,8}{3,14 \cdot 0,976 \cdot 8,8 \cdot 3600} = 0,025 \text{ м}$$

					131.02ВР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

3.1.6 Визначення геометричних параметрів виходу з робочого колеса

Попереднє значення зовнішнього діаметра робочого колеса (при нескінченному числі лопатей z) може бути визначено спрощено з основного рівняння роботи лопатевих насосів. Беремо у першому наближенні $V_{1U} = 0$ і $V_{2U} = 0,5U_2$. Тоді колова швидкість на виході з робочого колеса

$$U'_2 = \sqrt{\frac{gH_T}{0,5}} = \sqrt{\frac{9,81 \cdot 41,93}{0,5}} = 28,6 \text{ м/с,}$$

а діаметр на виході з робочого колеса при нескінченному числі лопатей:

$$D'_2 = \frac{60U'_2}{\pi n} = \frac{60 \cdot 28,6}{3,14 \cdot 2950} = 0,185 \text{ м.}$$

Кінцеве значення D_2 визначають з урахуванням поправки на кінцеве число лопатей.

Меридіанна швидкість без урахування стиснення на виході з робочого колеса

$$V'_{2m} = (0,5 - 1,0)V'_{1m}.$$

Менші значення беруть у тому випадку, коли для полегшення відливання необхідно збільшити ширину робочого колеса на виході b_2 .

$$V'_{2m} = 0,75 \cdot V'_{1m} = 0,75 \cdot 8,08 = 6,05 \text{ м/с.}$$

Кут на виході з робочого колеса β_2 визначають з трикутника швидкостей у залежності від прийнятого значення V'_{2m} таким чином, щоб отримати бажане відношення відносних швидкостей на вході та на виході $\frac{W_1}{W_{2\infty}}$:

$$\beta_2 = \arcsin \left(\frac{W_1}{W_{2\infty}} \frac{\Psi_2}{\Psi_1} \frac{V'_{2m}}{V'_{1m}} \sin \beta_1 \right),$$

де $\Psi_2 = 1,05 - 1,1$ - коефіцієнт стиснення потоку лопатями на виході з робочого колеса;

W_1 - відносна швидкість на вході у робоче колесо;

$W_{2\infty}$ - відносна швидкість на виході з робочого колеса при нескінченному числі лопатей.

Відношення $\frac{W_1}{W_{2\infty}}$ залежить від n_s . Графічна залежність $\frac{W_1}{W_{2\infty}} = f(n_s)$ наведена на рис. 2.

					131.02BP.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Виходячи із забезпечення мінімуму втрат, рекомендують такі значення:

n_s	40	100	200	300
β_2 , град	30 - 36	25 - 30	20 - 22	15 - 20

Для збільшення напору кут β_2 може бути збільшений, але при цьому складніше отримати повільно спадаючу напірну характеристику.

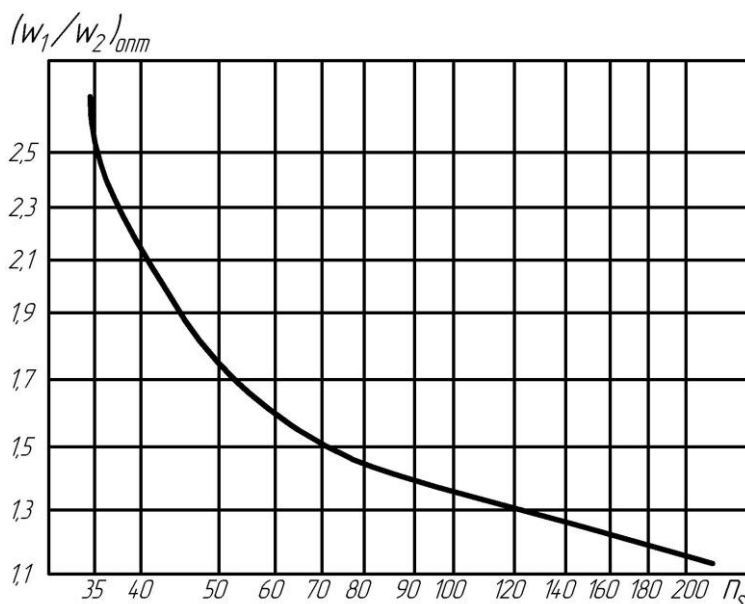


Рисунок 9 – Залежність $\frac{W_1}{W_{2\infty}}$ від n_s

При $n_s = 210$ визначаємо за графіком $\frac{W_1}{W_{2\infty}} = 1.3$.

$$\beta_2 = \arcsin \left(\frac{W_1}{W_{2\infty}} \frac{\Psi_2 V'_{2m}}{\Psi_1 V'_{1m}} \sin \beta_1 \right) = \arcsin \left(1.34 \cdot \frac{1.26}{1.84} \cdot \frac{1.1}{1.47} \sin 16.15 \right) = 35^\circ$$

3.1.7 Уточнення зовнішнього діаметра робочого колеса з урахуванням кінцевого числа лопатей

Поправка K_z на кінцеве число лопатей може бути визначена за формулою Пфлейдерера:

$$K_z = \frac{1}{1+p},$$

де

$$p = 2 \frac{\Psi}{z} \frac{1}{1 - \left(\frac{D_1}{D_2'} \right)^2}.$$

Коефіцієнт Ψ визначається залежно від n_s :

- при $n_s < 150$:

$$\Psi = (0,55 - 0,65) + 0,6 \sin \beta_2,$$

де менші значення Ψ беруться для ретельно виконаних робочих коліс із лопатевими відводами;

- при $n_s = 150 - 200$:

$$\Psi = 1,6 \left(\sin \beta_2 + \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2 \sin \beta_1 \right);$$

- при $n_s > 200$:

$$\Psi = \left(1,7 + 13,3 \left(\frac{V_{2m}}{U_2 \operatorname{tg} \beta_2} \right)^2 \right) \sin \beta_2.$$

Приймаємо

$$\Psi = (0,55 - 0,65) + 0,6 \sin 35^\circ = 0,96$$

$$p = 2 \frac{\Psi}{z} \frac{1}{1 - \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2} = 2 \frac{0,96}{7} \frac{1}{1 - \left(\frac{116}{375} \right)^2} = 0,29$$

$$K_z = \frac{1}{1 + p} = \frac{1}{1 + 0,29} = 0,77$$

Теоретичний напір при нескінченному числі лопатей

$$H_{T\infty} = \frac{H}{\eta_{\Gamma} K_z} = \frac{32}{0,87 \cdot 0,68} = 53 \text{ м.}$$

Меридіанна швидкість на виході з урахуванням стиснення

$$V_{2m} = \Psi_2 V'_{2m} = 1,07 \cdot 2,45 = 2,62 \text{ м/с.}$$

Колова швидкість на виході з робочого колеса

$$U_2 = \frac{V_{2m}}{2 \operatorname{tg} \beta_2} + \sqrt{\left(\frac{V_{2m}}{2 \operatorname{tg} \beta_2} \right)^2 + g H_{T\infty} + V_{1U} U_1} = \\ = \frac{4,02}{2 \operatorname{tg} 11,04^\circ} + \sqrt{\left(\frac{4,02}{2 \operatorname{tg} 11,04^\circ} \right)^2 + 9,81 \cdot 43,42 + 0} = 31,8 \text{ м/с.}$$

Уточнений діаметр робочого колеса

$$D_2 = \frac{60 U_2}{\pi n} = \frac{60 \cdot 31,8}{\pi \cdot 2950} = 0,206.$$

					131.02BP.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

3.1.8 Уточнення коефіцієнта стиснення потоку на виході з робочого колеса

Після визначення s_2 та D_2 уточнюють коефіцієнт стиснення потоку на виході з робочого колеса

$$\Psi'_2 = \frac{1}{1 - \frac{z \cdot s_2}{\pi D_2 \sin \beta_2}}.$$

При цьому повинна бути забезпечена умова $|\Psi'_2 - \Psi_2| \leq 0,01$. Якщо ця умова не виконується, то роблять друге наближення, задаючись $\Psi''_2 = \Psi'_2$, визначають V_{2m} , β_2 та D_2 . Обчислення повторюють, поки не буде виконана умова $|\Psi'_1 - \Psi_1| \leq 0,01$.

1-е наближення

$$\Psi'_2 = \frac{1}{\frac{5 \cdot 3}{\pi \cdot 206 \sin 35^\circ}} = 1,07$$

$$|1,268 - 1,26| = 0,01 \leq 0,01 - \text{ умова виконується.}$$

Ширину робочого колеса на вході знаходимо з виразу

$$b_2 = \frac{Q_{p.k.}}{\pi D_2 V_{2m} 3600} = \frac{254,8}{\pi \cdot 0,206 \cdot 6,4 \cdot 3600} = 0,0168 \text{ м.}$$

					131.02BP.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

4 Проектвання меридіанного перерізу робочого колеса

4.1 Загальні відомості

Форма меридіанного перерізу лопатевого колеса залежить від положення втулки колеса. Робочі колеса відцентрових насосів можуть мати заглиблену або висунуту втулку (рис. 3).

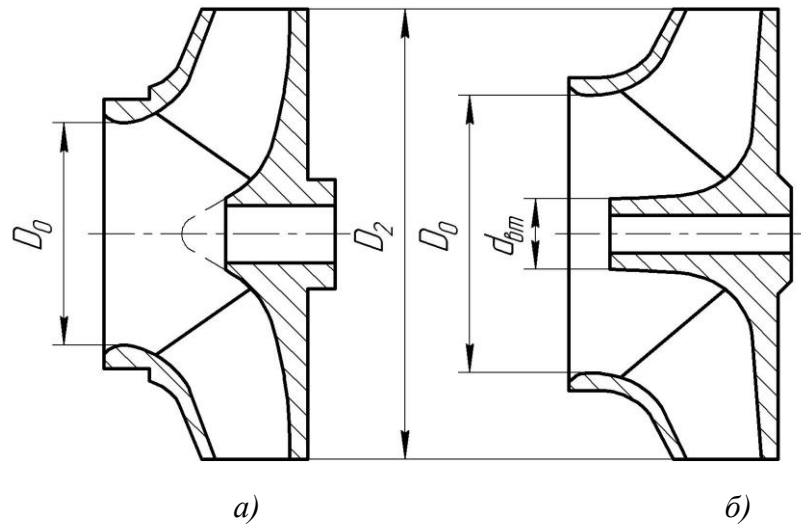


Рисунок 10 – Форма меридіанного перерізу робочого колеса:
а – робоче колесо консольного насоса;
б – робоче колесо насоса із прохідним валом

Колеса із заглибленою втулкою (рис. 3 а), як правило, застосовуються у одноступінчастих насосах із консольним розміщенням колеса на валу. У таких колесах втулка не стискає вхідний переріз, і діаметр вхідної горловини D_0 дорівнює приведеному діаметру входу у колесо D_{1np} .

