

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

ВИПУСКНА РОБОТА

на тему:

Розробка насосного агрегату типу АНФ

зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»

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

Виконавець роботи

Шевченко Андрій Вікторович

прізвище, ім'я, по-батькові

підпис, дата

Науковий керівник

к.т.н., доцент

науковий ступінь, учене звання

Панченко В.О.

прізвище, ім'я, по-батькові

підпис, дата

Суми 2022

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

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

гідроаеромеханіки

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
прикладної

_____ Сотник М.І.
“ ___ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
до випускної роботи бакалавра студенту

Шевченку Андрію Вікторовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

- 1. Тема роботи - «Розробка насосного агрегату типу АНФ»**
затверджена наказом по університету від ___ " ___ " _____ 20__ р. № _____
- 2. Термін здачі студентом закінченої роботи - 31.05.2022 р.**
- 3. Вихідні дані до проекту:**
параметри насосу:
подача насоса $Q_n = 50 \text{ м}^3/\text{год}$, напір $H_n = 60 \text{ м}$, частота обертів $n_n = 1500 \text{ об/хв.}$,
густина $\rho_n = 1070 \text{ кг/м}^3$.
- 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):**
гідравлічні розрахунки, розрахунки з вибору електродвигуна, розрахунок кінцевого ущільнення, розрахунки на міцність, розрахунки з вибору підшипників.
- 5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):**
креслення робочого колеса (А1), складальне креслення насосу (А1), теоретична креслення відводу (А1), монтажне креслення насосного агрегату (А1).

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Найменування етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальна характеристика консольних насосів	до 21.04.2022	
2	Вибір конструктивної схеми насоса		
3	Опис конструкції вибраного насоса		
4	Гідравлічні розрахунки		
5	Теоретичне креслення робочого колеса		
6	Виконання розділу «Охорона праці»		Керівник
7	Виконання економічного розділу		Керівник
8	Оформлення звіту з практики		
9	Розрахунки з вибору електродвигуна	до 25.04.2022	
10	Розрахунок кінцевого ущільнення		
11	Розрахунки на міцність		
12	Розрахунки з вибору підшипників		
13	Креслення робочого колеса	до 30.04.2022	
15	Складальне креслення насоса	до 15.05.2022	Керівник
17	Оформлення РПЗ та графічних матеріалів	до 09.06.2022	
18	Представлення роботи керівнику. Внесення поправок.	до 10.06.2022	
19	Перевірка роботи на плагіат.	до 15.06.2022	
20	Час для попереднього захисту. Підготовка доповіді до захисту.	до 15.06.2022	
21	Розміщення роботи в репозитарій. Отримання рецензії.	до 20.06.2022	
22	Захист роботи в ЕК (згідно графіка захисту).	з 22.06.2022 до 26.06.2022	До захисту робота допускається після перевірки на плагіат

Дата видачі завдання - 01.02.2022 р.

Студент _____
(підпис)

Керівник _____
(підпис)

Панченко В.О.
(прізвище, ініціали)

Реферат

Пояснювальна записка: 42 с., 13 рисунків, 5 таблиць, 7 літературних джерел.

Тема дипломного проекту «Розробка насосного агрегату типу АНФ»

Графічні матеріали: 4 аркуша формату А1:

креслення робочого колеса, складальне креслення насоса, теоретичне креслення відводу, монтажне креслення насосного агрегату

Мета проекту – розробка насосного агрегату для перекачування забруднених рідин на параметри: подача $50 \text{ м}^3/\text{год}$, напір – 60 м, частота обертання – 1500 об/хв, густина рідини – 1070 кг/м^3 .

Згідно із поставленою метою було:

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

У економічному розділі було розглянуто типи виробництв та їх техніко-економічна характеристика.

У розділі із охорони праці було розглянуто розрахунок природної і штучної вентиляції та принцип її улаштування.

Ключові слова: НАСОС, РОБОЧЕ КОЛЕСО, ВИХРОВА КАМЕРА, НАПІР, ПОДАЧА, ТИСК.

Зміст

	С.
Реферат.....	4
Вступ.....	6
1 Опис конструкції вибраного насоса	7
Максимальна об'ємна	7
концентрація твердих частинок, %	7
2 Гідрравлічні розрахунки	9
2.1 Розрахунок насосу.....	9
2.2 Розрахунок осьової та радіальної сили.....	13
2.3 Вибір кінцевого ущільнення.....	14
2.4 Розрахунок насоса на кавітацію	16
2.5 Розрахунок реакцій в опорах	16
2.6 Вибір підшипників	19
2.7 Розрахунок вала на міцність	20
2.8 Перевірка міцності шпонкового з'єднання.....	20
6 Розділ з охорони праці	23
7 Економічний розділ.....	33
Список використаної літератури	42

					131.05BP.000.00 ПЗ					
<i>Зм</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>	Розробка насосного агрегату типу АНФ			<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>	Шевченко									4
<i>Перев.</i>	Панченко				Пояснювальна записка			СумДУ ГМдн-84-0		
<i>Н. контр.</i>	Алексєєнко									
<i>Затв.</i>										

Вступ

Агрегати насосні вільновихрові напівзанурювані фекальні було розроблено з метою перекачування рідкого та напіврідкого гною на тваринницьких фермах і сільськогосподарських комплексах із безпідстилочним утримуванням великих рогатих та інших тварин із навозозбірників у прифермерське навозосховище або в транспортний засіб, а також для перемішування і подальшого подрібнення навозу в навозозбірнику.

Ці агрегати можуть бути застосовані під час гідротранспорту кормів, жому, різних відходів в сільському господарстві, а також паперової маси на паперовому виробництві, перекачування каналізаційного шламу у житлово-комунальному комплексі, різноманітних рідин із значним вмістом довгих волоконистих включень. Агрегати відносяться до виробів конкретного призначення.

