

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему:

Розробка відцентрового насосу СКМ 100-100

зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»

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

Виконавець роботи

Рудецький Владислав Сергійович

прізвище, ім'я, по-батькові

підпис, дата

Науковий керівник

науковий ступінь, учене звання

Колісніченко Едуард Васильович

прізвище, ім'я, по-батькові

підпис, дата

Суми 2021

Реферат

Пояснювальна записка: 48 с., 6 рисунків, 3 таблиці, 7 літературних джерел.

Тема дипломного проекту «Розробка відцентрового насосу СКМ 100-100»

Графічні матеріали: 4 аркуша формату А1:

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

Мета проекту – розробка насоса для перекачування рідини на параметри: подача 100 м³/год, напір – 100 м, частота обертання – 2500 об/хв, густина рідини – 1100 кг/м³.

Відповідно до поставленої мети було:

- обґрунтовано вибір конструктивної схеми насоса;
- виконано опис конструкції;
- виконано гідравлічні розрахунки;
- виконано розрахунки на міцність: вала, шпонкових з'єднань;
- виконано розрахунок підшипників і побудована пускова моментна характеристика електродвигуна.

У технологічному розділі розроблено технологію робочого колеса.

У розділі економіки виконано розрахунок планової калькуляції насоса.

У розділі охорони праці виконано аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що можуть виникати на підприємстві з підготовки нафти.

Ключові слова: Відцентровий насос, робоче колесо, частота обертання, тиск.

Зміст

С.

Реферат	2
1 Обґрунтування вибору модельної проточної частини	6
2 Опис конструкції вибраного насоса	7
3 Гідравлічні розрахунки	9
3.1 Розрахунок зовнішнього діаметра натурального робочого колеса	9
3.2 Розрахунок ККД насоса	10
3.3 Розрахунок гідродинамічних сил	12
3.3.1 Осьові сили, що діють на ротор	12
3.3.2 Радіальна сила	12
3.4 Розрахунок насоса на кавітацію	13
4 Розрахунок вибору привода насоса	14
4.1 Вибір електродвигуна	14
4.2 Розрахунок пускової моментної характеристики	15
5 Розрахунки на міцність	17
5.1 Конструювання вала	18
5.2 Розрахунок кінцевого ущільнення вала	20
5.2.1 Вибір типу ущільнення	20
5.2.2 Розрахунок потужності, споживаної в ущільненні	21
5.3 Розрахунок вала	22
5.3.1 Розрахунок реакцій в опорах	22
5.3.2 Наближений розрахунок вала	24
5.3.3 Перевірний розрахунок вала	25
5.4 Розрахунок шпонкового з'єднання	27
5.4.1 Розрахунок на міцність шпонкового з'єднання вала з колесом	27
5.4.2 Розрахунок на міцність шпонкового з'єднання вала з напівмуфтою. ..	28
5.5 Вибір підшипників та розрахунок на довговічність	30

					131.08ВР.000.00 ПЗ							
					Розробка відцентрового насосу СКМ 100-100 Пояснювальна записка							
<i>Зм</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>						<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		Рудецький									4	
<i>Перев.</i>		Колісниченко										
<i>Н. контр.</i>												
<i>Затв.</i>												

6 Розділ з охорони праці.....	32
6.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що можуть виникати на підприємстві з підготовки нафти.....	32
6.2 Техніка безпеки під час виконання ремонтних робіт гідравлічного обладнання.	36
6.3 Дії обслуговуючого персоналу під час пожежі на підприємстві з підготовки нафти.....	40
7 Економічний розділ.....	41
Список використаної літератури.....	48

1 Обґрунтування вибору модельної проточної частини

Головним фактором при створенні нової проточної частини насоса є наявність модельних проточних частин, оскільки за їх відсутності необхідно було б створювати нову проточну частину шляхом складних розрахунків, випробовувати її, досліджувати на стенді, що пов'язано з великими часовими та фінансовими затратами.

Вибір модельної проточної частини консольного насоса проводиться за допомогою коефіцієнта швидкохідності, який розраховується виходячи з заданих характеристик натурального насоса:

$$n_s = \frac{3,65 \cdot n_n \cdot \sqrt{Q_n}}{H_n^{(3/4)}},$$

де n_n – частота обертання вала натурального насоса, об/хв;

Q_n – подача натурального насоса, м³/с;

H_n – напір натурального насоса, м.

Для натурального насоса

$$n_s = \frac{3,65 \cdot 2500 \cdot \sqrt{100 / 3600}}{100^{(3/4)}} = 48.$$

Отже для проектування та розрахунків можна використати модельну проточну частину насоса з параметрами $Q = 100$ м³/год, $H = 50$ м, $n = 1500$ об/хв.

					131.08ВР.000.00 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

2 Опис конструкції вибраного насоса

Наведений насос відцентровий, горизонтальний, консольний, одноступеневий, призначений для перекачування цукрових сиропів з робочим колесом відкритого типу з одностороннім входом.

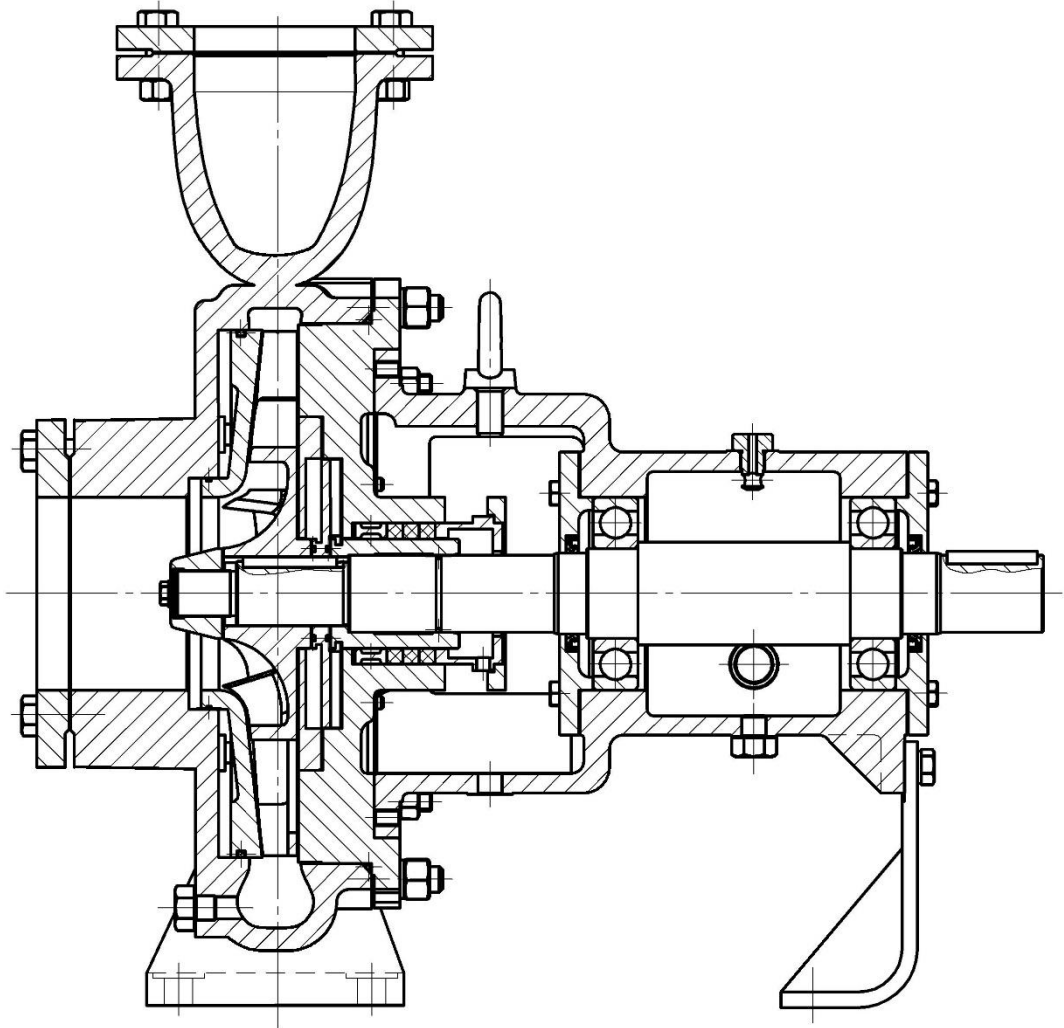


Рисунок 2.1 – Насос типу СКМ

Базовою деталлю є спіральний корпус із радіальним виходом напірного патрубкa, виконаний за ISO 2858-75, і опорними лапами.

Проточна частина насоса складається з осьового підводу, робочого колеса, відводу спірального типу.