Колеса з висунутою втулкою (рис. 3 б) застосовуються у одноступінчастих та багатоступінчастих насосах з прохідним валом та у шнеко-відцентрових насосах. Для таких колес діаметр вхідної горловини визначається за формулою

$$D_0 = \sqrt{D_{1np}^2 + d_{вт}^2}.$$

З урахуванням конструктивних міркувань вибирають положення втулки, намічають контур меридіанного перерізу колеса, керуючись при цьому такими рекомендаціями:

- контури меридіанного перерізу повинні бути плавно окресленими. Кожна зі стінок утворюється двома відрізками прямих, з'єднаних одним або декількома радіусами (застосовувати лекальні криві не допускається, оскільки це ускладнює виготовлення робочого колеса);

- нахил стінок на виході (див. рис. 4) $\gamma_1 = \gamma_2 = 0 - 5^\circ$. Можливі випадки $\gamma_1 \neq \gamma_2$ (тоді $\gamma_1 > 5^\circ$, а $\gamma_2 = 0$);

									Лист
									22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

- при виборі окреслень стінок необхідно уникати як надмірного збільшення осьового розміру робочого колеса, так і значного його зменшення. У першому випадку матимемо нераціональне збільшення довжини, а отже, і маси колеса; у другому внаслідок малого радіуса R_{II} (рис. 4 а) виникає небезпека відриву потоку від передньої стінки. Як правило, це $l_1 = 0$ або $l_1 = 0,05D_0$;

- площа нормального перерізу проточної частини робочого колеса повинна плавно зростати від входу до виходу. На графіку зміни площ (рис. 5) найкращі результати дає вигнута крива $F = f(l)$, спрямована приблизно за бісектрисою кута [3]. Необхідно зауважити, що робоче колесо з розширеною (з метою підвищення його антикавітаційних якостей) входною воронкою тут не розглядаються.

Місцеве розширення меридіанного перерізу колеса на повороті компенсує стиснення перерізу лопатями, які, як правило, починаються у цій зоні. Зазначене розширення рекомендується виконувати головним чином за рахунок збільшення радіуса кривизни покривного диска колеса. При цьому зменшується нерівномірність розподілу швидкості на повороті, що сприяє зниженню гідравлічних втрат у колесі.

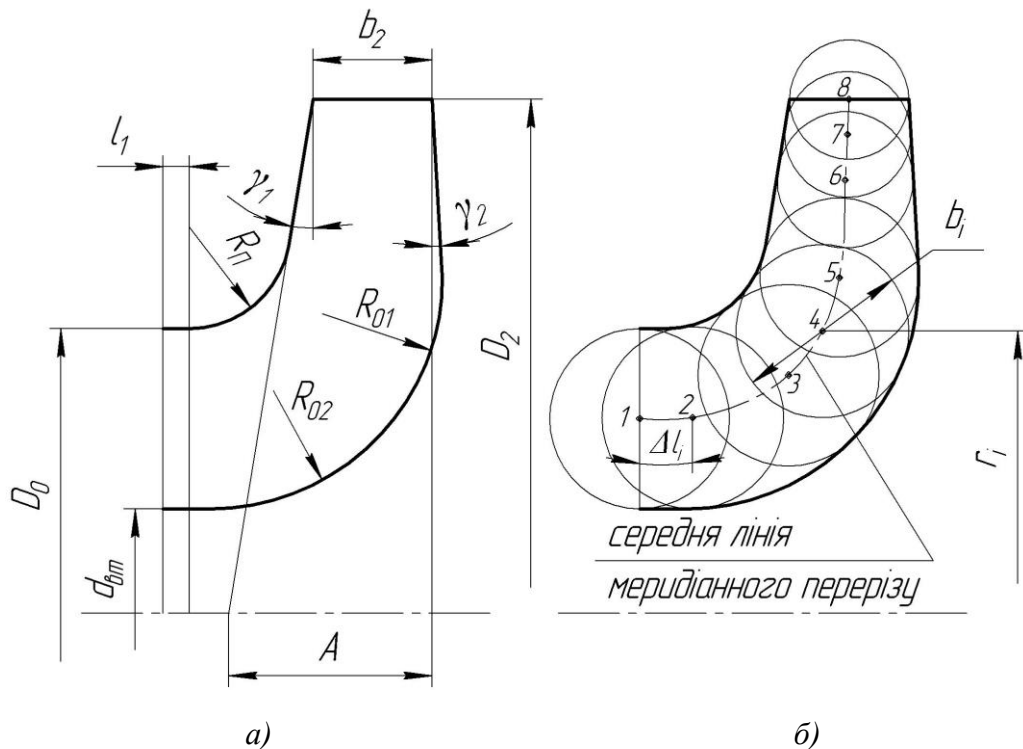


Рисунок 11 – До проектування меридіанного перерізу

4.2 Побудова меридіанного перерізу

Контури меридіанного перерізу знаходять методом послідовних наближень.

Намічають попередньо «на око» контури перерізу. Рекомендується при цьому орієнтуватися на існуючі робочі колеса з подібним коефіцієнтом швидкохідності.

Для того щоб з'ясувати характер зміни площі нормального перерізу проточної частини колеса для наміченого меридіанного перерізу, необхідно побудувати графік $F = f(l)$ (див. рис. 5), де l - відстань вздовж середньої лінії меридіанного перерізу колеса від входу до виходу. При цьому робимо так: у намічений меридіанний переріз колеса вписуємо тонкими лініями від входу до виходу 8–10 кіл. У зоні повороту потоку кола, як правило, розташовують густіше. Центр першого кола розміщується на лінії, проведеній перпендикулярно до осі колеса через точку, розміщену на відстані l_i від центра дуги радіусом R_{II} (див. рис. 4 а). Центр останнього кола розміщується на лінії, що визначається зовнішнім діаметром колеса.

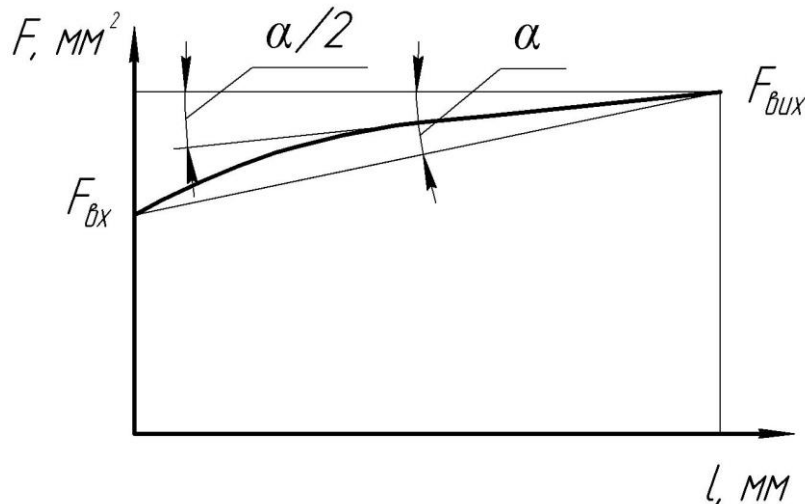


Рисунок 12 – Рекомендований графік зміни площі меридіанного перерізу робочого колеса

З'єднуючи центри вписаних кіл плавною лінією, отримують середню геометричну лінію меридіанного перерізу. Центри вписаних кіл нумеруються цифрами 1, 2, 3, ... від входу до виходу.

Далі обчислюють площі нормальних перерізів:

- початкового (на вході у робоче колесо):

$$F_{\text{вх}} = \frac{\pi}{4} (D_0^2 - d_{\text{вн}}^2),$$

- кінцевого (на виході з колеса):

$$F_{\text{вих}} = \pi D_2 b_2,$$

- проміжних:

$$F_i = 2\pi r_i b_i,$$

									Лист
									24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

де r_i - відстань від осі колеса до центра вписаного кола;

b_i - діаметр вписаного кола.

Величини r_i та b_i визначаються з креслення.

Результати обчислень зводяться до таблиці 1.

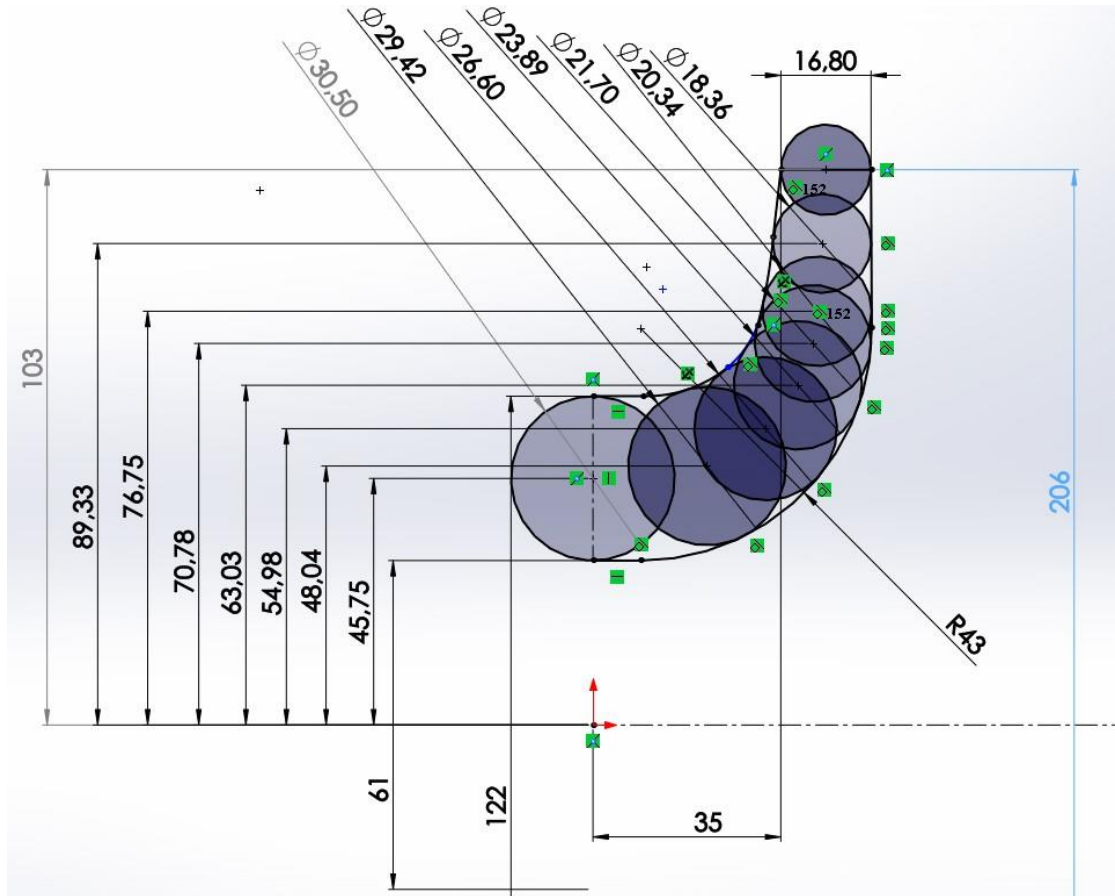


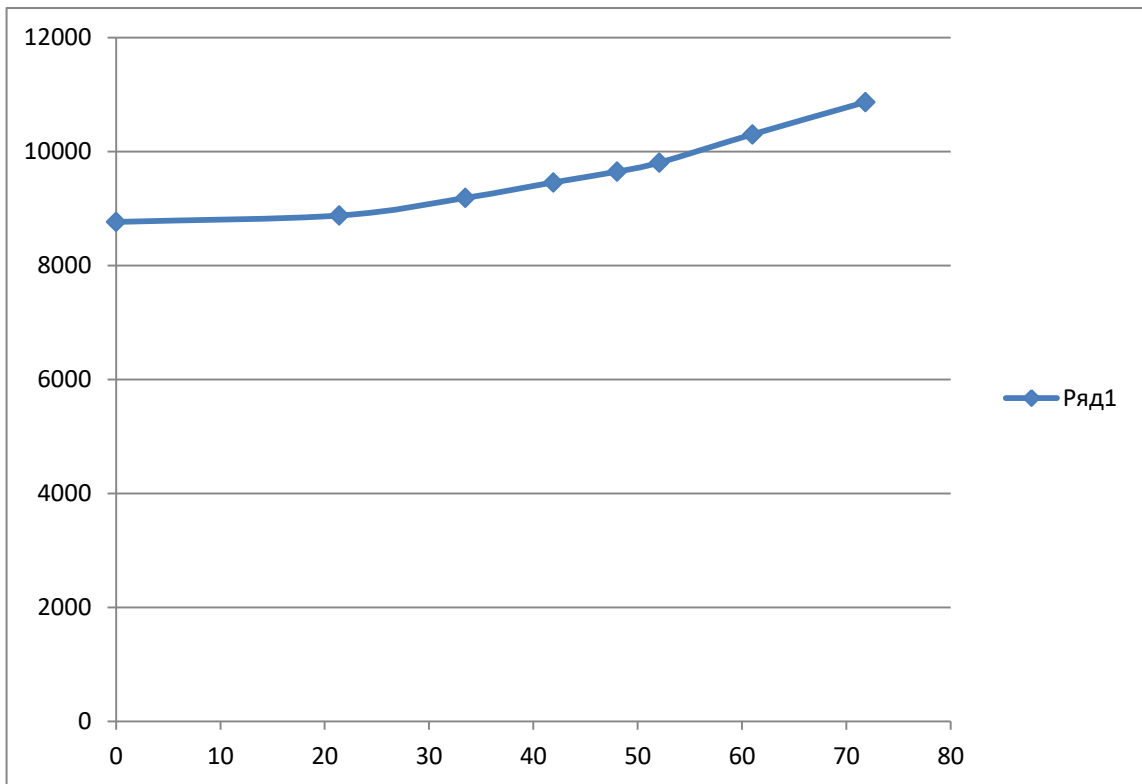
Рисунок 13 - Побудова меридіанного перерізу