					131.05BP.000.00 ПЗ	Лист
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Опис конструкції вибраного насоса

Показники призначення агрегатів по перекачувальним середовищам мають відповідати вказівкам в табл. 1.1

Табл.1.1

Найменування перекачуваного середовища	Показники перекачуваного середовища	Значення показника
Гній, вода із змістом кормів, жому, різних відходів сільського господарства, паперової маси під час їхнього гідротранспорту, каналізаційний шлам, різні рідини із змістом волоконних включень	Температура, $K(^{\circ}C)$	
	не більше	353(80)
	Глибина забирання рідини, м не більше	3,0
	Водневий показник, од. рН	6...8,5
За наявності у перекачуваному середовищі твердих абразивних частинок	Густина, $\frac{кг}{м^3}$	
	не більше	1075
	Максимальна об'ємна концентрація твердих частинок, %	20
	Максимальний лінійний розмір твердих частинок, мм	50
	Максимальна об'ємна концентрація, %	1
	Максимальний лінійний розмір, мм	5
Мікротвердість частинок, МПа, не більше	9000	
Вологість гною під час відкачування, %, не менше	95	

Надійність насосів в умовах і режимах, експлуатації, повинна відповідати значенням наведеним у табл. 1.2

Табл. 1.2

Найменування показників	Значення показників
Середній наробіток на відмову, год, не менше	100
Середній ресурс до капітального ремонту, год, не менше	2000
Середній термін служби до списання, років, не менше	6

					131.05BP.000.00 ПЗ	Лист
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Гідравлічні розрахунки

2.1 Розрахунок насосу

1. Визначаємо коефіцієнт швидкості насоса

$$n_s = \frac{3,65 \cdot n \sqrt{Q}}{H^{0,75}}$$
$$n_s = \frac{3,65 \cdot 1500 \sqrt{50}}{60 \cdot 65^{0,75}} = 78$$

2. Визначаємо ККД та відносну ширину вільної камери насоса за графіком рис. 10 [1]: $\eta=0,5$, $\bar{B} = 0,25$ Виходячи з рекомендацій [1] приймаємо для робочого колеса насоса із плоскими радіальними лопатями: відносне значення діаметру входу робочого колеса $\bar{D}_1 = 0,2$, відносна ширина лопаті колеса на виході $\bar{b}_2 = 0,2$, кількість лопатей $z=10$, відносна товщина лопаті $\bar{\delta} = 0,02$.

3. Розрахуємо зовнішній діаметр робочого колеса насоса, користуючись виразом:

$$D_2 = \frac{A}{n} \sqrt{H}, \quad (2.1)$$

де A – коефіцієнт, який розраховується за формулою:

$$A = \left[\frac{\eta_{\text{мех}}}{K \eta F_1 F_2} \right]^{1/2}, \quad (2.2)$$

де $\eta_{\text{мех}}$ – механічний ККД насосу, приймаємо $\eta_{\text{мех}}=0,97$;

$K=7,167 \cdot 10^{-3}$ – постійний коефіцієнт;

η – ККД насоса, прийнятий раніше;

F_1 – функція, яка враховує вплив відносних розмірів робочого колеса насоса;

F_2 – функція, яка враховує вплив відносних розмірів відводу насоса;

$$A = \left[\frac{0,98}{6,135 \cdot 10^{-3} \cdot 0,48 \cdot 0,021 \cdot 2,33} \right]^{1/2} = 81,16$$

Підставляємо отримані дані у рівняння (2.1) та отримуємо:

$$D_2 = \frac{81,16}{1500} \sqrt{65} = 0,198(\text{м}).$$

Приймаємо стандартне значення діаметру насоса:

					131.05BP.000.00 ПЗ	Лист
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D_2 = 0,2(m).$$

4. Розраховуємо абсолютні розміри робочого колеса насоса:

$$\begin{aligned} D_1 &= \bar{D}_1 D_2, \\ b_2 &= \bar{b}_2 D_2, \\ \delta &= \bar{\delta} D_2, \end{aligned} \quad (2.3)$$