Робоче колесо і втулка сальникового ущільнення піджимаються по валу гайкою-обтікачем.

					131.08BP.000.00 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Кінцеве ущільнення сальникового типу. Між сальниковою набивкою (змащений бавовняний шнур) вставлене фонарне кільце, до якого через зовнішню трубку підводиться під тиском вода, призначена для охолодження сальникової набивки та змащення ущільнення. Сальникова набивка піджимається нажимною втулкою за допомогою затягування гайок кришки сальника.

У нижній частині корпусу виконані отвори (закриті пробками під час роботи насоса): верхнє – для випуску повітря під час заливання насоса, нижнє – для зливання робочої рідини з порожнини корпусу насоса перед довготривалим його зупиненням або розібранням.

До корпусу шпильками прикріплюється знімний опорний кронштейн. Для підвищення жорсткості конструкції у кронштейні передбачений стояк.

Вузол опорного кронштейна містить корпус підшипників, вал, кришки підшипників, шарикопідшипники (однорядні радіальні), пробки для заливання та зливання рідкого мастила.

Однакові шарикопідшипники середньої серії встановлені на обох опорах кронштейна. Хоча така схема установки підшипників не забезпечує цілковитого раціонального розподілення осьового навантаження між передньою та задньою опорами, але прийнята саме ця схема, бо вона містить мінімальне число деталей, найбільш технологічна і менш трудомістка у виготовленні та збиранні.

Корпус підшипника у зоні фонаря має вікна для обслуговування вузла ущільнення вала насоса.

Для запобігання протікання змазки по валу у кришках підшипників встановлюються манжети.

Насос та привідний електродвигун встановлюються на спільній фундаментній плиті та з'єднуються втулково-пальцевою муфтою з розстановкою для можливого розбирання насоса та електродвигуна від фундаментної плити.

					131.08BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		8

3 Гідравлічні розрахунки

3.1 Розрахунок зовнішнього діаметра натурального робочого колеса

Попереднє значення зовнішнього діаметра натурального робочого колеса можна визначити за формулами:

$$D_{2n} = 19,1 \frac{\sqrt{2gH_n}}{n_n}, \text{ при } n_s < 100,$$

$$D_{2n} = 19,2 \left(\frac{n_s}{100} \right)^{\frac{1}{6}} \frac{\sqrt{2gH_n}}{n_n}, \text{ при } n_s > 100.$$

Розраховуємо при $n_s < 100$

$$D_{2n} = 19,1 \frac{\sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 100}}{2500} = 0,338 \text{ м.}$$

Масштабний коефіцієнт геометричної подібності визначається виходячи з характеристик натурального та модельного насосів:

$$\lambda = \sqrt[4]{\left(\frac{Q_n}{Q_m} \right)^2 \frac{H_m}{H_n}},$$

де Q_m - подача модельного насоса, м³/год;

H_m - напір модельного насоса, м.

Отримуємо

$$\lambda = \sqrt[4]{\left(\frac{100}{100} \right)^2 \frac{50}{100}} = 0,84.$$

					131.08BP.000.00 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Значення зовнішнього діаметра натурального робочого колеса визначається виходячи з теорії геометричної подібності:

$$D_{2н} = \lambda D_{2м},$$

де $D_{2м}$ - зовнішній діаметр модельного робочого колеса (визначається з креслення модельного насоса), м.

Отримуємо

$$D_{2н} = 0,84 \cdot 0,408 = 0,342 \text{ м.}$$

Отриманий зовнішній діаметр натурального робочого колеса округляється до значення, кратного 5.

Приймаємо

$$D_{2н} = 0,345 \text{ м.}$$

Використовуючи отримане розрахункове значення масштабного коефіцієнту виконуємо перерахунок геометричних розмірів проточної частини модельного насоса та виконуємо теоретичні креслення робочого колеса та спірального відводу.

3.2 Розрахунок ККД насоса

Втрати в насосі можуть бути розподілені на чотири категорії: гідравлічні, об'ємні, механічні та втрати гідравлічного гальмування. Останні часто відносять до механічних втрат, оскільки вони не призводять до зниження напору, а збільшують споживану потужність.

					131.08ВР.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		10

У відкритих робочих колесах відсутній покривний диск, а разом з ним і переднє ущільнення, а також і частина основного диску. Ці конструктивні рішення змінюють структуру балансу енергії порівняно з традиційними закритими робочими колесами. Поняття об'ємних втрат для таких коліс втрачає сенс і їх можна прийняти такими, що дорівнюють нулю. Відсутність покривного диску і частини основного призводить до зниження дискових втрат, проте в цілому втрати енергії не стають меншими. Наявність торцевого зазору між лопатями робочого колеса і корпусом насоса і відсутність дисків призводить до додаткових гідравлічних втрат.

Аналіз результатів розрахунку балансу енергії в насосах з відкритим робочим колесом свідчить, що основними втратами в подібних насосах є гідравлічні, серед яких переважають втрати вихрового обміну, які додатково в них виникають та мають складну залежність від параметрів проточної частини.

У результаті повний к. к. д. насоса з відкритим робочим колесом можна приблизно визначити за формулою [7]

$$\eta = \eta_{зрк} \cdot \eta_{св} \cdot \eta_{во} \cdot \eta_{дт} \cdot \eta_i \cdot \eta'_{мех},$$

де $\eta_{зрк}$ - гідравлічний к.к.д. у закритому робочому колеса (згідно з рекомендаціями приймаємо $\eta_{зрк} = 0,91$);

$\eta_{св}$ - гідравлічний к.к.д. у спіральному відводі (згідно з рекомендаціями приймаємо $\eta_{св} = 0,9$);

$\eta_{во}$ - к.к.д. вихрового обміну (згідно з рекомендаціями приймаємо $\eta_{во} = 0,7$);

$\eta_{дт}$ - к.к.д. дискового тертя (згідно з рекомендаціями приймаємо $\eta_{дт} = 0,99$);

η_i - к.к.д. імпелера (згідно з рекомендаціями приймаємо $\eta_i = 0,965$);

$\eta'_{мех}$ - зовнішній механічний к.к.д. (згідно з рекомендаціями приймаємо $\eta'_{мех} = 0,96$);

Повний ККД насоса

					131.08BP.000.00 ПЗ	Лист
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\eta = 0,91 \cdot 0,9 \cdot 0,7 \cdot 0,99 \cdot 0,965 \cdot 0,96 = 0,523.$$

3.3 Розрахунок гідродинамічних сил

3.3.1 Осьові сили, що діють на ротор

У насосі з відкритим робочим колесом осьову силу, яка діє на ротор, можна вважати такою, що дорівнює нулю [7].

3.3.2 Радіальна сила

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

Рівнодійна сил тиску для насосів зі спіральним відводом визначається за формулою

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

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

Q_{opt} – подача при оптимальному режимі;

b_2 – ширина колеса на виході (визначається з креслення), 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 за формулою

$$R_{max} = K_R \gamma H D_2 b_2.$$

					131.08BP.000.00 ПЗ	Лист
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Напрямок сили R залежить від подачі та швидкохідності насоса. При $Q = Q_{opt}$ радіальна сила спрямована вгору в бік вузької частини спіралі (див. рис. 3.1). Для подальших розрахунків можна зробити припущення, що радіальна сила спрямована вертикально вгору.

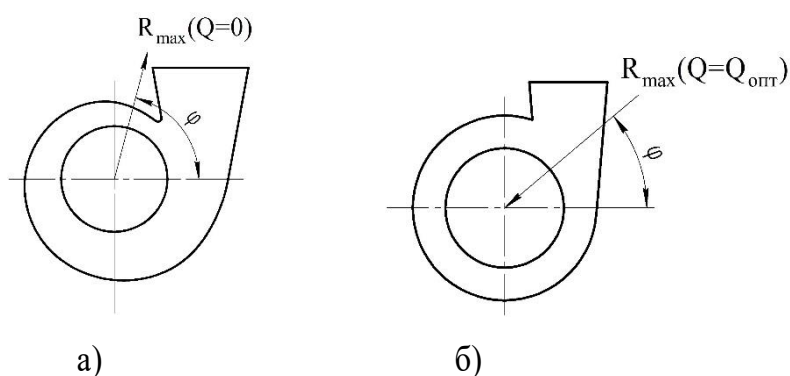


Рисунок 3.1 - Напрямок максимальної радіальної сили у відцентрових насосах:

а) зі спіральним відводом; б) з кільцевим відводом

Тоді

$$R_{max} = K_R \gamma H D_2 b_2 = 0,36 \cdot 1100 \cdot 9,81 \cdot 100 \cdot 0,345 \cdot 0,017 = 2278 \text{ Н.}$$

Гідродинамічні сили негативно впливають на роботу насоса, приводять до виходу з ладу радіальних підшипників кочення та ущільнень ротора.