Номер точки	r_i , мм	b_i , мм	Δl_i , мм	F_i , мм ²
1	45,75	30,50	0	8762
2	48,04	29,42	21,39	8875
3	54,98	26,60	33,46	9184
4	63,03	23,89	41,90	9456
5	70,78	21,70	48,02	9646
6	76,75	20,34	52,06	9803
7	89,33	18,36	61	10299
8	103	16,80	71,84	10866

Таблиця 1 – Розрахунок площ меридіанного перерізу

За даними таблиці будують приблизний графік $F = f(l)$. Відстань Δl_i вздовж середньої лінії меридіанного перерізу від першої точки до кожної наступної (2, 3, ...) визначається з креслення.

Далі порівнюють результати розрахунку з рекомендованим графіком. Як правило, побудову меридіанного перерізу робочого колеса повторюють декілька разів, поки не буде отримано бажаного графіка $F = f(l)$. При цьому зміна форми меридіанного перерізу робочого колеса досягається за рахунок зміни розміру A та радіусів R_{II} , R_{01} , R_{02} .



Графік 1- Зміни площ меридіанного перерізу

5 Підготовка меридіанного перерізу робочого колеса для профілювання лопоті

Підготовка меридіанного перерізу колеса полягає у побудові розрахункових ліній течії. Для побудови розрахункових ліній течії (струминок) необхідно на меридіанному перерізі колеса спочатку побудувати нормалі та прийняти розподіл меридіанної швидкості у перерізах колеса вздовж нормалей.

5.1 Побудова нормалей

Нормаллями називають лінії, перпендикулярні до ліній течії. Розглянемо наближений спосіб побудови нормалей на меридіанному перерізі колеса.

У меридіанний переріз вписуються тонкими лініями рівномірно від входу до виходу 8-10 кіл. Кола вписуються так само, як і при побудові графіка $F = f(l)$ (див. рис. 4), тому можна використовувати раніше вписані кола.

Відмічають точки A і C дотику вписаного кола з контуром меридіанного перерізу (рис. 6 а). Точкою O позначається центр вписаного кола. Проводяться відрізки AO , CO та AC . З точок A та C перпендикулярно до відрізків AO і CO проводять промені, що перетинаються у точці K , з якої радіусом $R=KA=KC$ проводиться дуга AC , що береться за нормаль.

Таким способом будуються й інші нормалі, які нумеруються від входу до виходу (рис. 6 б). Перша нормаль – пряма лінія, перпендикулярна до осі колеса, а остання збігається з лінією меридіанного перерізу, яка визначається діаметром D_2 .

					131.02ВР.000.00ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

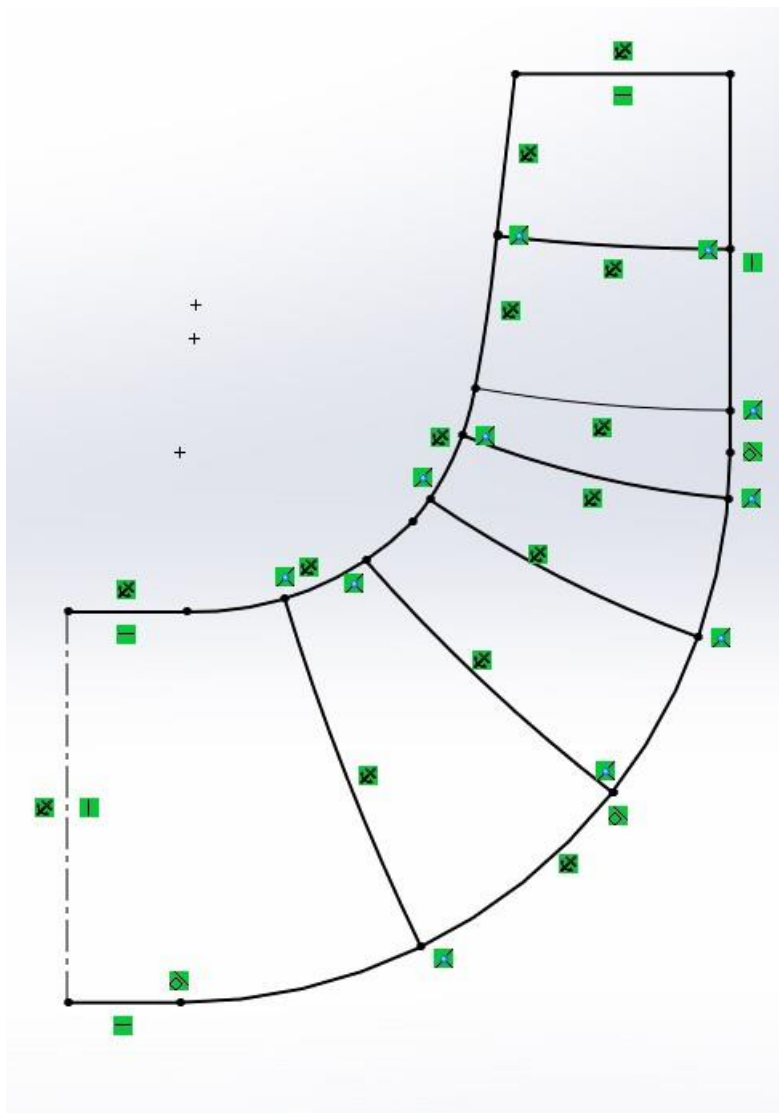


Рисунок 14 – Побудова нормалей

5.2 Побудова ліній течії

Лінії течії утворюються перерізом поверхонь течії меридіанною площиною (рис. 7). По ширині меридіанного перерізу робочого колеса меридіанна швидкість рідини V_m розподіляється нерівномірно, причому нерівномірність тим більша, чим ширшим є канал та меншим радіус. Точний розподіл швидкості V_m вздовж нормалей невідомий. З урахуванням цього при проектуванні відцентрових робочих коліс насосів набула поширення так звана схема рівношвидкісного потоку, за якою меридіанна швидкість $V_m = \frac{Q_{p.k.}}{F}$ береться сталою вздовж нормалі. Практика показала, що розрахунок робочого колеса відцентрових насосів за прийнятою спрощеною схемою ($V_m = const$) вздовж нормалі досить добре забезпечує задані параметри. Розрахункові лінії течії зручно проводити таким чином, щоб вони ділили меридіанний переріз робочого колеса на ділянки, у яких протікала б однакова

									Лист
									28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

кількість рідини. Кількість таких ділянок залежить від n_s та орієнтовно може бути визначена з таблиці 2.

Таблиця 2

n_s	<100	100-150	150-300	300-450
Кількість потоків k	2	3	4-5	6-7
Кількість розрахункових перерізів (ліній течії) n	3	4	5-6	7-8

Приймаємо кількість потоків – 2.

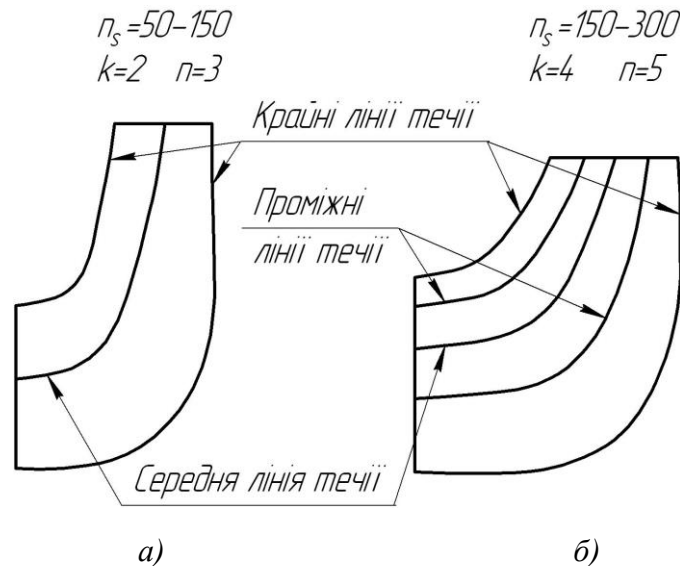


Рисунок 15 – Меридіанний переріз із проміжними лініями течії

Таким чином, за умови рівношвидкісного потоку, що відповідає постійності меридіанної швидкості V_m вздовж даної нормалі, через кожен струминку, окреслену лініями течії, протікають рівні кількості рідини:

$$q = \frac{Q_{p.k.}}{3600k} = 2\pi V_m (r_{u.m.} l)_1 = 2\pi V_m (r_{u.m.} l)_2 = 2\pi V_m (r_{u.m.} l)_k$$

де $Q_{p.k.}$ - постійна витрата через робоче колесо;

l - довжина відрізка нормалі між сусідніми лініями течії;

$r_{u.m.}$ - відстань від центра тяжіння відрізка l до осі колеса.

Оскільки швидкість V_m вздовж нормалі стала, то наведена вище умова матиме вигляд

$$r_{u.m.} l = const .$$

Побудову ліній течії починають з розмітки точок на вихідній кромці п-п (рис. 8), на якій відкладають рівні відрізки $\frac{b_2}{k}$. Положення ліній течії на вході у робоче колесо (переріз I-I) визначають з рівності

$$D_0^2 - d_k^2 = d_k^2 - d_{k-1}^2 = \dots = \frac{D_0^2 - d_{em}^2}{k}.$$

Контури ліній течії між входом та виходом знаходять методом послідовних наближень. Необхідно провести ці лінії таким чином, щоб проточна частина колеса була розділена на частини, у яких протікали б однакові кількості рідини q . Для цього нормаль розбивають на ділянки l' , l'' та l''' (рис. 8). Після нанесення ділянок для кожної з них обчислюють добуток $r_{ц.т.}l$. Величини $r_{ц.т.}$ та l визначаються з креслення. При цьому повинна виконуватися умова $r'_{ц.т.}l' = r''_{ц.т.}l'' = r'''_{ц.т.}l'''$. Якщо цього не досягнуто, виконується коригування ліній течії.