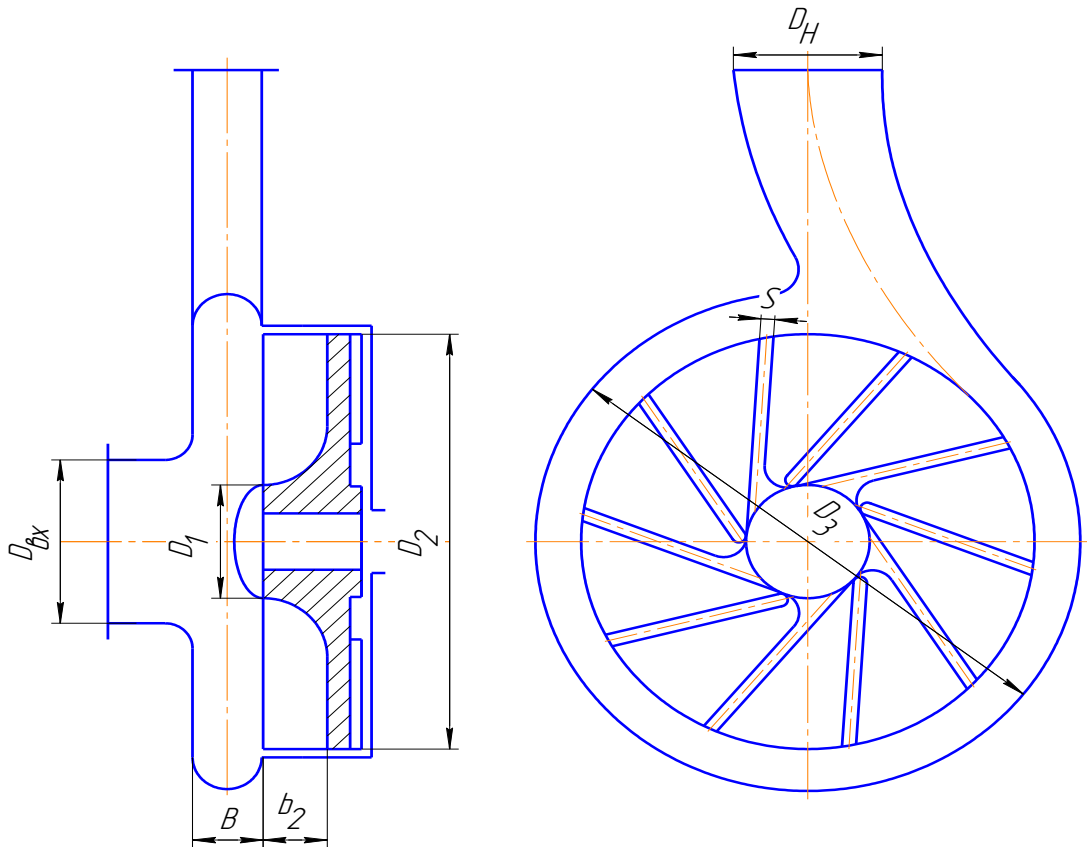


Рисунок 2.1 – Основні геометричні розміри проточної частини насоса

Де \bar{D}_1 , \bar{b}_2 , $\bar{\delta}$ - відносний діаметр входу робочого колеса насоса, відносна ширина лопатки робочого колеса насоса та відносна товщина лопатки робочого колеса насоса відповідно. Підставляємо значення та отримуємо:

$$D_1 = 0,2 \cdot 200 = 40(мм)$$

$$b_2 = 0,2 \cdot 200 = 40(мм)$$

$$\delta = 0,02 \cdot 200 \approx 4,0(мм)$$

5. Знаходимо абсолютний розмір ширини вільної камери насоса:

$$B = \bar{B} D_2 \quad (2.4)$$

					131.05BP.000.00 ПЗ	Лист
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Де \bar{B} - відносна ширина вільної камери насоса.

$$B = 0,25 \cdot 200 = 50(\text{мм})$$

6. Визначаємо основні геометричні розміри кільцевого відводу насоса:

Відносний радіус розташування язика у відводі насоса:

$$D_{\text{яз}} = \bar{D}_{\text{яз}} D_2, \quad (2.5)$$

Де $\bar{D}_{\text{яз}}$ - відносний діаметр язика відводу насоса.

$$D_{\text{яз}} = 1,3 \cdot 200 = 260(\text{мм})$$

Діаметр кільцевого відводу насоса:

$$D_3 = D_2 + B, \quad (2.6)$$

$$D_3 = 200 + 50 = 250(\text{мм})$$

Діаметр вихідного патрубку відводу насоса:

$$D_6 = B, \quad (2.7)$$

$$D_6 = 50(\text{мм})$$

7. Розраховуємо вхідний діаметр насосу та перевіряємо умову:

Коефіцієнт вхідної швидкості:

$$k_{v0} = (0,2 \dots 0,25) \left(\frac{n_s}{100} \right)^{2/3}, \quad (2.8)$$

$$k_{v0} = (0,2 \dots 0,25) \left(\frac{83}{100} \right)^{2/3} = 0,168 \div 0,213$$

Приймаємо $k_{v0} = 0,195$

Швидкість у вхідному патрубку відводу насоса:

$$v_0 = k_{v0} \sqrt{2gH} \quad (2.9)$$

$$v_0 = 0,195 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 65} = 4,1 \text{ м/с.}$$

Діаметр входу у корпус насоса:

$$D_0 = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v_0}} \quad (2.10)$$

$$D_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot 65}{3,14 \cdot 4,1 \cdot 3600}} = 0,082(\text{м})$$

Приймаємо рекомендоване значення діаметру входу

					131.05BP.000.00 ПЗ	Лист
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D_0 = 0,08(\text{м})$$

Умова виконується $D_0 \geq B$; $80 \geq 51$.

8. Визначаємо потужність насоса на робочому режимі та вибираємо приводний електродвигун:

$$N = \frac{\rho g Q H}{1000 \eta}, \quad (2.11)$$

Де ρ – густина робочої рідини;

$$N = \frac{1075 \cdot 9,81 \cdot 65 \cdot 65}{1000 \cdot 3600 \cdot 0,48} = 5,11(\text{кВт})$$

Потужність приводного електродвигуна:

$$N_{eo} = kN, \quad (2.12)$$

Де k – коефіцієнт запасу потужності;

$$N_{eo} = 1,2 \cdot 5,11 = 5,43(\text{кВт})$$

Обираємо приводний трифазний асинхронний коротко замкнутий двигун 4А112М4 потужністю 5,5 кВт, із синхронною частотою обертання 1500 об/хв. Тоді його номінальна частота обертання буде рівною

$$n_{oe} = 1500 - 0,039 \cdot 1500 = 1431 \text{ об/хв.}$$

9. Визначаємо діаметр вала насоса:

$$d_e = \sqrt[3]{\frac{N \cdot 0,4896}{n \cdot [\tau_{кр}]}} \quad (2.13)$$

$$d_e = \sqrt[3]{\frac{5,11 \cdot 0,4896}{1431 \cdot 100}} = 0,0251(\text{м})$$

Матеріал валу сталь 45. Приймаємо діаметр вала насоса, рівний 25 мм.

					131.05BP.000.00 ПЗ	Лист
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Розрахунок осьової та радіальної сили

1. Визначаємо число Рейнольдса:

$$Re = \frac{nD_2^2}{\nu}, \quad (2.14)$$

Де ν – кінематична в'язкість перекачуваної робочої рідини.

$$Re = \frac{1431 \cdot 0,2^2}{60 \cdot 1,02 \cdot 10^{-6}} = 1,01 \cdot 10^6$$

Отримане значення числа Рейнольдса лежить у межах $0,4 \cdot 10^6 < Re < 1,3 \cdot 10^6$. Тому для розрахунку коефіцієнта β та ψ_r використовуємо формулу:

$$\beta = 0,407 + \frac{0,361 \cdot 10^6}{Re} = 0,407 + \frac{0,361 \cdot 10^6}{1,01 \cdot 10^6} = 0,802$$

$$\psi_r = -0,105 + \frac{0,511 \cdot 10^6}{Re} = -0,105 + \frac{0,511 \cdot 10^6}{1,01 \cdot 10^6} = 0,501$$