3.4 Розрахунок насоса на кавітацію

Кавітація належить до гідродинамічних явищ і залежить від гідродинамічних якостей робочих органів машини та фізичних властивостей рідини. Зазвичай, кавітація виникає при падінні тиску до значення, що дорівнює або менше від тиску пружності насиченого пару та супроводжується порушенням суцільності потоку з утворенням порожнин, насичених паром та розчинених у рідині газами. Також вона виникає при зниженні місцевого тиску з різних причин динамічного характеру: збільшення швидкості

					131.08BP.000.00 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

рідини через збільшення частоти обертання, відриву або стискання потоку, відхилення ліній току від їх нормальних траєкторій [2].

Розрахунок насоса на кавітацію проводиться визначенням кавітаційного коефіцієнта швидкохідності

$$c = \frac{5,62 \cdot n \cdot \sqrt{Q}}{\Delta h^{\frac{3}{4}}}$$

Установлено, що насоси мають добрі антикавітаційні показники при $c = 700 - 900$.

Приймаємо $\Delta h = 4$ м.

Тоді

$$c = \frac{5,62 \cdot n \cdot \sqrt{Q}}{\Delta h^{\frac{3}{4}}} = \frac{5,62 \cdot 2500 \cdot \sqrt{100 / 3600}}{4^{\frac{3}{4}}} = 828.$$

Отже проєктований насос має добрі антикавітаційні показники.

4 Розрахунок вибору привода насоса

4.1 Вибір електродвигуна

Потужність насоса при роботі на номінальному режимі визначається за формулою

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{\eta}, \text{ Вт.}$$

$$N = \frac{1100 \cdot 9,81 \cdot 100 / 3600 \cdot 100}{0,523} = 38979 \text{ Вт.}$$

					131.08ВР.000.00 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Як привід насоса вибирають електродвигун за таким параметром:

$$N_{\text{дв}} = \kappa \cdot N ,$$

де $\kappa = 1,1 - 1,3$ – коефіцієнт запасу.

$$N_{\text{дв}} = (1,1 - 1,3) 38979 = 42877 - 50673 \text{ Вт.}$$

За відомою частотою обертання та розрахованою потужністю з довідкової літератури вибираються тип та марка двигуна – 4A225M2УЗ.

4.2 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:

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

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

$$M_A = 0,21 M_{\text{ном}} ,$$

де $M_{\text{ном}}$ - номінальний момент на валу електродвигуна, Н·м:

$$M_{\text{ном}} = \frac{N}{\omega} = \frac{38979}{261,8} = 148,9 \text{ Н·м.}$$

$$M_A = 0,21 \cdot 148,9 = 31,3 \text{ Н·м.}$$

					131.08BP.000.00 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Момент опору агрегату при повному розгоні електродвигуна:

$$M_{\max} = \frac{N_{\max}}{\omega},$$

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

$$N_{\max} = N_{\text{дв}} = 55000 \text{ Вт.}$$

Тоді

$$M_{\max} = \frac{55000}{261,8} = 210 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Мінімальний момент опору відповідає точці В з координатами:

$$n_B = 0,3 \cdot n_{\text{ном}} = 0,3 \cdot 3000 = 900 \text{ об/хв,}$$

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

$$M_B = 0,03 \cdot M_{\max} = 0,03 \cdot 210 = 6,3 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Коефіцієнт параболи визначається за величиною моменту при повному розвороті двигуна:

$$k = \frac{M_{\max}}{n^2} = \frac{210}{3000^2} = 2,33 \cdot 10^{-5}.$$

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

					131.08ВР.000.00 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

$$M = kn^2.$$

Результати розрахунку заносяться до табл. 4.1.

Графік пускового моменту будують таким чином:

- за табл. 4.1 будують залежність $M = f(n)$;
- точки А ($n_0; M_0$) та В ($n_B; M_B$) з'єднуються між собою відрізком;
- отримані криві спрягаються плавною кривою.

Таблиця 4.1 – Розрахунок пускової моментної характеристики

n , об/хв	0	500	1000	1500	2000	2500	3000
M , Н·м	0	5,83	23,3	52,5	93,3	145,8	210

За результатами розрахунку будемо пускову моментну характеристику (рис. 4.1)

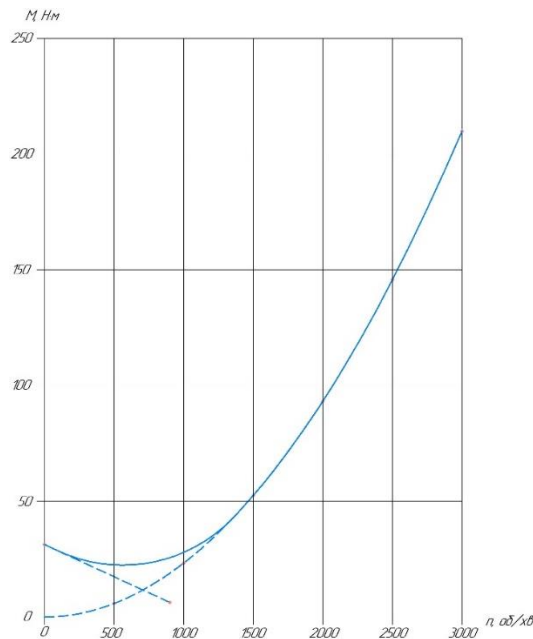


Рисунок 4.1 – Пускова моментна характеристика

5 Розрахунки на міцність

					131.08BP.000.00 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

5.1 Конструювання вала

Конструювання вала починається з визначення його діаметрів (див. рис. 5.1)



Рисунок 5.1 - Розміри діаметрів вала насоса

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

$$d_k = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_{\max}}{\pi \cdot [\tau]}}$$

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

$$d_k = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 148,9 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 15}} = 36,98 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_k = 40$ мм.

Діаметр вала під захисну втулку, мм:

$$d_{fm} = d_k + 10 = 40 + 10 = 50 \text{ мм.}$$

Діаметр вала під напівмуфту, мм:

					131.08BP.000.00 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

$$d_m = 0,8 \div 1,2 d_{\text{де}},$$

де $d_{\text{де}}$ - вихідний кінець вала обраного двигуна, мм.

$$d_m = (0,8 \div 1,2)58 = 46,4 \div 69,6 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_m = 60$ мм.

Діаметр вала під манжету, розміщену у кришці підшипника:

$$d_{\text{к.п.}} = d_m + (5 \div 10) = 60 + (5 \div 10) = 65 \div 70 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_{\text{к.п.}} = 65$ мм.

Після розрахунку діаметр уточнюють за стандартним розміром манжет.

Діаметр посадочної поверхні підшипника, мм:

$$d_n \geq d_{\text{к.п.}} + 2 \cdot t,$$

де $t = 3$ мм – висота буртика.

$$d_n \geq 65 + 2 \cdot 3 = 71 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_n = 70$ мм.

Діаметр буртика для упору підшипника, мм:

$$d_{\text{о}} \geq d_n + 3 \cdot r,$$

де r – координата фаски підшипника, що вибирається залежно від діаметра посадочної поверхні підшипника (див. табл. 2).

					131.08BP.000.00 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Таблиця 2 - Визначення координати фаски підшипника

d_n , мм	17-24	25-30	32-40	42-50	52-60	62-70	71-85
r , мм	1,6	2	2,5	3	3	3,5	3,5

$$d_{\sigma} \geq 70 + 3 \cdot 3,5 = 80,5 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_{\sigma} = 82 \text{ мм.}$

5.2 Розрахунок кінцевого ущільнення вала

5.2.1 Вибір типу ущільнення

У наведеній на рис. 1 конструкції насоса як кінцеве ущільнення вала застосовано ущільнення сальникового типу (рис. 5.2).

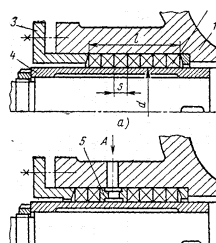


Рисунок 5.2 – Конструкція сальникового ущільнення

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

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 затяжка

					131.08ВР.000.00 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

набивного ущільнення повинна бути такою, щоб через нього було забезпечено протікання рідини у кількості 10 - 15 л/год. Затягування ущільнення до 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:

$$s = \sqrt{d} ,$$

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

$$d = d_{em} + 10 = 85 \text{ мм.}$$

Тоді

$$s = \sqrt{85} = 9,22 \text{ мм.}$$

Приймаємо стандартне значення $S=10$ мм.