Коригування закінчують, якщо відхилення між добутками на одній нормалі не перевищує 5%.

Ділянки нормалі у багатьох випадках унаслідок їх малої кривизни можна замінити на відрізки прямих.

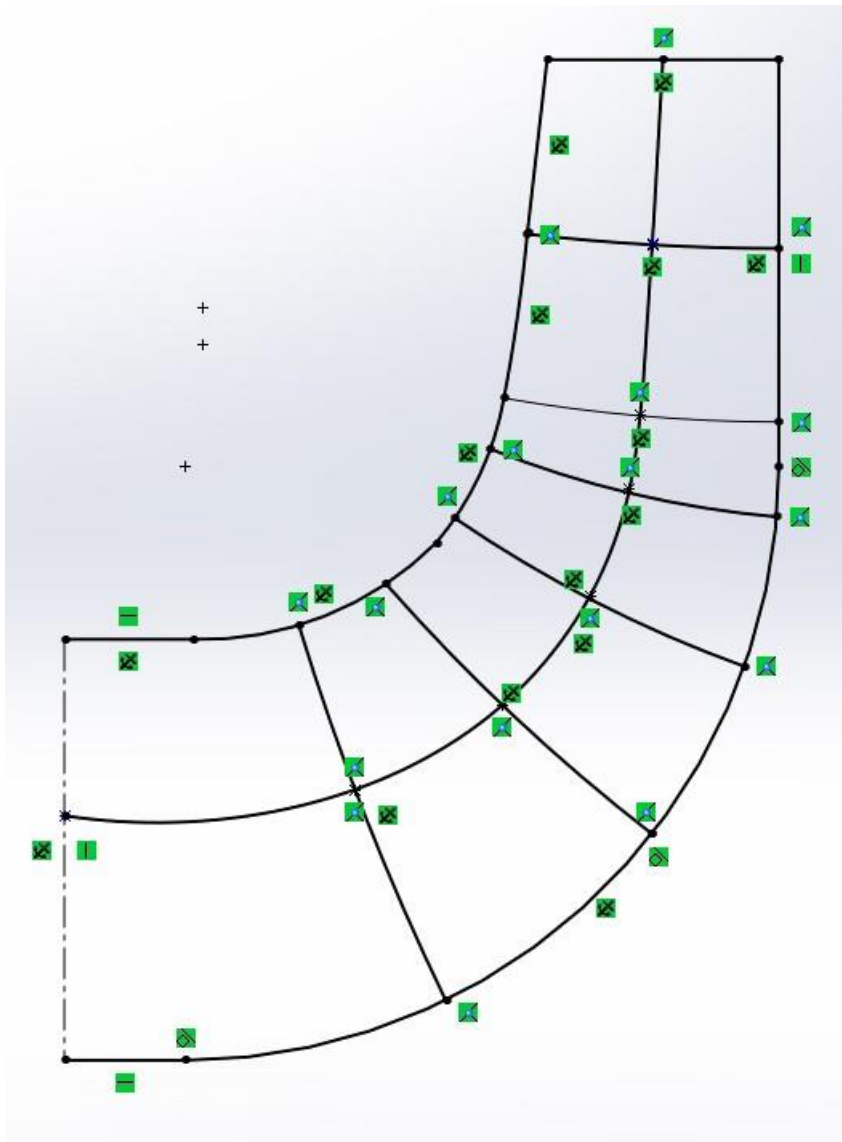


Рисунок 16 – Побудова ліній течії

6 Профілювання лопоті

6.1 Загальні положення

Найбільш поширеним у насособудуванні способом профілювання лопатей є метод конформного відображення поверхні течії на поверхню обертання, що розгортається (конус або циліндр). При конформному відображенні кути лопатей зображуються без спотворення, а подібні лінійні розміри – пропорційні. Профілювання лопаті здійснюють у наступній послідовності: будують координатну сітку на поверхні току; профілюють поверхні лопаті на розгортці циліндру; будують меридіанні перерізи поверхні лопаті на меридіанній проекції робочого колеса та лопаті у плані.

6.2 Побудування координатної сітки на розгортці циліндра

Координатна сітка необхідна для встановлення взаємозв'язку між відповідними точками поверхні течії та конформної діаграми. Сітка на розгортці відображувального циліндра (рис. 9) утворюється системою вертикальних та горизонтальних ліній (меридіанів та паралелей), проведених із відстанями між ними відповідно ΔS та ΔL . Меридіани відповідають перерізам поверхні течії рядом меридіанних площин. Паралелі відповідають ряду концентричних кіл на поверхні течії, співвісних робочому колесу. Для побудови координатної сітки задаються кутом $\Delta\phi$ між меридіанними перерізами відображувального циліндра (рис. 9), який, як правило беруть таким, що дорівнює $5-10^\circ$, та радіусом конформного циліндра $R_{к.ц.} = 150 - 200$ мм (іноді припускають, що $R_{к.ц.} = R_2$), після чого визначають розміри ΔS та ΔL за формулами

$$\Delta L = \frac{R_{к.ц.}}{C},$$

де C - стала, що, як правило, береться такою, що дорівнює 10 (для спрощення розрахунків);

$$\Delta S = \frac{\pi R_{к.ц.} \Delta\phi^\circ}{180^\circ}.$$

Приймаємо $R_{к.ц.} = 200$ мм, $C = 10$, $\Delta\phi = 10^\circ$. Тоді

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

$$\Delta S = \frac{\pi R_{к.ц.} \Delta\phi^\circ}{180^\circ} = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 10}{180} = 34,91 \text{ мм}.$$

					131.02BP.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

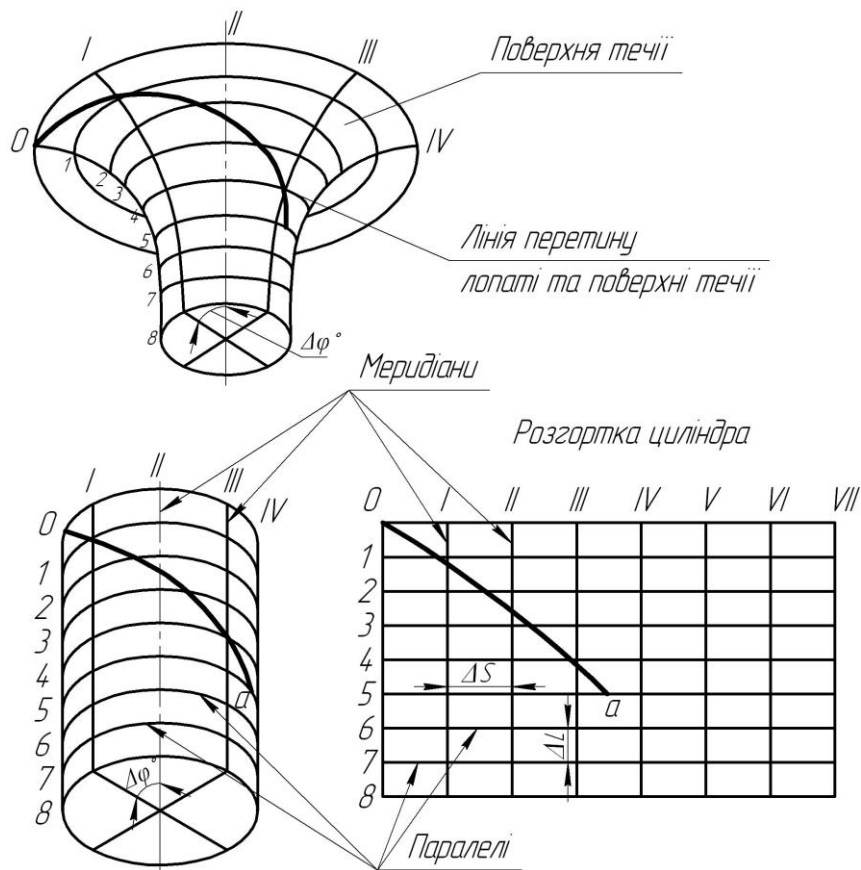


Рисунок 17 – Сітка на розгортці відображувального циліндра

6.3 Побудова конформного відображення координатної сітки на поверхні течії

Ця побудова полягає у розбивці усіх розрахункових ліній течії a , b , c (рис. 10) на відрізки Δl за умовами конформності

$$\frac{r_{icp}}{\Delta l_i} = \frac{R_{к.ч.}}{\Delta L} = const ,$$

де r_{icp} - відстань від осі робочого колеса до середини відрізка Δl .

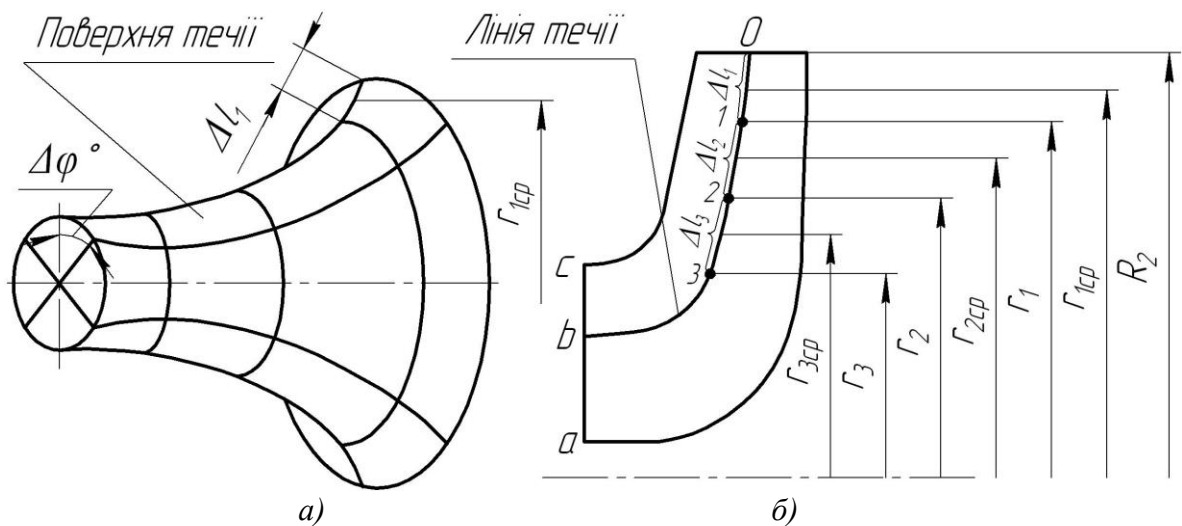


Рисунок 18 – Розбивка ліній течії

Для циліндричної поверхні $R_{к.ч.} = const$, $\Delta l = const$. Для поверхні течії (рис. 10 а) $r \neq const$, тоді й $\Delta l \neq const$. Величини відрізків на лініях течії будуть зменшуватися від виходу до входу відповідно зі зменшенням відстані r . При розрахунку відрізків Δl можна застосувати метод послідовного наближення. У першому наближенні довжину відрізка можна визначити з виразу

$$\Delta l'_1 = r'_{1cp} \frac{\Delta L}{R_{к.ч.}},$$

де $r'_{1cp} = R_2$.