2. Кутова швидкість обертання ротора насоса:

$$\omega = \frac{\pi n}{30} \quad (2.15)$$

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 1431}{30} = 151 (c^{-1})$$

3. Розраховуємо відносний радіус втулки:

$$\bar{R}_{em} = \frac{D_1}{D_2} \quad (2.16)$$

$$\bar{R}_{em} = \frac{0,04}{0,2} = 0,2$$

Приймаємо коефіцієнт $k=0,486$

4. Визначаємо результуючу осьову силу, яка діє на ротор насоса:

$$A = \pi \rho g H \left[\beta (R_2^2 - R_{em}^2) - \psi_r (R_2^2 - R_1^2) \right] - \frac{\pi}{4} k^2 \rho R_2^4 \omega^2 (1 - \bar{R}_{em}^2)^2$$

$$A = 3,14 \cdot 1081 \cdot 9,81 \cdot 65 \left[0,802 (0,12^2 - 0,021^2) - 0,501 (0,12^2 - 0,021^2) \right] - \frac{3,14}{4} \cdot 0,501^2 \cdot 1081 \cdot 0,12^4 \cdot 152^2 \cdot (1,1 - 0,21^2)^2 = 1412 (H)$$

5. Радіальну силу визначаємо за формулою:

$$R = k_r \left(1 - \left(\frac{Q}{Q_{onm}} \right)^2 \right) \rho H D_2 b_2 g, \quad (2.17)$$

Де $k_r=0,2$ – коефіцієнт для радіальної сили у вільновихровому насосі

$$R = 0,21 \cdot 1081 \cdot 65 \cdot 0,21 \cdot 0,038 \cdot 9,81 = 301 (H)$$

6. Осьова сила на імперелері насоса

$$T_x = \frac{3}{8} \rho g \left(\frac{\pi D_{2u}^2}{4} - \frac{\pi d_{em1}^2}{4} \right) \left(\frac{U_2^2 - U_{em}^2}{2g} \right); \quad (2.18)$$

де D_{2u}^2 – зовнішній діаметр імперелера насоса

					131.05BP.000.00 ПЗ	Лист
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

d_{em1} – внутрішній діаметр імпелера насоса

Розраховуємо швидкості за формулами

$$U_2 = \frac{\pi \cdot n \cdot D_{2u}}{60} \quad (2.19)$$

$$U_{em} = \frac{\pi \cdot n \cdot d_{em1}}{60}$$

де U_2, U_1 – швидкості на виході та на вході в імпелері насоса.

$$U_2 = \frac{3,14 \cdot 1431 \cdot 0,21}{60} = 14,9 \text{ (м/с)}$$

$$U_{em} = \frac{3,14 \cdot 1431 \cdot 0,039}{60} = 3,01 \text{ (м/с)}$$

$$T_d = \frac{3}{8} \cdot 1081 \cdot 9,81 \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 0,21^2}{4} - \frac{3,14 \cdot 0,042^2}{4} \right) \cdot \left(\frac{14,9^2 - 3,01^2}{2 \cdot 9,81} \right) = 1333 \text{ (Н)}$$

7. Осьова сила, яка діятиме на ротор насоса:

$$\Delta A = A - T_d$$

$$\Delta A = 1288 - 1334 = 46 \text{ (Н)}.$$

2.3 Вибір кінцевого ущільнення

1. Для обраної конструктивної схеми насоса у якості кінцевого ущільнення вала використовуємо сальникове ущільнення (рис. 4.1)

					131.05BP.000.00 ПЗ	Лист
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

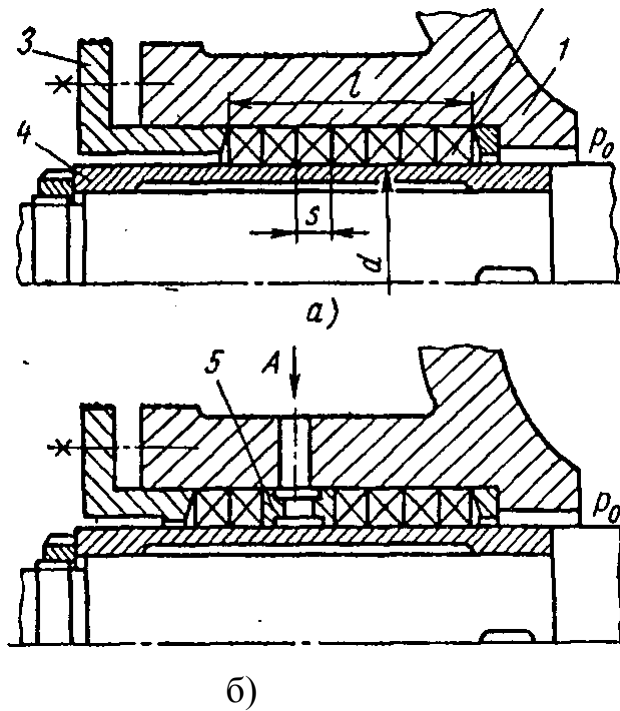


Рисунок 2.2 - Схема сальникового ущільнення насоса

а)-без промивки; б)-з промивкою;

Вибираємо сальникове ущільнення насоса за схемою- б).

Для надійної роботи насоса необхідно забезпечити підпір на вході в насос. Підпір, вимірний у всмоктуючому патрубку, повинен бути не менше ніж 1 м. З метою захисту сальникового ущільнення насоса від його зносу у вузол ущільнення насоса подається запірні рідина під тиском, який перевищує тиск на виході з насоса на 0,05 МПа. У якості запірної перекачуваної рідини використовується технічно чиста вода з температурою не вище ніж 40°C. Витрати запірної води, яка подається до сальника насоса 0,01м³/год. Згідно [3] товщина кільця сальникової набивки:

$$S = \sqrt{d} \quad (2.20)$$

Де d – діаметр вала насоса в місці набивки сальника (d = 25 мм)

$$S = \sqrt{25} = 5(\text{мм})$$

Приймаю S=10мм.