Довжина сальникового ущільнення, мм:

$$L = i \cdot s ,$$

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

Приймаємо $i=3$, тоді

$$L = 3 \cdot 10 = 30 \text{ мм.}$$

5.2.2 Розрахунок потужності, споживаної в ущільненні

Втрати потужності в сальнику:

					131.08BP.000.00 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

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

де $r = \frac{d}{2} + 0,5$ – 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.

$$r = \frac{d}{2} + 0,5 = \frac{85}{2} + 0,5 = 43 \text{ мм.}$$

$$N_C = 261,8 \cdot 3,14 \cdot 4,3^2 \cdot 1 \cdot 10 \cdot \frac{0,015}{0,5} \cdot \left(e^{2 \cdot 0,5 \cdot \frac{3}{1}} - 1 \right) = 87 \text{ Вт.}$$

5.3 Розрахунок вала

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

5.3.1 Розрахунок реакцій в опорах

					131.08BP.000.00 ПЗ	Лист
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При роботі насоса в робочому колесі виникає неврівноважена радіальна сила $R_1 = R$ (див. рис. 5,3), що сприймається підшипниками насоса, в результаті чого в опорах виникають реакції (R_2, R_3).

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

Рівняння моментів відносно т. С:

$$\Sigma M_c = R_1(l_1 + l_2) - R_2l_2 = 0 .$$

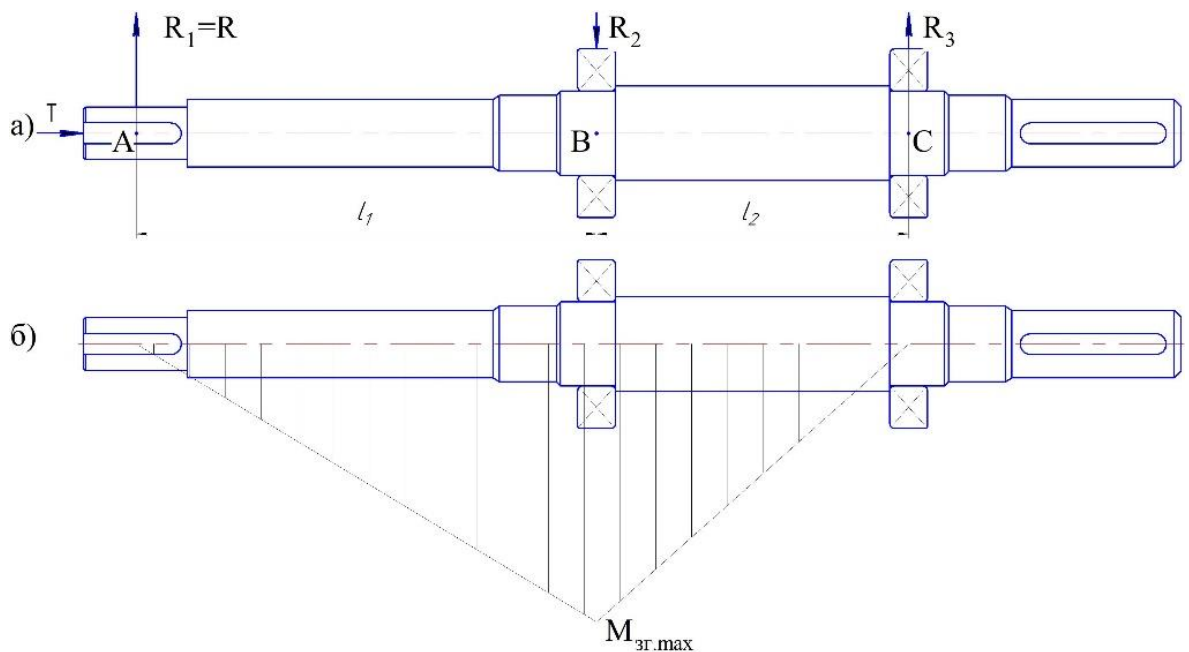


Рисунок 5.3 - Вал насоса:

а) схема навантаження; б) епюра згинальних моментів

З наведеного рівняння можна знайти величину R_2 , Н:

$$R_2 = \frac{2278(262 + 200)}{200} = 5262 \text{ Н.}$$

					131.08BP.000.00 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Рівняння моментів відносно т. В:

$$\Sigma M_B = R_1 l_1 - R_3 l_2 = 0 .$$

З наведеного рівняння можна знайти величину R_3 , Н:

$$R_3 = \frac{2278 \cdot 262}{200} = 2984 \text{ Н.}$$

5.3.2 Наближений розрахунок вала

Еквівалентний момент в найбільш небезпечному перерізі, Н·м:

$$M_E = \sqrt{M_{зг. \max}^2 + 0,75 M_{\max}^2} ,$$

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

Максимальний згинальний момент можна визначити з рис. 8:

$$M_{зг. \max} = R_1 l_1 = 2278 \cdot 0,262 = 597 \text{ Н·м.}$$

$$M_E = \sqrt{597^2 + 0,75 \cdot 148,9^2} = 611 \text{ Н·м.}$$

Діаметр вала в найбільш небезпечному перерізі, мм:

$$d_n \geq 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_E}{0,1 \cdot [\sigma]}} ,$$

де $[\sigma] = 40 \text{ МПа.}$

					131.08ВР.000.00 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

$$d_n \geq 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{611}{0,1 \cdot 40}} = 53,4 \text{ мм.}$$

Розрахований діаметр округлюється в більшу сторону до значення, кратного 5.

Приймаємо $d_n = 70 \text{ мм.}$

5.3.3 Перевірний розрахунок вала

Розрахунок зводиться до перевірки умови міцності:

$$s = \frac{s_\sigma \cdot s_\tau}{\sqrt{s_\sigma^2 + s_\tau^2}} \geq [s],$$

де s - розрахунковий коефіцієнт запасу міцності;

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

s_σ, s_τ - коефіцієнти запасу за нормальними та дотичними напруженнями:

$$s_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_\sigma}{\varepsilon_\sigma} \cdot \sigma_a + \psi_\sigma \cdot \sigma_m},$$

$$s_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_\tau}{\varepsilon_\tau} \cdot \tau_a + \psi_\tau \cdot \tau_m},$$

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

σ_a, τ_a и 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, $\varepsilon_\sigma = \varepsilon_\tau$;

					131.08BP.000.00 ПЗ	Лист
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$\sigma_{-1} = 0,35 \cdot \sigma_B + (70 \div 120) \text{ , МПа,}$$

де $\sigma_B = 850$ МПа – межа міцності матеріалу вала (Сталь 40Х).

$$\sigma_{-1} = 0,35 \cdot 850 + 95 = 392 \text{ МПа.}$$

$$\tau_{-1} = 0,58 \cdot 392 = 227 \text{ МПа;}$$

$$\sigma_a = \frac{597}{0,1 \cdot 70^3} = 17 \text{ МПа;}$$

$$\sigma_m = \frac{4 \cdot 148,9}{3,14 \cdot 70^3} = 0,55 \text{ МПа;}$$

$$\tau_a = \tau_m = \frac{1}{2} \cdot \frac{M_{\max}}{0,2 \cdot d^3} = \frac{1}{2} \cdot \frac{597}{0,2 \cdot 70^3} = 4,4 \text{ МПа;}$$

Масштабні коефіцієнти ε_{σ} , ε_{τ} визначають залежно від діаметра вала (див. табл.5.1).

Таблиця 5.1 - Значення коефіцієнтів ε_{σ} , ε_{τ}

	Діаметри валів, мм						
d_n	20	30	40	50	70	100	200
$\varepsilon_{\sigma} , \varepsilon_{\tau}$	0,83	0,77	0,73	0,7	0,65	0,59	0,52

Приймаємо $\varepsilon_{\sigma} = \varepsilon_{\tau} = 0,65$.

Тоді

					131.08ВР.000.00 ПЗ		Лист
							26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$$s_{\sigma} = \frac{392}{\frac{2,2}{0,65} \cdot 17 + 0,275 \cdot 0,55} = 6,79$$

$$s_{\tau} = \frac{227}{\frac{1,41}{0,65} \cdot 4,4 + 0,1 \cdot 4,4} = 22,73$$

$$s = \frac{6,79 \cdot 22,73}{\sqrt{6,79^2 + 22,73^2}} = 6,51 \geq [s] = 2,5 .$$

Умова міцності вала виконується.

5.4 Розрахунок шпонкового з'єднання

5.4.1 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: $b \times h \times l = 12 \times 8 \times 63$.

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

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot M_{\max}}{d \cdot l_p \cdot (h - t_1)} \cdot 10^3 ,$$

де $t_1 = 3,3$ – глибина паза вала (вибирається за довідковою літературою), мм;

					131.08BP.000.00 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

$h = 8$ – висота шпонки, мм;

$d = d_k = 40$ – діаметр вала, мм;

$M_{\max} = 597$ підставляється в Н·м;

l_p – робоча довжина шпонки, мм:

$$l_p = l - b = 63 - 12 = 51 \text{ мм},$$

де l - довжина шпонки, мм;

b - ширина шпонки, мм.