Відкладають відрізок $\Delta l'_1$ від вихідної точки 0 вздовж лінії течії у бік входу, потім знаходять середину відрізка $\Delta l'_1$ та з креслення визначають уточнену відстань r''_{1cp} від осі робочого колеса до середини відрізка $\Delta l'_1$. Обчислюють уточнене значення довжини відрізка (друге наближення)

$$\Delta l''_1 = r''_{1cp} \frac{\Delta L}{R_{к.ч.}}.$$

Якщо величина $\Delta l''_1$ відрізняється від $\Delta l'_1$ більш ніж на 5%, то аналогічно виконується наступне наближення. Як правило, досить двох-трьох наближень. Уточнену величину Δl_1 відкладають від вихідної точки 0 вздовж відповідної лінії течії у бік входу. Отримують точку 1, яка є перетином кола паралелі з лінією течії. Аналогічно визначається наступний відрізок Δl_2 , лише за вихідну точку береться отримана точка 1. При цьому у першому наближенні беремо $r'_{2cp} = r_1$. Таким методом розбивається на відрізки Δl кожна лінія течії. Кількість розміщених відрізків повинна бути такою, щоб захоплювалась область, у якій передбачається розміщення вхідної кромки лопаті. Після розбивки кожної лінії течії на відрізки Δl необхідно виконати контроль

$$\sum \Delta l = l_{0-i},$$

де $\sum \Delta l$ - сумарна довжина відрізків Δl ;

l_{0-i} - загальна довжина даної лінії течії від початкової точки 0 до останньої точки розмітки i .

Довжина координатної сітки у горизонтальному напрямку визначається кутом охвата Θ лопаті, який в основному залежить від n_s (табл. 4).

Таблиця 4

n_s	50-70	70-100	100-300	300-400
Θ , град	140-120	120-110	110-80	80-60

Приймаємо кут охвату 100° .

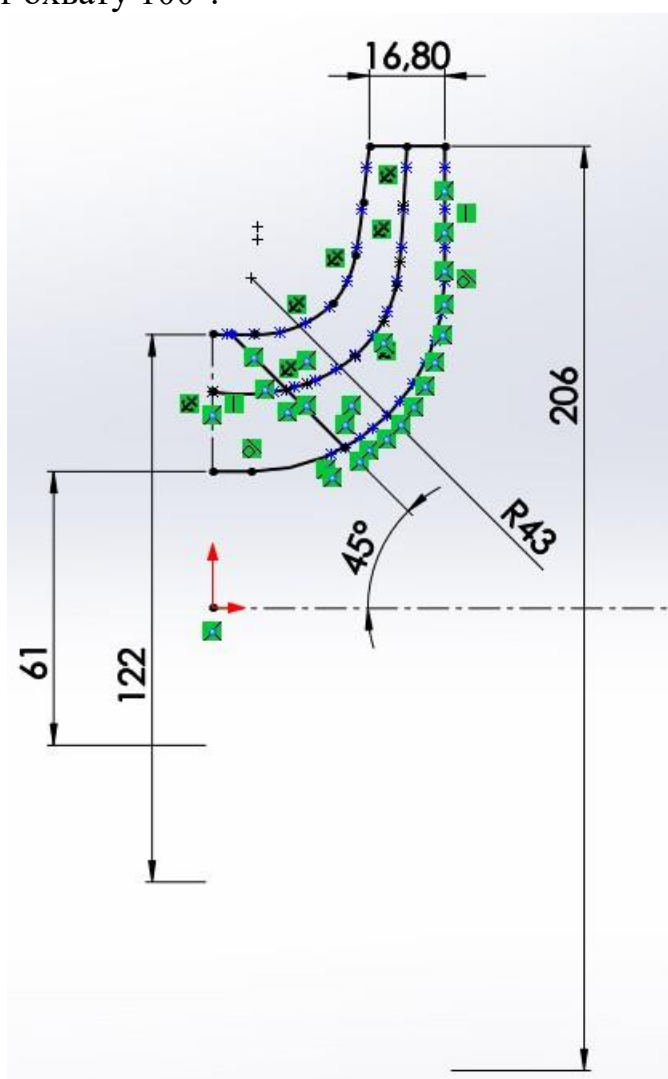


Рисунок 19 - Побудова координатної сітки

6.4 Профілювання поверхні лопаті на розгортці циліндра

Поверхня лопаті на розгортці циліндра профілюється з урахуванням таких рекомендацій:

1. Кут нахилу лопаті β на кожній розрахунковій лінії течії повинен плавно збільшуватися або зменшуватися від кута β_1 до кута β_2 .

2. Вхідну кромку лопаті робочого колеса бажано розмістити у одній меридіанній площині (на розгортці циліндра – вертикально). При цьому спрощується технологія виготовлення та контролю виконання вхідних кромок лопатей колеса.

Якщо від відцентрового насоса вимагаються підвищені кавітаційні властивості, то його лопаті необхідно продовжити у бік входу і у цьому випадку вхідну кромку можна розмістити нахилено, тобто не в одній меридіанній площині (на рис. 11 – пунктирна лінія).

3. Ділянка поверхні лопаті поблизу виходу з робочого колеса повинна мати постійний кут нахилу β на кожній розрахунковій лінії течії на довжині, що визначається на розгортці циліндра величиною $\delta = \frac{t}{2}$, де t - лінійний крок лопатей на розгортці циліндра (рис. 11).

$$t = \frac{2\pi R_{\text{к.ц.}}}{z}$$

Постійний кут нахилу лопатей на виході робочого колеса на зазначеній ділянці полегшує розрахунок теоретичного напору та контроль величини кута β_2 .

4. Кут охопту лопаті у плані (кут між меридіанними перерізами, що проходять через вхідну та вихідну кромки лопаті на розглядуваній лінії течії) повинен відповідати умові

$$\Theta \geq 1,5t^0,$$

де $t^0 = \frac{360^0}{z}$ - кутовий крок лопатей.

Порядок профілювання поверхні лопаті на розгортці циліндра такий (див. рис. 11):

- через точку I координатної сітки проводять промінь під кутом β_2 ;
- на відстані $\delta \geq \frac{1}{2}t$ від точки I проводять меридіан (пунктирна лінія), яка перетинає промінь у точці n_d ;
- з урахуванням вибору кута охопту лопаті та положення вхідної кромки намічають меридіан $i-i$;
- паралелі точок a, b, c для кожної лінії течії визначають у відповідності до розміщення вхідної кромки у меридіанному перерізі. Перенесення точок вхідної кромки (a, b, c) на конформну діаграму здійснюється за допомогою перехідного графіка або за допомогою властивостей конформного відображення (див. рис. 19) за залежністю

										Лист
										36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

$$\frac{x_i}{\Delta L} = \frac{y_i}{\Delta L_i},$$

де x_i - відстань від поточної паралелі до шуканої точки вхідної кромки конформної діаграми;

y_i - відповідна відстань на лінії течії.

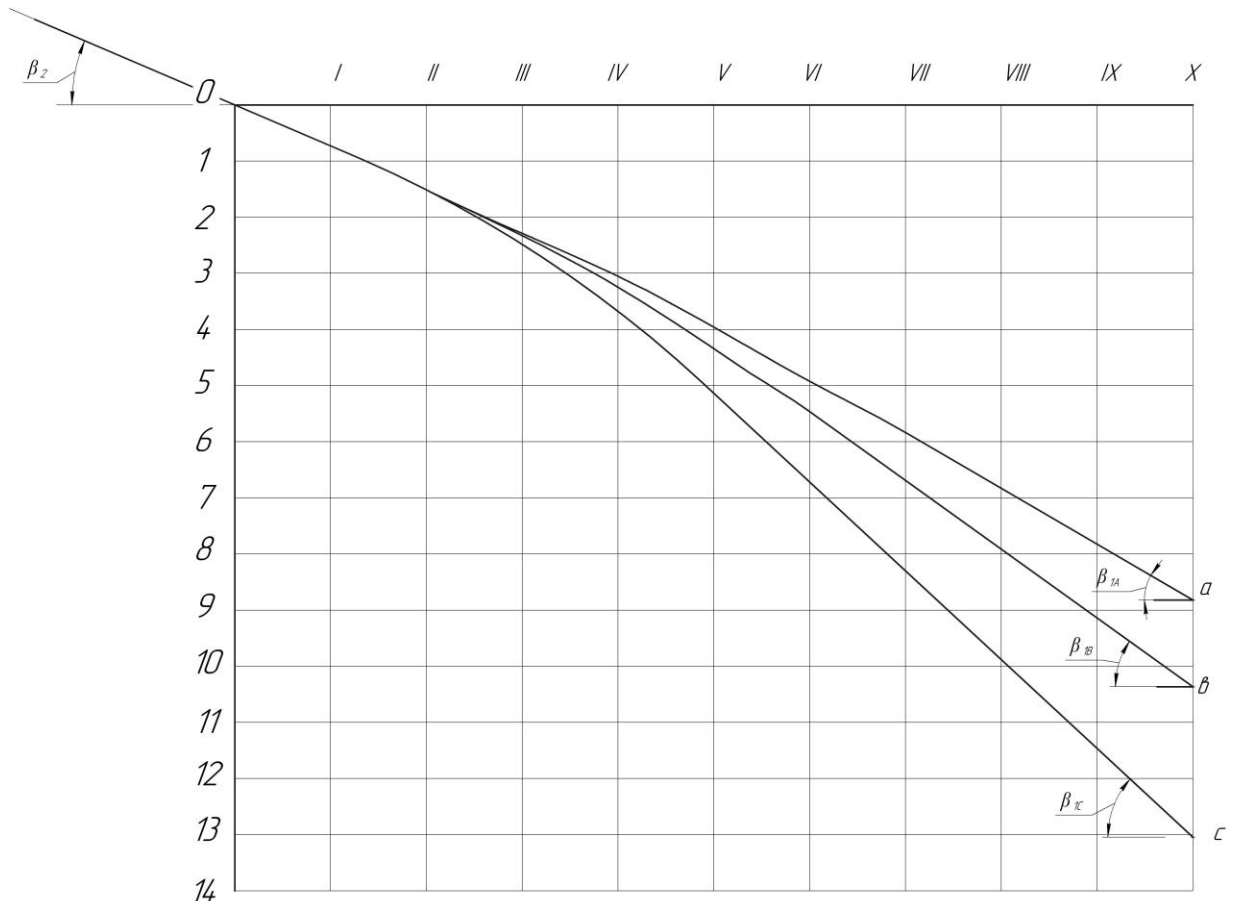


Рисунок 20 – Профілювання поверхні лопаті на розгортці циліндра (конформна діаграма)

Через точки a , b , c проводимо промені під кутами β_{1a} , β_{1b} , β_{1c} до перетину променя, проведеного під кутом β_2 у точках, що лежать нижче від точки n_d .

Для точки a :

$$U_{1a} = \frac{\pi D_{1a} n}{60} = \frac{3.14 * 0.122 * 2950}{60} = 18,83$$

$$\beta_{1Pa} = \arctg \frac{V_{1m}}{U_1} = \arctg \frac{8,8}{18,83} 24,7^\circ$$

$$\beta_{1a} = 24,7 + 5 = 29,7^\circ$$

Для точки b :

$$U_{1b} = \frac{\pi D_{1b} n}{60} = \frac{3.14 * 0.0976 * 2950}{60} = 15.06$$

$$\beta_{1Пb} = \arctg \frac{8.8}{15.06} = 30.11^\circ$$

$$\beta_{1b} = 30.11 + 3 = 33.11^\circ$$

Для точки с:

$$U_{1c} = \frac{\pi D_{1c} n}{60} = \frac{3.14 * 0.0716 * 2950}{60} = 11.05$$

$$\beta_{1Пc} = \arctg \frac{8.8}{11.05} = 37.2^\circ$$

$$\beta_{1c} = 37.2 + 5 = 42.2^\circ$$

6.5 Побудова меридіанних перерізів поверхні лопаті на меридіанній проекції робочого колеса

Меридіанними перерізами називаються лінії перерізу поверхні лопаті з площинами, що проходять через вісь робочого колеса. Меридіанні перерізи виконуються для контролю плавності профільованої поверхні лопаті та подальшого проектування робочого колеса.