2. Довжина сальникового ущільнення насоса рівна:

$$L = iS, \quad (2.21)$$

					131.05BP.000.00 ПЗ	Лист
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Де i – кількість кілець сальникової набивки ($i=3$)

$$L = 4 \cdot 10 = 40 \text{ (мм)}$$

Згідно ГОСТ 5152-84 обираємо сальникову набивку з одношаровим обплетенням марки АГИ 10x10.

2.4 Розрахунок насоса на кавітацію

6.1. Для розрахунку вільновихрового насоса на кавітацію приймають коефіцієнт Руднева.

$$c = \frac{5,65 \cdot n \cdot \sqrt{Q}}{\Delta h_{кр}^{3/4}}, \quad (2.22)$$

де n – частота обертання, об/хв.;

Q – подача насоса, $м^3 / с$;

$\Delta h_{кр}^{3/4}$ – критичний кавітаційний запас для першого режиму, м.

Виникнення кавітації у лопатевих насосів насамперед пов'язано з висотою їх всмоктування. Перед пуском насоса в роботу трубопровід повинен бути повністю заповнений водою. Перший критичний режим кавітації відноситься до появи перших ознак впливу кавітації на характеристику насоса. Практично кавітація настає раніше, але вона носить локальний характер. Коефіцієнт C змінюється в межах 800...1000.

6.2 З формули (6.1) знаходимо значення критичного кавітаційного запасу для першого критичного режиму.

Розрахуємо кавітаційний запас насоса за формулою:

$$\Delta h_{кр} = \sqrt[3]{\frac{5,62 \cdot n \cdot \sqrt{Q}}{c}} \quad (2.23)$$

$$\Delta h_{кр} = \sqrt[3]{\frac{5,62 \cdot 1431 \cdot \sqrt{65}}{800 \dots 1000}} = 1,31 \dots 0,89 \text{ (м)}$$

Кавітаційний запас для першого критичного режиму в даному насосі лежить в межах від 1,31 до 0,89м.

2.5 Розрахунок реакцій в опорах

Із попередніх розрахунків маємо значення радіальної сили: $R=333 \text{ Н}$.

					131.05BP.000.00 ПЗ	Лист
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Осьову силу визначаємо як суму сил (гідравлічної сили та ваги ротора)

$$A = \Delta A + m_p \cdot g,$$

де $m_p = 29$ кг – маса ротора насоса.

$$A = \Delta A + m_p \cdot g = 46 + 29 \cdot 9,81 = 357 \text{ Н}$$

Розраховуємо реакції опор за схемою:

Для визначення реакції в підшипникових опорах складемо рівняння моментів сил відносно точок опор.

R_A и R_B – реакції в опорах А та В.

Розміри вала: $l_1 = 140$ мм; $l_2 = 155$ мм;

$$\Sigma M_A = R \cdot l_1 - R_B \cdot l_2 = 0; \quad (2.24)$$

$$R_B = \frac{R \cdot l_1}{l_2} = \frac{333 \cdot 140}{155} = 301 \text{ (Н)} \quad (2.25)$$

$$\Sigma M_B = R \cdot (l_1 + l_2) - R_A \cdot l_2 = 0; \quad (2.26)$$

$$R_A = \frac{R \cdot (l_1 + l_2)}{l_2} = \frac{334 \cdot (140 + 155)}{155} = 498 \text{ (Н)} \quad (2.27)$$

Перевірка

$$\Sigma F = 0;$$

$$R - R_A + R_B = 0;$$

$$301 - 498 + 197 = 0$$

Умова виконується.