Допустиме напруження на зминання:

$$[\sigma]_{зм} = 0,56 \cdot \sigma_{0,2},$$

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

$$[\sigma]_{зм} = 0,56 \cdot 343 = 191,08 \text{ МПа}.$$

При розрахунку на зминання повинна виконуватися умова

$$\sigma_{зм} \leq [\sigma]_{зм}.$$

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 597}{40 \cdot 51 \cdot (8 - 3,3)} \cdot 10^3 = 124 \text{ МПа}.$$

Умова міцності виконується.

5.4.2 Розрахунок на міцність шпонкового з'єднання вала з напівмуфтою.

Розрахунок проводиться аналогічно наведеному в п. 5.4.1.

					131.08ВР.000.00 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

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: $b \times h \times l = 18 \times 11 \times 70$.

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

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot M_{\max}}{d \cdot l_p \cdot (h - t_1)} \cdot 10^3,$$

де $t_1 = 4,4$ – глибина паза вала (вибирається за довідковою літературою), мм;

$h = 11$ – висота шпонки, мм;

$d = d_k = 40$ – діаметр вала, мм;

$M_{\max} = 597$ підставляється в Н·м;

l_p – робоча довжина шпонки, мм:

$$l_p = l - b = 70 - 18 = 52 \text{ мм},$$

де l - довжина шпонки, мм;

b - ширина шпонки, мм.

Допустиме напруження на зминання:

$$[\sigma]_{зм} = 0,56 \cdot \sigma_{0,2},$$

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

$$[\sigma]_{зм} = 0,56 \cdot 343 = 171,5 \text{ МПа}.$$

					131.08BP.000.00 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

При розрахунку на зминання повинна виконуватися умова

$$\sigma_{зм} \leq [\sigma]_{зм} .$$

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 597}{60 \cdot 52 \cdot (11 - 4,4)} \cdot 10^3 = 58 \text{ МПа.}$$

Умова міцності виконується.

5.5 Вибір підшипників та розрахунок на довговічність

За розрахованим у п 5.3.2 діаметром d_n у довідковій літературі вибираємо тип та марку підшипників 314 ГОСТ 8338-75, їх динамічну $C = 81700$ Н та статичну вантажопідйомність $C_0 = 64500$ Н.

Розрахунок проводиться для більш навантаженої опори – т. В. Перед розрахунком необхідно визначитися з ресурсом роботи підшипника L_h . Середній ресурс підшипника дорівнює $L_h = 20000$ годин.

Еквівалентне динамічне навантаження визначається за формулою

$$P = (X \cdot F_r \cdot V + Y \cdot F_a) \cdot K_\delta \cdot K_T ,$$

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

$V = 1$ - коефіцієнт обертання;

$K_\delta = 1$ – коефіцієнт швидкохідності для спокійного навантаження;

K_T – температурний коефіцієнт: $K_T = 1$ при температурі підшипника $t \leq 100$ °С ,

$K_T = 1,4$ при $t \approx 250$ °С ;

					131.08ВР.000.00 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

x , y – коефіцієнти радіального та осевого навантаження відповідно. Вони вибираються з довідкової літератури залежно від співвідношення $\frac{F_a}{V \cdot F_r}$.

Оскільки осеве навантаження дорівнює нулю, то отримуємо

$$F_r = 5262 \text{ Н}$$

$$X = 1$$

$$P = (1 \cdot 5262 \cdot 1 + 0) \cdot 1 \cdot 1 = 5262 \text{ Н}$$

Розрахунковий ресурс підшипника для кулькових підшипників:

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

Умова довговічності підшипників:

$$L_{hp} \geq L_h$$

Розраховуємо

$$L_{hp} = \left(\frac{81700}{5262} \right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 2500} = 24953 \text{ ГОД}$$

Умова довговічності виконується.

					131.08ВР.000.00 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

6 Розділ з охорони праці

6.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що можуть виникати на підприємстві з підготовки нафти.

Небезпечним називають виробничий фактор, вплив якого на організм працюючого у відповідних умовах праці може призвести до травм або іншого раптового, різкого погіршення стану здоров'я.

Шкідливим називають виробничий фактор, вплив якого на організм працюючого може призводити в певних умовах до захворювання або зниження рівня працездатності.

Згідно з державним стандартом шкідливі і небезпечні фактори по природі їх впливу поділяються на фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

Однією із основних цілей охорони праці на підприємстві є оцінка обстановки та характеристик трудового процесу в частині його впливу на здоров'я і життя працівника.

Для досягнення цього завдання державою встановлено низку критеріїв оцінки, які допомагають визначити ступінь небезпечності умов праці на підприємствах, що використовують працю найманих робітників.

Під час роботи на працюючих впливають різні шкідливі фактори виробничого середовища. Шкідливі фактори за характером свого впливу поділяються на фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні. До фізичних факторів належать параметри повітря в приміщенні (температура, вологість, швидкість руху повітря), вібрація, шум, нетоксичний пил, пара, різні види випромінювань, освітленість тощо. До хімічних факторів відносяться токсичні пил, пари і газ. До біологічних факторів відносяться вплив мікроорганізмів та бактерій рослин та тварин (під час переробки натуральних волокон, шкіри, хутра). До психофізіологічних факторів відносяться фізичні та нервово-психічні перевантаження, які пов'язані з тяжкою, монотонною працею. Кожен з цих факторів впливає на організм людини, викликає у ньому функціональні зміни, професійні захворювання або отруєння. До організаційних заходів належать: дотримання вимог охорони праці жінок та осіб віком до 18 років; проведення попередніх та періодичних

					131.08ВР.000.00 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

медичних оглядів осіб, які працюють у шкідливих умовах; забезпечення працюючих у шкідливих умовах лікувально-профілактичним обслуговуванням тощо. Технічні заходи передбачають: систематичне підтримання чистоти в приміщеннях і на робочих місцях; розробку та конструювання обладнання, що виключає виділення пилу, газів та пари, шкідливих речовин у виробничих приміщеннях; забезпечення санітарно-гігієнічних вимог до повітря виробничого середовища; улаштування систем вентиляції та кондиціювання робочих місць із шкідливими умовами праці; забезпечення захисту працюючих від шуму, ультра- та інфразвуку, вібрації, різних видів випромінювання. Таким чином запобігання професійних захворювань і отруєнь здійснюється через виконання комплексу організаційних і технічних заходів, які направлені на оздоровлення повітряного середовища, виконання вимог гігієни та особистої безпеки працюючих. Вплив шуму, вібрації, промислових випромінювань на людину Шум — це хаотична сукупність різних за силою і частотою звуків, що заважають сприйняттю корисних сигналів. Шум несприятливо впливає на людину і може спричинити хворобливий стан, у тому числі глухуватість і глухоту. Під впливом шуму у людини прискорюється пульс і дихання. Тривалий шум впливає на центральну нервову та серцевосудинну систему: з'являються симптоми перевтоми, послаблюється увага, підвищується нервова збудливість, знижується працездатність, порушується робота шлунковокишкового тракту. За частотою звукові коливання поділяються на три діапазони: інфразвукові з частотою менше 20 Гц, звукові від 20 до 20000 Гц та ультразвукові - більше 20 000 Гц. Органи слуху людини сприймають звукові коливання в інтервалі частоти від 20 до 20 000 Гц та відчувають зміни гучності в 1 дБ. Вухом людини сприймає шум до 130 дБ. При 150 дБ шум для людини нестерпний. При 180 дБ настає втома металу, внаслідок чого із конструкції можуть вискочити заклепки. Нормою виробничого шуму є рівень звуку до 85 дБ. Якщо рівень перешкод становить 20 дБ, то такий шум не заважає розбірливості мови. З підвищенням рівня перешкод до 70 дБ та вище мова стає нерозбірливою. Шум створюють машини, механізми, інструменти незадовільної конструкції, зі спрацьованими деталями. Найбільш ефективний засіб боротьби з шумом — зниження його в джерелі створення: зміна і заміна шумних технологічних процесів або обладнання малошумними: звуковбирання та звукоізоляція;