Побудова меридіанних перерізів поверхні лопаті на меридіанній проекції здійснюється на основі конформної діаграми.

На лінії течії меридіанного перерізу переносяться відповідні точки з конформної діаграми (рис. 19) для кожної лінії течії окремо за допомогою співвідношення

$$\frac{x_i}{\Delta L} = \frac{y_i}{\Delta l_i},$$

де x_i - відстань від шуканої точки до паралелі на координатній сітці;

y_i - відповідні відстань на лінії течії меридіанного перерізу.

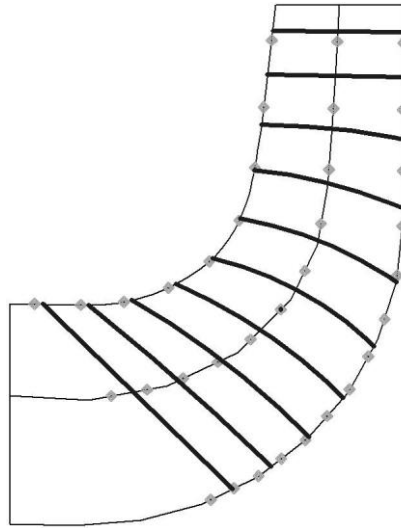


Рисунок 21 – Побудова меридіанних перерізів робочої поверхні лопаті

Для більш точної побудови рекомендується будувати перехідні графіки $l = f(\Delta L)$ для розрахункових ліній течії.

									Лист
									39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

131.02ВР.000.00ПЗ

6.6 Побудова лопаті у плані

Проекцію лопаті на площину, перпендикулярну до осі обертання робочого колеса, називають планом лопаті (див. рис. 20).

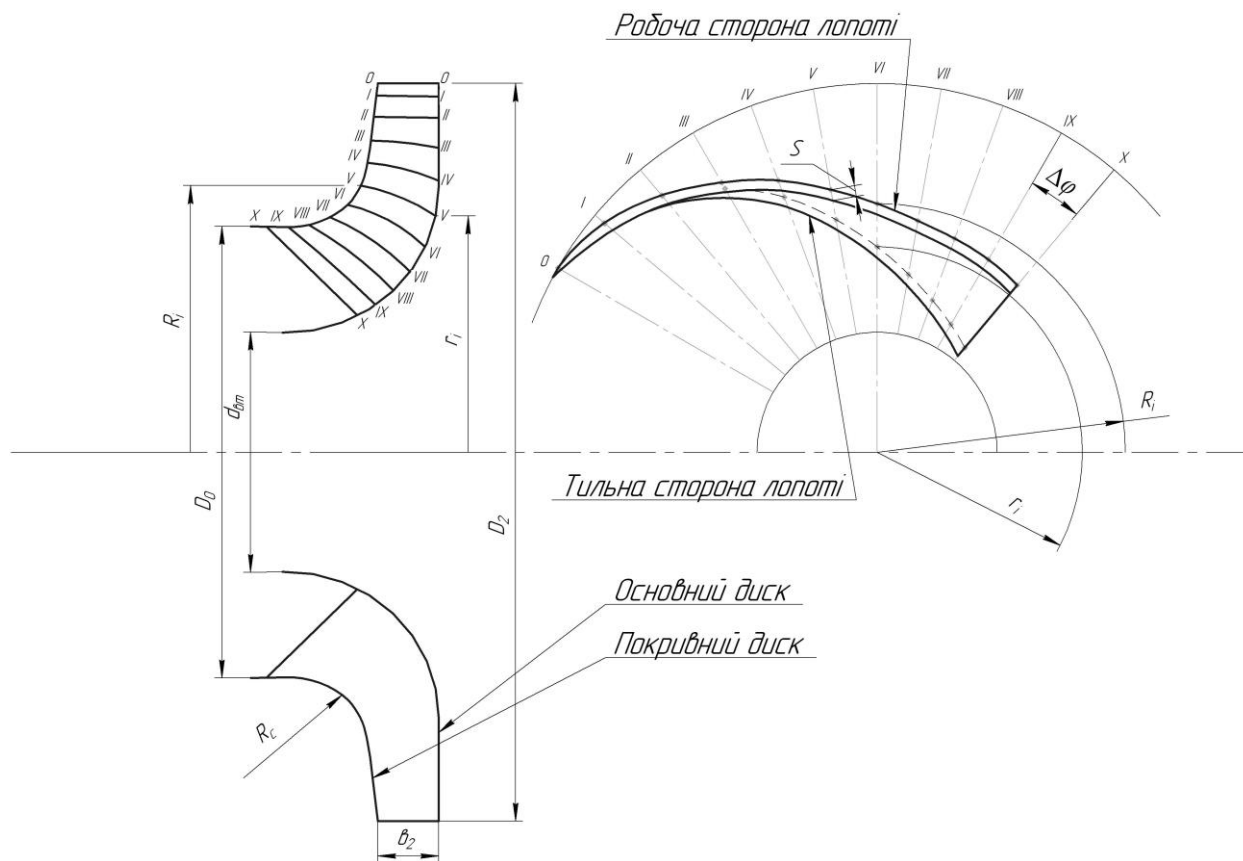


Рисунок 22 – Побудова лопаті у плані

Для побудови лопаті у плані креслять два кола діаметрами D_2 та d_{em} , потім проводять у вигляді радіальних променів меридіани $I, II, III...$ тощо з кутовим кроком $\Delta\phi$. Нумерація меридіанів повинна зростати у бік обертання колеса.

На меридіанній проекції вимірюють відстані R_i та r_i від осі робочого колеса до точок перетину меридіанних перерізів з лініями течії на основному та покривному дисках і переносять ці відстані на план. Отримані точки з'єднують плавними кривими, отримуючи таким чином робочі сторони лопаті по основному та покривному дисках. Потім на плані відкладають нормальні товщини лопаті s_i та будують тильну сторону лопаті. Вхідна кромка утворюється радіальною прямою.

									Лист
									40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

7 Виконання робочого креслення робочого колеса

Кінцевий результат профілювання лопатей – робоче креслення, за яким виготовляються лопаті. Робоче креслення виконується на основі отриманих креслень меридіанної проекції та плану робочого колеса.

На окремому аркуші креслять меридіанний переріз робочого колеса, зазначаючи розміри. На нього переносять отримані раніше меридіанні перерізи робочої поверхні лопаті. Зазначаються координати цих перерізів (проставляються координати кожного окремого перерізу або зводяться до таблиці). Якщо меридіанний переріз лопаті прямолінійний, досить зазначити лише його координати на крайніх лініях течії (дисках робочого колеса).

Для криволінійного перерізу вводиться додатковий розмір – радіус кривизни.

Для кожного меридіанного перерізу робочої сторони лопаті зазначають відповідну товщину лопаті.

Поряд з меридіанними перерізами креслять план робочого колеса, на якому проводять меридіани *I, II, III* тощо з кутовим кроком $\Delta\varphi$. На план переносять раніше побудовану проекцію лопаті, що відповідає виду на колесо з боку входу.

					131.02ВР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

8. Технологічний розділ

8.1 Аналіз конструкції робочого колеса і технічних умов на його виготовлення

Робоче колесо є робочим органом, що забезпечує подачу і напір рідини. Робоче колесо піддається впливу великих динамічних навантажень від тиску рідини на лопаті, від відцентрових сил і вібрації при наявності неврівноважених сил. Крім того, воно піддається впливу кавітації і корозії.

Основною задачею аналізу конструкції деталі являється виявлення можливостей підвищення її технологічності. Тому увагу необхідно звернути на зменшення розмірів оброблюваних поверхонь, що знижує трудоемність механічної обробки; уніфікацію розмірів і форм пазів, канавок, галтелей, отворів і інших елементів, що скорочує номенклатуру ріжучих інструментів і зменшення часу обробки при послідовному виконанні технологічних переходів; забезпечення надійного і зручного базування; можливість суміщення технологічної і вимірювальної баз для підвищення точності обробки.

8.2 Визначення типу виробництва

Тип виробництва робочого колеса – дрібносерійний. Дрібносерійне виробництво наближається по своїм технологічним особливостям до одиничного виробництва. У ньому, як і в одиничному виробництві, застосовують переважно універсальне обладнання (з розташуванням його в цехах по типам станків), нормальний робочий і універсальний вимірювальний інструмент. Дрібносерійному виробництву притаманна велика номенклатура виробів що виготовляються і велика кількість виконуваних на різних робочих місцях операцій.

8.3 Вибір методу отримання заготовки

Вибір методу отримання заготовки, у відповідності визначається:

технологічними характеристиками матеріалу деталі; структурними змінами матеріалу, отримуваними в результаті застосування того чи іншого методу отримання заготовки;

1. формою і розмірами заготовки;
2. необхідною точністю заготовки, шорсткістю і якістю її поверхні;
3. програмою випуску і строками виконання цієї програми;
4. наявністю відповідного технологічного обладнання;

					131.02BP.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

5. строками підготовки технологічної оснастки.

Конкретно в нашому випадку, що розглядається в даній роботі, найбільш доцільним методом отримання заготовки є лиття у піщані форми у відповідності до технічних вимог ГОСТ 5525-88. Даний вид лиття надає можливість виготовлення великих і важких виливків. Поруч з цим, варто виділити високу шорсткість поверхні, яка є основним недоліком цього способу лиття.

8.4 Умови вибору технологічних баз

Основні положення по вибору баз і вимоги до базових поверхонь у достатній мірі наведені:

- За технологічну базу в першій операції механічної обробки приймають необроблені поверхні, найбільш надійно отримані в заготовці.
- Вибрана чорнова база повинна забезпечити найбільш точне розташування оброблюваних поверхонь відносно необроблюваних базових.
- При виборі базуючих поверхонь необхідно прагнути суміщення конструкторської, технологічної і вимірювальної баз.
- В якості опорної технологічної бази необхідно використовувати поверхні найбільших розмірів, що забезпечить кращу стійкість заготовки. Направляюча база повинна мати найбільшу довжину відносно направляючої площини пристосування.
- Вибрані технологічні бази повинні забезпечити найменшу деформацію заготовки від зусиль затиснення і виникаючих при обробці зусиль різання.
- Базові поверхні повинні забезпечити найкращі умови базування, закріплення і виміру деталі, а також простоту конструкції пристосування.

8.5 Вибір маршруту обробки поверхонь деталі

Маршрут обробки вибирається виходячи з вимог робочого креслення колеса та прийнятої заготовки. За заданими квалітетами точності, класами чистоти поверхонь деталі, а також враховуючи її розміри, масу та конфігурацію вибирається необхідна кількість стадій обробки і тип відповідного обладнання. Кожна стадія виконується на своїх режимах обробки необхідним інструментом.

					131.02BP.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

8.6 Проведення складання маршруту обробки колеса робочого

Технологічний процес обробки колеса робочого складений за загально прийнятими нормами, що є обґрунтованими практичним досвідом. Бачу проведення цього процесу наступним чином:

Операція 005. Заготівельна.

Заготовку отримують методом лиття у піщані форми.

Операція 010. Вхідний контроль.

- 1) Візуальний контроль: тріщини, недоливи роковини.
- 2) Вимірювальний контроль. Перевірити наявність припусків під механічну обробку.

Операція 015. Токарно-гвинторізна чорнова.

Станок токарно-гвинторізний 1М63.