					131.05BP.000.00 ПЗ	Лист
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

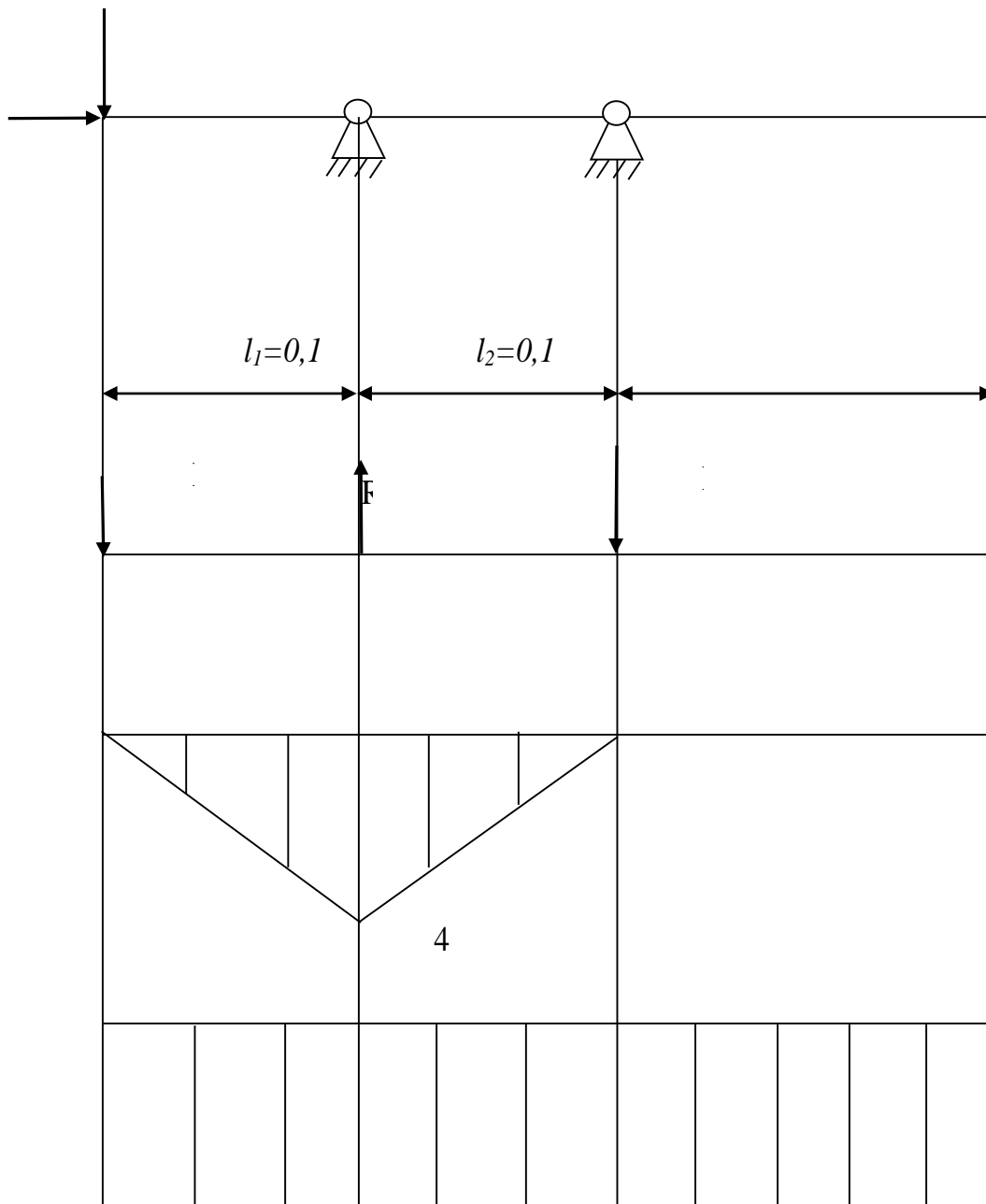


Рис. 2.3. - Приблизний розрахунок вала

2.6 Вибір підшипників

1. Підбираємо підшипники по більш навантаженій опорі А.

Попередньо обираємо радіально-упорні кулькові підшипники 309: $d=30$ мм, $D=62$ мм, $B=16$ мм, $C=18,2$ кН, $C_0=13,3$ кН.

Еквівалентне навантаження знаходимо за формулою:

$$P = (XVR_A + YA)k_\sigma k_m \quad (2.28)$$

$V=1,45$ – коефіцієнт для обертання внутрішнього кільця;

$X=1$ – коефіцієнт вибраний за табл. 9.18 [2 стр. 212];

$k_\sigma=1,4$ – коефіцієнт вибраний із табл. 9.19 [2, стр. 214];

$k_m=1,35$ – коефіцієнт вибраний із табл. 9.20 [2 стр. 214];

$$P_E = (1 \cdot 1 \cdot 522 + 1,45 \cdot 339) \cdot 1,4 \cdot 1,35 = 1916 (H)$$

2. Розрахункова довговічність в млн. об. знаходиться за формулою:

$$L = \left(\frac{C}{P} \right)^{10/3} \quad (2.29)$$

$$L = \left(\frac{18200}{2033} \right)^{10/3} = 1922 (\text{млн.об})$$

3. Визначаємо довговічність підшипника в год.:

$$L_n = \frac{10^6 L}{60n} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P} \right)^p \quad (2.30)$$

$$L_n = \frac{10^6}{60 \cdot 1301} \cdot 1922 = 19066 \text{ год}$$

					131.05BP.000.00 ПЗ	Лист
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.7 Розрахунок вала на міцність

1. Крутний момент у попеченому перетині $M = 41(\text{Н} \cdot \text{м})$. Діаметр вала рівний $d=25$ мм. Діаметр підшипниками $d_{\text{п}}=30$ мм.

2. Перетин А-А. У цьому перетині концентрацію напружень викликає наявність пази для шпонки.

Коефіцієнт запасу міцності:

$$s = s_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} \tau_v + \psi_{\tau} \tau_m} \quad (2.31)$$

Де амплітуда та середнє напруження від нульового циклу

$$\tau_v = \tau_m = \frac{\tau_{\max}}{2} = \frac{M}{2W_k} \quad (2.32)$$

При $d=25$ мм, $b=8$ мм, $t_1=4$ мм.

$$W_k = \frac{\pi d^3}{16} - \frac{bt_1(d-t_1)^2}{2d} \quad (2.33)$$

$$W_k = \frac{3,14 \cdot 25^3}{16} - \frac{8 \cdot 4(25-4)^2}{2 \cdot 25} = 2786(\text{мм}^3)$$

Тоді розраховуємо підставляючи дані у 7.2:

$$\tau_v = \tau_m = \frac{41 \cdot 10^3}{2 \cdot 2811} = 7,1(\text{МПа})$$

Приймаємо $k_{\tau}=1,68$, $\varepsilon_{\tau}=0,76$ та $\psi_{\tau}=0,1$. Розраховуємо:

$$s = s_{\tau} = \frac{181}{\frac{1,71}{0,81} \cdot 7,1 + 0,12 \cdot 7,1} = 9,8;$$
$$9,8 \text{ [S]}$$

Так як $[s]=2,5$, то умова виконується.

2.8 Перевірка міцності шпонкового з'єднання

					131.05BP.000.00 ПЗ	Лист
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

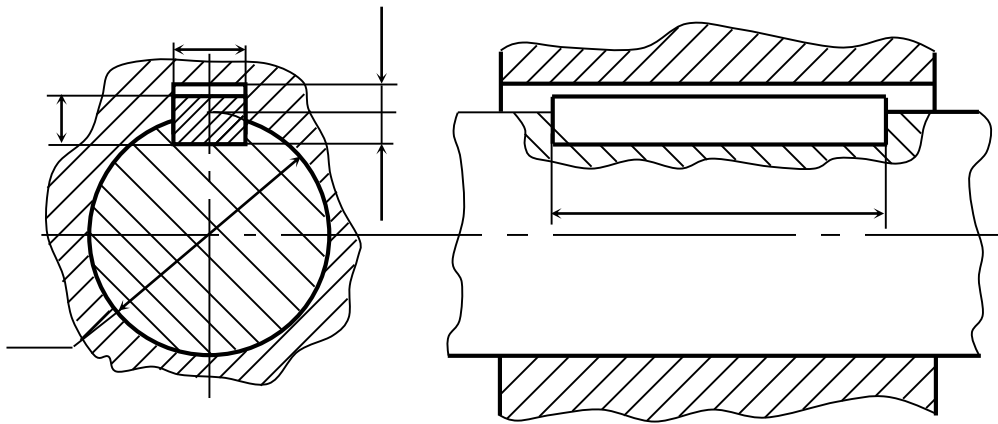


Рис. 2.4. - Схема шпоночного з'єднання

1. Перевіряємо на міцність шпонку розміщену під робочим колесом. У цьому місці діаметр вала рівний $d=25$ мм, переріз та довжина шпонки $b \times h \times l=8 \times 7 \times 50$, глибина паза $t_2=4$ мм, $t_1=3,3$.