					131.08BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		33

екранування, використання глушителів шуму; індивідуальні засоби захисту від шуму. Вібрація — це механічні коливання твердих тіл. З фізичної точки зору між шумом і вібрацією принципової відмінності немає, але сприймання їх людиною відрізняється: вібрація сприймається вестибулярним апаратом та дотиком, а шум — органом слуху. Джерелом вібрації є механічні, пневматичні та електричні інструменти ударної або обертальної дії, обладнання, яке встановлено без достатньої амортизації та віброізоляції, а також транспортні та сільськогосподарські машини. За характером впливу на організм вібрація передається на все тіло людини, а місцева на руки працюючого. Місцева вібрація викликає погіршення кровопостачання окремих органів, при загальній вібрації порушується діяльність серця та центральної нервової системи. Під час довготривалої та інтенсивної дії вібрації може виникнути тяжке захворювання — вібраційна хвороба. Дія вібрації залежить від її частоти. Вібрації з частотою 6 Гц є резонансними для всього організму. Людина при цьому відчуває качку, що діє на вестибулярний апарат і центральну нервову систему. Під час дії такої частоти вібрації може виникнути захворювання під назвою "морська хвороба". Резонансна частота для органів черевної порожнини (шлунок, печінка та ін.) дорівнює 7 Гц, для голови — 17 - 27 Гц. У зв'язку з цим коливання з частотою 5 - 8 Гц викликає почуття вібрації нутрощів; 17 - 25 Гц — відчуття вібрації в зубах; 40 Гц — відчуття вібрації в стопах. Заходи щодо боротьби з вібрацією поділяють на колективні та індивідуальні. Колективні методи — це методи зниження вібрації через вплив на джерело збудження і методи зниження вібрації на шляху її розповсюдження. Засоби, що використовуються під час реалізації вищезгаданих методів віброзахисту поділяються на: огорожувальні (захисні); віброізоляційні; віброгасильні і вібропоглинаючі; засоби автоматичного контролю, сигналізації та дистанційного керування; позначення віброуючих поверхонь знаком або фарбою. Захисні засоби запобігають доступу людини до зони, де діє вібрація. Конструктивно вони можуть бути зроблені у вигляді ґратчатих, сітчастих та непрозорих перешкод із металу, деревини тощо. Віброізоляція зменшує рівні вібрації, що передаються від джерела на тіло працюючого. Вона здійснюється введенням між джерелом вібрації та працюючим проміжного пружного зв'язку, наприклад, фундамент машин, збудований на пружних прокладках. Вібропоглинання — це перетворення енергії

					131.08ВР.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		34

механічних коливань (вібрації) в інші види енергії (теплову). Вібропоглинання може бути здійснене: використанням конструктивних матеріалів з великим внутрішнім тертям; нанесенням на поверхню виробу шару пружнєво'язких матеріалів, що мають велике внутрішнє тертя. Вібропоглинання здійснюється покриттям машин в'язкими матеріалами (мастикат), використанням масляних ванн для зубчастих зчеплень. Дистанційне керування дозволяє виключати постійне знаходження людини в зоні шкідливих вібрацій. Засоби індивідуального захисту від вібрації: спеціальне віброзахисне взуття; рукавиці з м'якими надолонниками; пружно-демпфіруючі прокладки та пластини для обхвату віброуючих рукояток та деталей. Іонізуюче випромінювання. Іонізуючим є будь-який вид випромінювання, взаємодія якого з середовищем призводить до виникнення електричних зарядів різних знаків. До іонізуючих випромінювань належать α - , β - γ - випромінювання, потоки нейтронів та інших ядерних часток. Іонізуючі випромінювання, проникаючи до організму людини та проходячи через біологічну тканину, викликають в ній появу заряджених часток вільних електронів. Вільні електрони, які діють із сусідніми атомами, іонізують їх, що супроводжується змінами структури молекул: порушеннями міжмолекулярних зв'язків і веде до загибелі клітин. Зміни у біохімічному складі клітини та обміні речовин порушують функції центральної нервової системи, що, в свою чергу, викликає порушення функції залоз внутрішньої секреції, зміни судинної проникності. Періодичне попадання радіоактивних речовин до організму призводить до їх накопичення та до збільшення іонізації атомів та молекул живої тканини. Внаслідок змін, що сталися, порушується нормальна течія біохімічних процесів та обмін речовин, що призводить до променевої хвороби. Діючи на шкіру, іонізуюче випромінювання викликає опіки або сухість, випадіння волосся, під час дії на очі — катаракту. Виникають також і генетичні наслідки, які ведуть до спадкових захворювань. Нормування радіоактивних випромінювань. У відповідності до норм радіаційної безпеки (НРБ) встановлено такі категорії осіб, що опромінюються: 1) категорія А — персонал; 2) категорія Б — обмежена частина населення; 3) категорія В — населення області, держави. Персонал — особи, які постійно або тимчасово працюють безпосередньо з джерелами іонізуючих випромінювань. Ультрафіолетове випромінювання. Джерелами ультрафіолетових випромінювань у

					131.08BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		35

виробничих умовах є: електродугове зварювання, плазмове обладнання, газорозрядні лампи тощо. Біологічна дія ультрафіолетового випромінювання обумовлена хімічними змінами молекул живих клітин, які його поглинають, і виявляється в порушенні поділу та загибелі клітин. Тривалість впливу великих доз випромінювання може призвести до уражень шкіри та органів зору. Ефективним методом захисту від ультрафіолетового випромінювання є екранування джерел випромінювання. Робочі місця огорожують ширмами, щитами, обладнують кабіни. Як засоби індивідуального захисту використовують спецодяг, спецвзуття, рукавиці, захисні окуляри та щитки із світлофільтрами. Електромагнітне випромінювання. Джерелами електромагнітних випромінювань є потужні телевізійні та радіомовні станції, промислові установки високочастотного нагріву, вимірювальні прилади, а також будь-які елементи, що включені до високочастотної мережі. Дія електромагнітних полів на організм людини виявляється у функціональному розладі центральної нервової системи. Суб'єктивні почуття при цьому — підвищена втома, головний біль, зниження точності робочих рухів, млявість. Основні види захисту: зменшення випромінювань безпосередньо біля джерела; дистанційний контроль і керування в екранованому приміщенні; організаційні заходи (проведення дозиметричного контролю, медичні огляди, додаткова відпустка, скорочені робочі дні); застосування засобів індивідуального захисту (спецодяг, захисні окуляри). Лазерне випромінювання.

6.2 Техніка безпеки під час виконання ремонтних робіт гідравлічного обладнання.

Правила охорони праці під час технічного обслуговування та ремонту машин і обладнання поширюються на підприємства, установи і організації незалежно від їх підпорядкування та форми власності, на підприємців та інших юридичних та фізичних осіб, які займаються технічним обслуговуванням і ремонтом машин та обладнання.

Ремонтні роботи у стаціонарних умовах повинні проводитись у пристосованих для цих робіт приміщеннях та виконуватись працівниками, що

					131.08BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		36

мають відповідну кваліфікацію. Робочі місця по ремонту та технічному обслуговуванню гідравлічних машин повинні бути обладнані підйомними механізмами. Захаращування проходів і робочих місць вузлами та деталями гідравлічних машин, що ремонтуються, матеріалами і відходами забороняється.

До роботи на свердлильних, шліфувальних та заточувальних верстатах допускаються механізатори та інші працівники, які залучаються на період ремонту, пройшли навчання, а також інструктаж з охорони праці при роботі на даному обладнанні.

Згідно „Правил”, під час ремонту і обслуговування машин з високим розміщенням вузлів і деталей працівники повинні бути забезпечені стрем’янками. Застосовувати приставні драбини забороняється.

При проведенні ремонтних робіт робітникам необхідно використовувати спеціальний одяг і взуття, інші засоби індивідуального захисту: бавовняний халат, косинка, рукавиці, гумові рукавички.

При проведенні ремонтних робіт працівник зобов'язаний:

- виконувати лише доручену роботу, якщо працівник добре не знає безпечного способу виконання роботи, то звернутися до адміністрації за роз'ясненням, а також вимагати від додаткового інструктажу;
- зосереджувати всю увагу тільки на виконанні роботи;
- не допускати на робоче місце осіб, які не мають відношення до цієї роботи;
- не працювати на несправному обладнанні та несправним інструментом;
- утримувати в порядку та чистоті робоче місце, не засмічувати його деталями, відходами, сміттям;
- про виявленні недоліки та несправності на робочому місці негайно повідомляти адміністрацію навчального закладу та без дозволу до роботи не приступати.
- Для випадків, коли необхідно надати першу допомогу потерпілому, при проведенні ремонтних робіт, ремонтна група повинна бути забезпечена медичною аптечкою.

					131.08BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		37

- Для гасіння можливого осередка загоряння необхідна наявність справного вогнегасника в доступному місці.
- Забороняється вживати спиртні напої, а також приступати до роботи в стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння. Палити в приміщеннях будівель закладу та на території закладу забороняється.

Вимоги безпеки перед початком проведення ремонтних робіт на території школи

Одягти спецодяг, засоби індивідуального захисту. Вийняти з кишень спецодягу гострі та інші зайві предмети. Не заколювати спецодяг голками та шпильками.