Деталь закріплюється в трьохкулачковому патроні. Таким чином мають місце дві технологічні бази: установочна (торець – позбавляє трьох ступенів свободи); подвійна опорна (зовнішня циліндрична поверхня заготовки - позбавляє двох ступенів свободи). Оброблюються торцева поверхня заготовки, точаться внутрішні циліндричні поверхні втулки, точиться фаска: внутрішня.

Обробка проводиться різцями: розточним ГОСТ 18883-73 з пластиною із твердого сплаву ВК8, свердлом Ø 30 ГОСТ 12121-77.

Контроль розмірів на місці проводиться штангенциркулем ШЦ-II ГОСТ 166-89.

Операція 020. Токарно-гвинторізна чорнова.

Станок токарно-гвинторізний 1М63.

Деталь закріплюється в трьохкулачковому патроні. Маємо дві технологічні бази: установочна (торець – позбавляє трьох ступенів свободи);

					131.02BP.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

подвійна опорна (внутрішня циліндрична поверхня втулки - позбавляє двох ступенів свободи). Оброблюються торцеву поверхню заготовки.

Обробка проводиться різцями: прохідним упорним ГОСТ 18879-73 з пластиною із твердого сплаву ВК6.

Обробку проводити згідно ескіза.

Контроль розмірів проводиться штангенциркулем ШЦ-II ГОСТ 166-80.

Операція 025. Контроль ВТК.

Стіл ВТК.

Контролюються розміри по шаблонам, контролюється розмір діаметром 206 мм гладкою калібр-пробкою.

Операція 030. Слюсарна.

Верстак слюсарний.

Обрізати зовнішній диск

Операція 035. Токарно-гвинторізна чистова.

Станок токарно-гвинторізний 1М63.

Деталь закріплюється в трьохкулачковому патроні. Маємо дві технологічні бази: установочна (торець – позбавляє трьох ступенів свободи); подвійна опорна (зовнішня циліндрична поверхня втулки - позбавляє двох ступенів свободи). Оброблюються зовнішні поверхні лопатей робочого колеса, центрування робочого колеса.

Обробка проводиться різцями: прохідним упорним ГОСТ 18879-73 з пластиною із твердого сплаву ВК6.

Контроль розмірів проводиться штангенциркулем ШЦ-II ГОСТ 166-80.

					131.02ВР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

Операція 035. Контроль ВТК.

Стіл ВТК.

Контролюються розміри по шаблонам, контролюється розмір діаметром 206 мм.

Операція 040. Розміточна.

Плита розміточна.

Проводиться розмітка: центрів отворів у диску; шпоночного паза у втулці колеса.

Розмітка проводиться лінійкою слюсарною, циркулем слюсарним, штангенциркулем ШЦ-II ГОСТ 166-80, керном та молотком.

Операція 045. Довбальна.

Станок довбальний 676П.

Заготовка встановлюється в спеціальний пристрій, вивіряється і закріплюється. Допуск шпоночного паза забезпечується за рахунок принципу суміщення баз.

Проводиться довбання шпоночного пазу різцем довбальним ГОСТ 18888-73 з пластиною із твердого сплаву ВК6.

Контроль розмірів паза проводиться калібром пазовим.

Операція 050. Свердлильна.

Станок свердлильний 2Л53.

Заготовка встановлюється в спеціальний пристрій, вивіряється і закріплюється. Проводиться свердлення п'яти наскрізних отворів $\varnothing 5H14$.

Операція проводиться свердлом $\varnothing 5$ ГОСТ 12121-77, зенківка $\varnothing 5 \times 90^\circ$ ГОСТ 14953-69.

					131.02BP.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Операція 060. Контроль ВТК.

Стіл ВТК.

Контролюються розміри по шаблонам, контролюється розмір, пробка різьбова: М5-7Н ПР ГОСТ 17756-72, пробка різьбова:М5-7Н НЕ ГОСТ 17757-72

Операція 055. Слюсарна.

Верстак слюсарний.

Зачищаються надфілем заусенці після свердлильної та довбальної операцій.

Операція 060. Балансувальна.

Статичне балансування здійснюється на ножах шляхом використання вантажиків. Після збалансування колеса вантажики знімаються і зважуються.

Операція 065. Слюсарна.

Верстак слюсарний.

Усувається дисбаланс колеса шляхом зняття шару металу з основного, покривного дисків на глибину не більше 1,5 мм з плавним переходом на робочу поверхню.

					131.02ВР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

9. Визначення собівартості колеса насоса

9.1 Основна заробітна плата виробничих робітників

Визначається за формулою

$$C_3 = C_4' \cdot K_{сер} \cdot T_n \cdot K_{пр},$$

$$C_3 = 80 \cdot 3 \cdot 3,3 \cdot 1,4 = 1108,8 \text{ грн}$$

де C_4' - годинна тарифна ставка першого розряду робітників-відрядників з нормальними умовами праці, грн/год. Визначається за даними заводу-виробника.

$K_{сер}$ - тарифний коефіцієнт, що відповідає середньому розряду робіт. Визначається за даними заводу-виробника або укрупнено в інтервалі 3-4.5.

T_n - трудомісткість нового виробу, нормо-год.

$K_{пр}$ - коефіцієнт, що враховує розмір премії ($K_{пр}=1,4$).

9.2 Додаткова заробітна плата виробничих робітників

Вона визначається у відсотку від основної заробітної плати. Відсоток додаткової заробітної плати береться за даними заводу-виробника конструкції -аналога. За відсутності даних відсоток додаткової заробітної плати може бути взятий у розмірі 25 – 40% від основної заробітної плати.

$$25\% = 277,2 \text{ грн}$$

9.3 Нарахування на заробітну плату

Вони розраховуються у відсотку від суми основної і додаткової заробітної плати виробничих робітників.

					131.02ВР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

$$1108,8 + 277,2 = 1386 \text{ грн}$$

До цієї суми потрібно додати 22% налогу ЕСВ тому сума виходить 1690,92 грн

9.4 Визначення витрат на спеціальні пристрої та інструменти

Витрати на відшкодування зносу спеціальних пристроїв та інструментів визначаються за даними заводу-виробника машини-аналога або укрупнено можуть братися у розмірі 50-70% від основної заробітної плати виробничих робітників.

$$50\% = 554,4 \text{ грн}$$

9.5 Визначення накладних витрат

До накладних витрат належать: витрати з утримання і експлуатації устаткування, загальновиробничі, загальногосподарські (адміністративні) позавиробничі (комерційні) витрати.

9.6 Витрати на утримання і експлуатацію устаткування

Вони визначаються у відсотку від основної заробітної плати виробничих робітників за формулою

$$C_{y.e} = C_z \cdot K_{y.e} / 100 ,$$

$$C_{y.e} = 1108,8 \cdot 30 / 100 = 332,64 \text{ грн}$$

де C_z - основна заробітна плата виробничих робітників, грн;

$K_{y.e}$ - відсоток витрат за утримання і експлуатацію устаткування до основної заробітної плати виробничих робітників. Береться за даними заводу-виробника машини-аналога. (30%)

									Лист
									49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

131.02ВР.000.00ПЗ

9.7 Загальновиробничі витрати

Визначаються у відсотку від основної заробітної плати виробничих робітників за формулою

$$C_{з.б} = C_з \cdot K_{з.б} / 100 ,$$

$$C_{з.б} = 1108,8 \cdot 30 / 100 = 332,64 \text{ грн}$$

де $K_{з.б}$ - відсоток загальновиробничих витрат до основної заробітної плати виробничих робітників. Береться за даними заводу-виробника машини-аналога. (30%)

9.8 Загальногосподарські (адміністративні) витрати

Загальногосподарські витрати визначаються у відсотку від основної заробітної плати виробничих робітників за формулою

$$C_{з.п} = C_з \cdot K_{з.п} / 100 ,$$

$$C_{з.п} = 1108,8 \cdot 65 / 100 = 720,72 \text{ грн}$$

де $K_{з.п}$ - відсоток загальногосподарських витрат до основної заробітної плати виробничих робітників.

9.9 Позавиробничі комерційні витрати

Визначаються у відсотку від виробничої собівартості проектованого виробу. Відсоток позавиробничих витрат береться за даними заводу-виробника машини-аналога укрупнено в розмірі 3-5% від виробничої собівартості.

Повна собівартість проектованого виробу визначається як сума усіх раніше розрахованих витрат за статтями калькуляції.

									Лист
									50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

1690,92+554,4+332,64+332,64+720,72=3690,94+4%=3836,17грн

9.10 Визначення планових накопичень і договірної ціни проектowanego виробу.

Планові накопичення (прибуток) визначаються виходячи з умови рентабельності виробу до повної його собівартості за формулою

$$П = C_{повн} \cdot P / 100 ,$$

$$П = 3690,94 \cdot 25 / 100 = 922,75 \text{ грн}$$

де $C_{повн}$ - повна собівартість проекowanego виробу, грн.;

P - рентабельність виробу, %. Береться за даними заводу-виробника виробу-аналога. Договірна гуртова ціна визначається методом "витрати + прибуток" як сума повної собівартості проекowanego виробу і планових накопичень(20-25%).

9.11 Визначення експлуатаційних витрат споживача.

Експлуатаційні витрати споживача, що використовує нову техніку, в загальному випадку включають такі види витрат;

- витрати на електроенергію;
- витрати на мастильні, охолоджувальні та інші матеріали, обумовлені експлуатацією машини;
- витрати на оплату праці обслуговуючого персоналу з нарахунками;
- витрати на ремонт устаткування.

Конкретний зміст експлуатаційних витрат залежить від виду нової техніки і умов її використання. Розрахунки експлуатаційних витрат споживача виконуються одночасно за проекowanym і базовими варіантами. У разі неможливості вибору бази для порівняння за умовами порівнянності варіантів за рішенням консультантів з економічної частині дипломного

										Лист
										51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

проекту допускається розрахунок експлуатаційних витрат тільки за проєктованим варіантом.

9.12 Розрахунок витрат на електроенергію

Вартість електроенергії, споживаної машиною, визначається за формулою

$$Z_{в.е} = N_{ном} \cdot F_{\partial} \cdot B ,$$

$$Z_{в.е} = 14 \cdot 3,5 \cdot 1,7 = 83,3 \text{ грн}$$

де $N_{ном}$ - потужність, споживана з мережі, кВт. Визначається як розрахункова потужність на валу машини, що поділена на ККД електродвигуна;

F_{∂} - річний дійсний фонд часу роботи устаткування, год. Визначається, виходячи з режиму роботи машини і перерв на технічне обслуговування та ремонт;

B - ціна 1 кВт/год споживаної електроенергії, грн, за 1 кВт.год. Визначається, виходячи з діючих тарифів плати за електроенергію на момент виконання розрахунків.

ПЛАНОВИЙ КОШТОРИС ВИТРАТ

Стаття	Найменування статті витрат	Нормативи, %	Сума, грн
1	Основна заробітна плата		1 108,8
2	Додаткова заробітна плата	25%	277,2
3	Нарахування на заробітну плату	22%	1 690,92
4	Визначення витрат на спеціальні пристрої та інструменти	50%	554,4
5	Витрати на утримання і експлуатацію устаткування		332,64
6	Загальновиробничі витрати		332,64

										Лист
										52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

131.02ВР.000.00ПЗ

7	Загальногосподарські (адміністративні) витрати		720,72
8	Позавиробничі комерційні витрати	4%	147,63
9	Визначення планових накопичень		922,75
10	Розрахунок витрат на електроенергію		83,3
11	Вартість заготівки		1 150
12	Додаткові витрати	20%	1 464
13	Разом		8 784
14	ПДВ	20%	1 756,81
15	ВАРТІСТЬ		10 540,00

					131.02ВР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

10. Визначення собівартості корпусу насосу

10.1 Основна заробітна плата виробничих робітників

Визначається за формулою

$$C_3 = C_4' \cdot K_{сер} \cdot T_n \cdot K_{пр},$$

$$C_3 = 80 \cdot 3 \cdot 13 \cdot 1,4 = 4368 \text{ грн}$$

де C_4' - годинна тарифна ставка першого розряду робітників-відрядників з нормальними умовами праці, грн/год. Визначається за даними заводу-виробника.