2. Момент на валу буде рівним:

$$M = \frac{N}{\omega} \quad (2.34)$$

$$M = 41(\text{Н} \cdot \text{м})$$

3. Напруження зминання:

$$\sigma_{см} = \frac{2M}{d(h-t_1)(l-b)} \quad (2.35)$$

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot 41 \cdot 10^3}{26(8-5) \cdot (45-6)} = 19,7(\text{МПа})$$

Допустиме напруження зминання при сталій маточині рівне 100-120 МПа, тому умова $\sigma_{см} \leq [\sigma_{см}]$ виконується.

2.9 Вибір муфт

Для з'єднання вала насоса з проміжним валом вибираємо муфту пружну втулково-пальцеву МУВП-200-25-1.1-25-1.1-УЗ ГОСТ 21424-84.

Оскільки момент, що передається муфтою $T = 31 \text{ Н}\cdot\text{м}$ не перевищує допустимий $[T] = 200 \text{ Н}\cdot\text{м}$, перевірочний розрахунок муфти не виконуємо.

Для з'єднання вала приводного електродвигуна з проміжним валом вибираємо муфту пружну втулково-пальцеву МУВП-200-25-1.1-30-1.1-УЗ ГОСТ 21424-84.

Оскільки момент, що передається муфтою $T = 31 \text{ Н}\cdot\text{м}$ не перевищує допустимий $[T] = 200 \text{ Н}\cdot\text{м}$, перевірочний розрахунок муфти не виконуємо.

					131.05BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						22
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

6 Розділ з охорони праці

Розрахунок природної і штучної вентиляції. Принцип її улаштування

Вентиляція у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) - це заміна повітря у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) зовнішнім чистим повітрям з метою створення у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) сприятливого для здоров'я людей середовища у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

На підприємствах торгівлі вентиляція у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) призначена для видалення з торгових залів, виробничих, складських та інших приміщень теплонадлишків у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), шкідливих газів, парів і пилу у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), а також подачі у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) чистого повітря та створення потрібних мікрокліматичних умов у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

Вентиляція поділяється:

за способом повітрообміну у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) на:

- природну у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства);
- примусову у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства);

					131.05BP.000.00 ПЗ	Лист
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- змішану у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства);

за характером дії у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) на:

- припливну у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства);

- витяжну у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства);

за місцем дії у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) на:

- загальнообмінну у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства);

- змішану у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства);

за призначенням у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) на:

- робочу у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства);

- аварійну у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

Природна вентиляція у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) здійснюється за рахунок різниці питомої ваги повітря зовні у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) та всередині приміщень.

Природну вентиляцію у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) називають аерацією, якщо є

					131.05BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						24
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

можливість регулювати повітрообмін у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) із застосуванням вікон, фрамуг у верхніх світлових ліхтарях у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства). Площа віконних прорізів у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), що відчиняються, має складати не менше 20% загальної площі світлових прорізів у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) в боковому заскленні.

Якщо повітрообмін у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) відбувається через випадкові і нерегульовані отвори у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) (нещільності в огорожувальних конструкціях), то таке природне провітрювання у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) називають інфільтрацією.

Природну вентиляцію у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) можна підсилити, якщо на даху будівлі у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), над витяжними трубами чи каналами у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) встановити дефлектори, в яких під дією вітру у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) створюється розрідження, яке сприяє витягуванню повітря у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

Допускається передбачати природну вентиляцію у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) в магазинах з торговельною площею до 250 м².

Природна вентиляція у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) може застосовуватися в

					131.05BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						25
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

приміщеннях з об'ємом на кожного працівника більше 40 м³ у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) за наявності вікон чи вікон та ліхтарів у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) і за відсутності виділення шкідливих речовин і речовин у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), які неприємно пахнуть. У приміщеннях комор передбачається природно-витяжна вентиляція у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) з роздільними каналами.

У виробничих, складських та інших приміщеннях, де природна вентиляція у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) не забезпечує потрібні санітарно-гігієнічні умови у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), влаштовують примусову вентиляцію у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) із використанням вентиляторних установок у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

Примусова вентиляція у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) поділяється на:

- припливну у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства);
- витяжну у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства);
- припливно-витяжну у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

Припливна вентиляція у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) забезпечується шляхом нагнітання у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) чистого повітря.

					131.05BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						26
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Витяжна у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) – шляхом створення у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) в них невеликого розрідження у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

Припливно-витяжна у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) – шляхом сумісної роботи у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) припливних і витяжних вентиляторних установок у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

Провітрювання приміщень у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) за рахунок роботи вентиляторів і природного повітрообміну у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) називають змішаною вентиляцією у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

На підприємствах у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) використовується в основному загальнообмінна припливно-витяжна вентиляція у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), яка забезпечує провітрювання всього об'єму приміщень у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

В приміщеннях магазинів з торговельною площею 400 м² і більше об'єм витяжки у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) повинен бути повністю компенсований припливом повітря у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства). У магазинах у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) з окремими залами продажу

					131.05BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						27
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

продовольчих і непродовольчих товарів у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) передбачається роздільна для кожного залу система припливно-витяжної вентиляції у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства). Роздільні системи вентиляції у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) передбачають для підприємства торгівлі та його структурних секцій у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства)– кафетерію, кондитерського цеху у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

Припливно-витяжна вентиляція у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) повинна забезпечувати безперервний повітрообмін у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) у місцях зберігання рідин, які легко загоряються, лаків, фарб і товарів побутової хімії у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

На підприємствах у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) громадського харчування припливно-витяжна вентиляція у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) застосовується в холодний період року у всіх виробничих приміщеннях у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства). У теплий період року приплив повітря у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) в них може здійснюватися природним шляхом у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