Оглянути місце виконання робіт, звільнити робоче місце від сторонніх предметів.

Перед початком ремонтних робіт слід підготувати до роботи необхідне обладнання, інструменти, матеріали, перевірити їх справність, переконатися у відсутності видимих пошкоджень, оцінити на придатність до використання, чистоту.

Переконатися в наявності на встановлених місцях справних первинних засобів пожежогасіння, а також в укомплектованості медичної аптечки перев'язними засобами.

Для перенесення інструменту до робочого місця слід використовувати спеціальну торбу, валізу або ящик.

Перевірити знеструмлення електрообладнання в зоні виконання ремонтних робіт.

Не приступати до роботи на несправному обладнанні.

Слід дотримуватися особливої обережності і технології в процесі приготування вапняного розчину, фарби, шпаклівки, розчинів лакофарбових матеріалів і ін.

При виявлених несправностях обладнання та засобів колективного захисту сповістити відповідального за проведення даної роботи та не приступати до роботи до усунення виявлених несправностей.

Вимоги безпеки під час проведення ремонтних робіт

В ході ремонтних робіт слід чітко контролювати виконання вимог охорони праці, цієї інструкції з охорони праці при проведенні ремонтних робіт на території школи, технологій використання будівельно-ремонтних матеріалів.

					131.08ВР.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		38

При користуванні електроприладами необхідно перевірити наявність заземлення, візуально оцінити цілісність кабелю, вилки, розетки.

При проведенні робіт із застосуванням різного виду інструментів необхідно дотримуватися вимог інструкції з правил їх застосування. Забороняється користуватися несправним інструментом.

При проведенні робіт пов'язаних з побілкою, фарбуванням слід відключити електроенергію, щоб уникнути можливого ураження електричним струмом.

Необхідно дотримуватися обережності при роботі з вапняним розчином, водоемульсійною фарбою, лакофарбовими матеріалами і т.п.

Слід приділяти велику увагу питанням безпеки при виконанні робіт на висоті і освітленості приміщення.

Для прибирання приміщення забороняється застосовувати легкозаймисті рідини.

Протирати електроприлади, що знаходяться під напругою, слід лише сухою ганчіркою.

Необхідно дотримуватися правил техніки безпеки та гігієни.

Вимоги охорони праці в аварійних ситуаціях

При проблемах зі здоров'ям і погане самопочуття слід негайно припинити роботу і повідомити про це відповідальній особі за проведення ремонтних робіт - заступнику директора з адміністративно-господарської частини.

При виявленні несправності обладнання та інвентарю необхідно негайно припинити роботу і повідомити про це керівника робіт.

При випадковому розливі рідин, розчинів, фарб, слід негайно прибрати їх з підлоги.

При отриманні травми (поранення, отруєння, опіку) необхідно негайно надати першу допомогу потерпілому, повідомити про це адміністрації школи, при необхідності доставити потерпілого до найближчої лікувальної установи або викликати швидку допомогу.

Вимоги охорони праці після закінчення ремонтних робіт

Повірити наявність всього використаного в роботі інструменту і привести в порядок своє робоче місце. Зняти спеціальний одяг і ретельно вимити руки з милом.

					131.08BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		39

6.3 Дії обслуговуючого персоналу під час пожежі на підприємстві з підготовки нафти

У разі виникнення пожежі (ознак горіння) кожен працівник зобов'язаний:

- негайно повідомити про це телефоном аварійно-рятувальну службу (тел. 101). При цьому необхідно назвати адресу об'єкта, вказати кількість поверхів будівлі, місце виникнення пожежі, обстановку на пожежі, наявність людей, а також повідомити своє прізвище;
- вжити (по можливості) заходів по евакуації людей, гасіння (локалізації) пожежі та збереження матеріальних цінностей;
- якщо пожежа виникла на підприємстві, повідомити про неї керівника чи відповідну компетентну посадову особу та (або) чергового об'єкту;
- у разі необхідності викликати інші аварійні служби (медичну, газорятувальну тощо).

Посадова особа об'єкта, що першою прибула на місце пожежі, зобов'язана:

- перевірити, чи викликана аварійно-рятувальна служба (продублювати повідомлення), довести подію до відома керівника установи;
- у разі загрози життю людей негайно організувати їх рятування (евакуацію), використовуючи для цього наявні сили й засоби;
- вивести за межі небезпечної зони всіх працюючих, не пов'язаних з ліквідацією пожежі;
- припинити роботи на об'єкті (якщо це допускається технологічним процесом виробництва), крім робіт, пов'язаних із заходами по ліквідації пожежі;
- здійснити у разі необхідності відключення електроенергії, агрегатів, апаратів, водяних комунікацій (за винятком систем протипожежного захисту);
- організувати зустріч підрозділів аварійно-рятувальної служби, надати їм допомогу у виборі найкоротшого шляху до осередку пожежі та до водних джерел; забезпечити дотримання техніки безпеки працівниками, які беруть участь у гасінні пожежі.

					131.08ВР.000.00 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

7 Економічний розділ

Організація проектно-конструкторських робіт

Дослідно-конструкторські та проектно-конструкторські роботи — це сукупність взаємопов'язаних процесів зі створення нових або удосконалення діючих конструкцій виробів згідно з вимогами замовника-споживача. Це розробка аванпроектів, ескізно-технічне проектування, випуск робочої конструкторської документації, виготовлення й випробування експериментальних зразків. Ці роботи проводяться в спеціалізованих лабораторіях наукових установ, у конструкторських бюро та на експериментальних підприємствах великих корпорацій.

Фінансування ДКПКР здійснюється за рахунок державних або власних коштів. На промислових підприємствах роботи цього етапу виконує відділ головного конструктора, у розпорядженні якого — технічна база для виробництва експериментальних зразків та їх випробування. Зміст ДКПКР залежить від характеру об'єкта розробки, його призначення, способу виготовлення тощо. Етапи конструкторських робіт регламентує Єдина система конструкторської документації (ЄСКД), яка діє в усіх галузях промисловості. Осяг конструкторських робіт залежить від виду виробу, його складності, прогнозного обсягу продажів, тривалості життєвого циклу товару та інших факторів.

Проектування нового виробу складається з таких етапів:

- складання технічного завдання;
- розрахунок технічної пропозиції (аванпроект);
- розробка ескізного проекту;
- розробка технічного проекту;
- підготовка робочої конструкторської документації, проведення нормоконтролю, патентної та метрологічної експертизи;
- виготовлення й випробування експериментального зразка;
- коригування робочого проекту й випуск встановленого осягу виробів;
- перевірка, узгодження, внесення змін, затвердження робочого проекту;

					131.08BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		41

- передача документації у відділ головного технолога.

Технічне завдання складається спільно з представниками замовника й підприємства. У ньому відображаються тактико-технічні вимоги замовника, які містять умови й режим експлуатації товару, необхідні технічні параметри й характеристики, розміри, строк служби, передбачуваний обсяг випуску, техніку безпеки, санітарно-гігієнічні норми, патентну чистоту, строки та умови зберігання, дизайн, транспортабельність, спеціальні та інші вимоги. Керівник підприємства затверджує підготовлене технічне завдання.

Технічна пропозиція містить розрахунки технічних параметрів та економічної ефективності, які обґрунтовують можливість і доцільність розробки нового виробу. Розрахунки виконують у декількох варіантах, аналізується й обирається оптимальний варіант, у якого найбільший очікуваний економічний ефект. Після узгодження й затвердження технічна пропозиція є основою для виконання наступних стадій конструкторських робіт.

Ескізний проект виконується з дотриманням необхідних пропорцій у розмірах виробу. Виготовляється модель (макет) виробу. Спеціальна комісія за участю дизайнера обговорює його й затверджує прийнятий варіант. Для нього виконуються креслення, а також інші конструкторські документи. Ескізний проект є базою для розробки технічного проекту.

Технічний проект розробляється в масштабі, з дотриманням стандартів і нормалей; у ньому виконуються всі види проекції з нанесенням відповідних розмірів. У технічному проекті уточнюються креслення загального вигляду виробу, виконуються креслення основних агрегатів і вузлів, їх специфікація, монтажні схеми з розрахунками на міцність, стійкість матеріалів.

Робоча конструкторська документація розробляється після затвердження технічного проекту і на його основі. Вона являє собою робочі креслення всіх деталей виробу з необхідними розмірами.

На основі робочих креслень виготовляються експериментальні зразки й провадяться їх попередні випробування. На етапі випробування зразка уточнюються

					131.08ВР.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		42

конструкції окремих деталей. За результатами випробування коригується робочий проект у цілому.