$K_{сер}$ - тарифний коефіцієнт, що відповідає середньому розряду робіт. Визначається за даними заводу-виробника або укрупнено в інтервалі 3-4.5.

T_n - трудомісткість нового виробу, нормо-год.

$K_{пр}$ - коефіцієнт, що враховує розмір премії ($K_{пр}=1,4$).

10.2 Додаткова заробітна плата виробничих робітників

Вона визначається у відсотку від основної заробітної плати. Відсоток додаткової заробітної плати береться за даними заводу-виробника конструкції -аналога. За відсутності даних відсоток додаткової заробітної плати може бути взятий у розмірі 25 – 40% від основної заробітної плати.

$$25\% = 1092 \text{ грн}$$

10.3 Нарахування на заробітну плату

Вони розраховуються у відсотку від суми основної і додаткової заробітної плати виробничих робітників.

					131.02ВР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

$$4368+1092 = 5460\text{грн}$$

До цієї суми потрібно додати 22% налогу ЕСВ тому сума виходить 6661,2грн

10.4 Визначення витрат на спеціальні пристрої та інструменти

Витрати на відшкодування зносу спеціальних пристроїв та інструментів визначаються за даними заводу-виробника машини-аналога або укрупнено можуть братися у розмірі 50-70% від основної заробітної плати виробничих робітників.

$$50\% = 2184\text{грн}$$

10.5 Визначення накладних витрат

До накладних витрат належать: витрати з утримання і експлуатації устаткування, загальновиробничі, загальногосподарські (адміністративні) позавиробничі (комерційні) витрати.

10.6 Витрати на утримання і експлуатацію устаткування

Вони визначаються у відсотку від основної заробітної плати виробничих робітників за формулою

$$C_{y.e} = C_z \cdot K_{y.e} / 100 ,$$

$$C_{y.e} = 4368 \cdot 30 / 100 = 1310,4\text{грн}$$

де C_z - основна заробітна плата виробничих робітників, грн;

$K_{y.e}$ - відсоток витрат за утримання і експлуатацію устаткування до основної заробітної плати виробничих робітників. Береться за даними заводу-виробника машини-аналога. (30%)

									Лист
									55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

131.02ВР.000.00ПЗ

10.7 Загальновиробничі витрати

Визначаються у відсотку від основної заробітної плати виробничих робітників за формулою

$$C_{з.б} = C_з \cdot K_{з.б} / 100 ,$$

$$C_{з.б} = 4368 \cdot 30 / 100 = 1310,4 \text{грн}$$

де $K_{з.б}$ - відсоток загальновиробничих витрат до основної заробітної плати виробничих робітників. Береться за даними заводу-виробника машини-аналога. (30%)

10.8 Загальногосподарські (адміністративні) витрати

Загальногосподарські витрати визначаються у відсотку від основної заробітної плати виробничих робітників за формулою

$$C_{з.р} = C_з \cdot K_{з.р} / 100 ,$$

$$C_{з.р} = 4638 \cdot 65 / 100 = 2839,2 \text{грн}$$

де $K_{з.р}$ - відсоток загальногосподарських витрат до основної заробітної плати виробничих робітників.

10.9 Позавиробничі комерційні витрати

Визначаються у відсотку від виробничої собівартості проектного виробу. Відсоток позавиробничих витрат береться за даними заводу-виробника машини-аналога укрупнено в розмірі 3-5% від виробничої собівартості.

Повна собівартість проектного виробу визначається як сума усіх раніше розрахованих витрат за статтями калькуляції.

$$6661,2 + 2184 + 1310,4 + 1310,4 + 2839,2 = 14305 + 4\% = 14877,4 \text{грн}$$

									Лист
									56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

10.10 Визначення планових накопичень і договірної ціни проєктованого виробу.

Планові накопичення (прибуток) визначаються виходячи з умови рентабельності виробу до повної його собівартості за формулою

$$П = C_{повн} \cdot P / 100 ,$$

$$П = 14877,4 \cdot 25 / 100 = 3719,35 \text{ грн}$$

де $C_{повн}$ - повна собівартість проєктованого виробу, грн.;

P - рентабельність виробу, %. Береться за даними заводу-виробника виробу-аналога. Договірна гуртова ціна визначається методом "витрати + прибуток" як сума повної собівартості проєктованого виробу і планових накопичень(20-25%).

10.11 Визначення експлуатаційних витрат споживача

Експлуатаційні витрати споживача, що використовує нову техніку, в загальному випадку включають такі види витрат;

- витрати на електроенергію;
- витрати на мастильні, охолоджувальні та інші матеріали, обумовлені експлуатацією машини;
- витрати на оплату праці обслуговуючого персоналу з нарахунками;
- витрати на ремонт устаткування.

Конкретний зміст експлуатаційних витрат залежить від виду нової техніки і умов її використання. Розрахунки експлуатаційних витрат споживача виконуються одночасно за проєктованим і базовими варіантами. У разі неможливості вибору бази для порівняння за умовами порівнянності варіантів за рішенням консультантів з економічної частині дипломного проєкту допускається розрахунок експлуатаційних витрат тільки за проєктованим варіантом.

					131.02ВР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

10.12 Розрахунок витрат на електроенергію

Вартість електроенергії, споживаної машиною, визначається за формулою

$$Z_{в.е} = N_{пот} \cdot F_{\partial} \cdot B ,$$

$$Z_{в.е} = 14 \cdot 13 \cdot 1,7 = 310 \text{ грн}$$

де $N_{пот}$ - потужність, споживана з мережі, кВт. Визначається як розрахункова потужність на валу машини, що поділена на ККД електродвигуна;

F_{∂} - річний дійсний фонд часу роботи устаткування, год. Визначається, виходячи з режиму роботи машини і перерв на технічне обслуговування та ремонт;

B - ціна 1 кВт/год споживаної електроенергії, грн, за 1 кВт.год. Визначається, виходячи з діючих тарифів плати за електроенергію на момент виконання розрахунків.

ПЛАНОВИЙ КОШТОРИС ВИТРАТ

Стаття	Найменування статті витрат	Нормативи, %	Сума, грн
1	Основна заробітна плата		4 368
2	Додаткова заробітна плата	25%	1 092
3	Нарахування на заробітну плату	22%	6 661,2
4	Визначення витрат на спеціальні пристрої та інструменти	50%	2 184
5	Витрати на утримання і експлуатацію устаткування		1 310,4
6	Загальновиробничі витрати		1 310,4
7	Загальногосподарські (адміністративні) витрати		2 839,2

					131.02ВР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

8	Позавиробничі комерційні витрати	4%	572,4
9	Визначення планових накопичень		3 719,35
10	Розрахунок витрат на електроенергію		310
11	Вартість заготівки		7 000
12	Додаткові витрати	20%	6 273,39
13	Разом		37 640,34
14	ПДВ	20%	7 528
15	ВАРТІСТЬ		45 168,48

					131.02BP.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

11. Нещасні випадки, що пов'язані з підприємством. Порядок їх розслідування.

Відповідно до Кодексу законів про працю України та Закони України «Про охорону праці» відповідальність за організацію та облік нещасних випадків, професійних захворювань робітників або аварій на виробництві, які сталися несе відповідальність роботодавець.

У першу чергу коли трапився нещасний випадок потрібно зробити наступні речі:

1. надати першу медичну допомогу та викликати швидку допомогу, якщо є можливість на власному авто доставити потерпілого до ближньої лікарні.
2. одразу повідомити роботодавця про випадок, повідомити інженера з охорони праці та повідомити до профспілки, якщо звісно він є членом профспілки.
3. зберегти приміщення в такому стані, як і було при нещасному випадку до приїзду комісії, якщо таке приміщення заважає роботі то прибрати і також вжити заходи до недопущення таких випадків у майбутньому.

Створена комісії, яка буде розслідувати випадок має складатися не менше ніж із 3-х осіб.

Важливо знати:

Якщо випадок трапився на підприємстві то складається акт форми **Н-1**, якщо випадок трапився **не** на підприємстві то складається акт **НПВ**.

Комісія по розслідуванню нещасного випадку повинна скласти акт за формою Н-5 у трьох копіях та також акт за формою Н-1 у шести копіях. Ці акти складаються, якщо випадок нещасний пов'язаний з виробництвом. Акт НПВ складається комісією якщо випадок стався не на підприємстві і акти передаються роботодавцю.

Роботодавець повинен затвердити та переглянути акти Н-5 та Н-1 або НПВ протягом доби після закінчення розслідування. Затверджені акти протягом 3-х діб надсилаються:

1. потерпілому, або людині яка представляє його інтереси.
2. керівнику підприємства, за для по бігання майбутніх випадків.
3. відповідному робочому органу.
4. відповідному територіальному органу.
5. керівникові служби охорони праці.

									Лист
									60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Комісія протягом 3-х днів повинна:

1. розглянути місце події.
2. опитати потерпілого, якщо є така можливість, та свідків пригоди.
3. визначити умови праці в яких працюють робітники та стани приміщення.
4. з'ясувати причини нещасного випадку.
5. визначити осіб, які можуть бути винні у події.

					131.02ВР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

Висновок

У даній дипломній роботі був розроблен насос для перекачування гарячої води ЛНК 250-32. Також був опис конструкції насосу, область роботи даного насосу, проектування закритого робочого колеса. Створено такі графічні матеріали: теоретичне креслення лопоті робочого колеса (А2), складальне креслення насосу (А1), корпусу(А1х2), закритого робочого колеса (А3х3), та інших деталей насосу.

					131.02ВР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

Література.

1. Михайлов А. К. Лопастные насосы. Теория, расчет и конструирование / А. К. Михайлов, В. В. Малюшенко. — М.Машиностроение, 1977. — 288 с.
2. Ржебаева Н. К. Расчет и конструирование центробежных насосов : учеб. пос. / Н. К. Ржебаева, Э. Е. Ржебаев. — Сумы : СумГУ, 2009. — 220 с.
3. Профилирование проточной части рабочих колес центробежных насосов : учеб. пос. / А. Н. Машин. – М. :МЭИ, 1976. – 55 с.
4. Мелащенко В. И. Профилирование лопатей рабочих колес центробежных насосов : учеб. пос. / В. И. Мелащенко, А. В. Зуев , А. И. Савельев. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 50 с.
5. Методичні вказівки до виконання економічного розділу дипломного проекту для студентів спеціальності 7.090209 «Гідравлічні і пневматичні машини» усіх форм навчання /укладач О.Г. Дегтяренко. – Суми: Сумський державний університет, 2011. – С. 32
6. Мандрика А. С. Методичні вказівки до виконання технологічного розділу дипломного проекту зі спеціальності 7.05050205 "Гідравлічні машини, гідроприводи та гідروпневмоавтоматика" [Текст] : для студ. усіх форм навчання / А. С. Мандрика, А. А. Папченко. – Суми : СумДУ, 2011. – 27 с. – 3-00.
7. Боженко Л. І. Технологія машинобудування. Проектування технологічного спорядження [Текст] : навч. посіб. / Л. І. Боженко. – Львів : Світ, 2001. – 296 с. + Гриф МОН. – 23-00.

					131.02ВР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63