На цьому етапі обов'язковими процедурами є проведення експертизи на патентну чистоту, складання патентного формуляра, випробування на надійність, експертиза виробу на відповідність сучасному рівню стандартизації, державні випробування, внесення змін у документацію за результатами випробувань. Після завершення цих робіт документація передається заводу-виробникові (при подальшому серійному випуску). Часто разом із документацією передається також і зразок виробу.

Розмноження, зберігання та облік конструкторської документації здійснює спеціальне бюро технічної документації або архів.

У процесі проектно-конструкторських робіт (ПКР) у проектувану техніку закладаються її найважливіші характеристики: технологічний рівень і якість, економічні показники. Тому перед ПКР ставляться такі завдання: досягнення високого науково-технічного рівня розробки, скорочення тривалості циклу розробки, мінімум витрат на ПКР, при заданих вимогах до якості проектуваної техніки, або максимально висока якість продукції при відомих (допустимих) втратах на виконання ПКР.

Технічний проект — вид проектно-конструкторської документації на виріб, який містить кінцеве технічне рішення, дає повне уявлення про конструкцію виробу, що розробляється, і включає дані, необхідні і достатні для розробки робочої конструкторської документації. Його зміст також визначається специфікою розроблюваної техніки: для машин і приладів розробляється уточнений загальний вид, всі вузли та окремі, найскладніші деталі; для систем автоматизації доцільно розробляються принципові схеми, корпуси та печатні плати, розраховується рівень надійності.

Технічний проект розробляється на основі затвердженого ескізного проекту і передбачає виконання графічної і розрахункової частин, а також уточнення техніко-економічних показників створюваного виробу. Він складається із сукупності конструкторських документів, що містять остаточні технічні рішення, що дають повне уявлення про устрій розробленого виробу і вихідні дані для підготовки робочої документації.

					131.08BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		43

У графічній частині технічного проекту наводяться креслення загального виду проектованого виробу, складених вузлів й основних деталей. Креслення обов'язково узгоджуються з технологами.

У пояснювальній записці містяться опис і розрахунок параметрів основних складальних одиниць і базових деталей виробу, опис принципів його роботи, обґрунтування вибору матеріалів і видів захисного покриття, опис усіх схем і остаточні техніко-економічні розрахунки. На цій стадії за розробки декількох варіантів виробів виготовляються і випробуються дослідні зразки.

Робочий проект є подальшим розвитком і конкретизацією технічного проекту. Ця стадія КГ1В розбивається на три рівні:

- а) розробка робочої документації дослідної партії (дослідного зразка);
- б) розробка робочої документації постановної серії;
- в) розробка робочої документації сталого серійного або масового виробництва.

Перший рівень робочого проектування виконується у три, а іноді й у п'ять етапів.

На першому етапі розробляють конструкторську документацію для виготовлення дослідної партії. Одночасно визначають можливість одержання від постачальників деяких деталей і вузлів, блоків (комплектуючих). Всю документацію передають в експериментальний цех для виготовлення нею дослідної партії (дослідного зразка).

На другому етапі здійснюють виготовлення і заводські випробування дослідної партії. Як правило, проводить заводські, механічні, електричні, кліматичні й інші випробування.

Третій етап полягає у коригуванні технічної документації за результатами заводських випробувань дослідних зразків.

Якщо виріб проходить державні випробування (четвертий етап), то в процесі цих випробувань уточнюються параметри і показники виробу в реальних умовах експлуатації, виявляються всі недоліки, що згодом усуваються.

П'ятий етап складається в коригуванні документації за результатами державних випробувань і узгодженні з технологами питань, що стосуються класів жорсткості, точності, допусків і посадок.

					131.08BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		44

Другий рівень робочого проектування виконується у два стани.

На першому стані в основних цехах заводу виготовляють дослідну серію виробів, що потім проходить тривалі випробування в реальних умовах експлуатації, де уточнюють стійкість, довговічність окремих деталей і вузлів виробу, намічають шляхи їх підвищення. Запускові дослідних серій передує, як правило, технологічна підготовка виробництва.

На другому етапі роблять коригування конструкторської документації за результатами виготовлення, випробування й оснащення технологічних процесів виготовлення виробів спеціальним оснащенням. Одночасно з цим коригують технологічну документацію.

Третій рівень робочого проектування виконується в два етапи.

На першому стані здійснюють виготовлення й випробування головної або контрольної серії виробів, на основі якої роблять остаточне відпрацювання і вивірення технологічних процесів і технологічного оснащення, коригування технологічної документації, креслень, а також нормативів витрат матеріалів і робочого часу.

На другому етапі остаточно коригують конструкторську документацію.

Такий, на перший погляд, громіздкий порядок здійснення конструкторської підготовки виробництва в масовому або крупносерійному виробництві дає великий економічний ефект. За рахунок ретельного відпрацювання конструкції виробу і його окремих частин забезпечуються максимальна технологічність у виробництві, надійність і ремонтпридатність в експлуатації.

Коло робіт, виконуваних на стадіях, може відрізнитися від розглянутого вище залежно від типу виробництва, складності виробу, ступеня уніфікації* рівня кооперування та інших факторів.

Дослідно-конструкторські роботи (ДКР) проводяться в порядку реалізації результатів НДР або безпосередньо за технічним завданням на ДКР без попередньої науково-дослідної роботи. Вони здійснюються в кілька етапів.

Перший етап — техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) доцільності створення нового виробу і передачі його в серійне виробництво. При цьому улаштовуються

					131.08BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		45

можливості вирішення завдань, варіанти конструкторських і технологічних рішень. Складається перелік робіт, що підлягають виконанню, уточнюється загальний обсяг робіт, витрати і терміни виконання, визначаються співвиконавці. Наводяться дані, що характеризують експлуатаційну надійність виробу, ступінь уніфікації і стандартизації, відповідність його технічного рівня вітчизняним і закордонним досягненням науки і техніки. Визначається орієнтовна вартість дослідного і серійного зразків, сума витрат на організацію виробництва й експлуатацію цієї техніки, орієнтовний термін початку постачання замовникові. Визначається склад технічної підготовки і призначаються відповідальні виконавці за кожним видом робіт.

Па другому етапі уточнюються дані ТЕО, вибирається оптимальний варіант побудови виробу і його частин з урахуванням вартості, ефективності і масштабів виробництва. Розробляються структурні, функціональні, принципіві й інші схеми, визначаються загальні конструкторські і технологічні рішення, розглядаються питання енергоживлення, захищеності від зовнішніх впливів, ремонтпридатності і т. д. Макетуються найбільш складні і відповідальні функціональні частини виробу, улаштовуються і складаються заявки на розробку й освоєння нових матеріалів і нових комплектуючих виробів та ін.

На третьому етапі здійснюється теоретична й експериментальна перевірка схемних, конструкторських і технологічних рішень; уточнюються принципіві схеми; перевіряються нові матеріали, напівфабрикати, що комплектують вироби; виготовляються макети, що проходять механічні і кліматичні випробуваній. На ньому етапі оцінюються надійність виробу, його функціональних вузлів і частин, електричні і температурні режими, ремонтпридатність, зручність в експлуатації. Оцінюються відповідність застосовуваних засобів технічного контролю за якістю. Розробляється робоча документація для виготовлення дослідного зразка.

Па четвертому етапі складається перелік елементів, що підлягають вихідному контролю, і елементів, що підлягають випробуванню, макетується і компонується складна функціональна частина виробу. Готова технічна документація на виготовлення дослідного зразка здається у відділ технічної документації для розмноження і передачі у виробництво.

					131.08ВР.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		46

Дослідний зразок виготовляється при мінімальному технологічному оснащенні. Попередні заводські випробування проводяться за участі представника замовника за програмою і методикою, складеною розробником. Потім проводяться державні випробування, і все це оформлюється актом.

Закінчені науково-технічні розробки, за якими видаються пропозиції про використання, повинні відповідати таким вимогам:

1. Новизна і перспективність запропонованих науково-технічних рішень, використання в них сучасних вітчизняних і закордонних досягнень науки і техніки.
2. Економічна ефективність нового виробу або нового технологічного процесу за умови застосування його у виробництві.
3. Патентоспроможність і конкурентоспроможність.
4. Довговічність і експлуатаційна надійність виробу, стійкість технологічних процесів.
5. Відповідність вимогам техніки безпеки, технічної естетики, наукової організації праці.

Науково-технічна розробка вважається закінченою, якщо виріб пройшов іспит, його прийнято комісією і рекомендовано до освоєння у виробництві.

За всіма закінченими і рекомендованими для використання розробками замовник приймає рішення про терміни й обсяги освоєння промислового виробничого виробу. Підставою служить акт приймання дослідного зразка.

					131.08BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		47

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.

					131.08ВР.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		48