В залах їдалень у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) передбачається перевищення приплив

					131.05BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						28
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

повітря над витяжкою у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), а в гарячих цехах, приміщеннях для випікання кондитерських виробів і приміщеннях для миття у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) – перевищення витяжки над припливом у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства). Завдяки такому влаштуванню припливно-витяжної вентиляції у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) виключається потрапляння з виробничих приміщень в зали їдалень шкідливих речовин у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), тепла і вологого повітря у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

В гарячих цехах у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), приміщеннях для випікання кондитерських виробів у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) припливне повітря повинно надходити в робочу зону у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) (для обдування тіла працівників), в інших приміщеннях – вище робочої зони у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), тобто вище 2 м над рівнем підлоги у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

Кількість повітря у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), яке необхідно подавати в приміщення для забезпечення потрібних параметрів повітряного середовища у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), визначається розрахунком у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства). Якщо у виробничих приміщеннях немає шкідливих виділень у виробничому або іншого типу приміщенні

					131.05BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						29
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), то кількість повітря у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), яке подається на кожного з працівників у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), має бути не меншою.

За відсутності у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) природної вентиляції затрати повітря у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) на одного працівника повинні бути не менше 60 м³/год у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

Повітрообмін у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) в торгових залах продовольчих, універсальних і непродовольчих магазинів у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) площею не більше 250 м² визначають розрахунком у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства). В торгові зали магазинів у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) подається зовнішнє повітря у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) з розрахунку не менше 20 м³/год на одну людину у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

Роботи у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), пов'язані з застосуванням і виділенням надзвичайно небезпечних і високонебезпечних шкідливих речовин у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) виконують у витяжних шафах у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

					131.05BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						30
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Для захисту працівників у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) від перегрівання поблизу джерел значного виділення тепла у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) влаштовують повітряні душі у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства): подають в робочу зону у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) через розподільні пристрої чисте повітря з певними значеннями температури і відносної вологості у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

Згідно з чинними правилами у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), системи місцевої та загальнообмінної вентиляції у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) повинні бути роздільними.

Приміщення, в яких можливе раптове надходження шкідливих речовин у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) у великих кількостях (окрім пилу), обладнують системами витяжної аварійної вентиляції у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), яка забезпечує восьмикратний повітрообмін у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

У машинних, апаратних і кондитерських відділеннях у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) аміачних холодильних установок у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) аварійна вентиляція повинна забезпечувати не менше, ніж восьмикратний обмін повітря у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) впродовж кожної години (без урахування продуктивності постійної робочої витяжної вентиляції).

					131.05ВР.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						31
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Повітря, яке надходить у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), очищується від пилу за допомогою фільтрів у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) і в холодний період у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) року підігрівається. Повітря, яке видаляється у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), має очищатися у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) за допомогою фільтрів у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) від пилу та шкідливих речовин.

Очистка повітря у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), яке містить горючий пил та інші горючі відходи у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), здійснюється до надходження його у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) у витяжний вентилятор за допомогою гідросульфідів у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), сухих фільтрів у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), циклонів та інших засобів у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

Температура повітря у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), яке подається в робочу зону у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), повинна бути в холодний період року у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) не вища $+25^{\circ}\text{C}$ і у виробничому або іншого типу приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) не нижча $+16^{\circ}\text{C}$.

					131.05BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						32
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

7 Економічний розділ

Типи виробництв та їх техніко-економічна характеристика

Під типом (видом) промислового та іншого типу виробництва слід розуміти певну визначену сукупність усіх його організаційних, технічних та економічних особливостей, тобто певну його комплексну характеристику організації технологічного процесу і технічного рівня промислового та іншого типу підприємства, обумовлену зазвичай ступенем його виробничої спеціалізації, складністю та стійкістю (постійністю) товарної номенклатури продуктів виробництва, розмірами (максимальними) і повторюваністю випуску промислових виробів цього виробництва, а також масштабами (розмірами) цього виробництва.

На вибір конкретного типу (виду) промислового виробництва випивають такі основні фактори:

- номенклатура промислових виробів, що випускаються на даному конкретному промисловому виробництві;
- обсяг випуску промислової продукції, що випускаються на даному конкретному промисловому виробництві;
- ступінь сталості (постійності) товарної номенклатури (переліку товарів) цього підприємства, що випускаються на даному конкретному промисловому виробництві;
- характер завантаження технологічних робочих місць на даному конкретному промисловому виробництві.

Залежно від прийнятого рівня концентрації виробничих потужностей і спеціалізації технологічних процесів розрізняють три основні типи промислового виробництва:

- одиничне виробництво;
- серійне виробництво;
- масове виробництво.

Тип виробництва на конкретному промисловому підприємстві визначається типом технологічного виробництва провідного цеху підприємства, а тип промислового

					131.05BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						33
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

виробництва цього конкретного цеху - характеристикою виробничої ділянки, де виконуються найвідповідальніші технологічні операції і зосереджена основна (головна) частина від усіх виробничих фондів цього підприємства. Віднесення конкретного підприємства до того чи іншого конкретного типу промислового виробництва носить досить умовний характер, оскільки на конкретному підприємстві і навіть в конкретних окремих цехах цього конкретного підприємства може мати місце різноманітне сполучення різних типів промислового чи іншого типу виробництва.

Одиничне промислове виробництво зазвичай характеризується широкою номенклатурою (кількістю) виготовлених промислових виробів, малим обсягом їх випуску упродовж календарного року, виконанням на кожному конкретному робочому місці працівника різноманітних технологічних операцій.

У серійному промисловому виробництві зазвичай виготовляється обмежена номенклатура (кількість, різноманітність) промислових виробів невеликими окремими партіями. За одним технологічним робочим місцем, як правило, закріплено виконання лише кількох окремих технологічних операцій.

Масове промислове виробництво зазвичай характеризується дуже вузькою номенклатурою (різноманітністю) і досить великим обсягом випуску промислових виробів, безперервно виготовлюваних протягом визначеного тривалого часу на вузькоспеціалізованих за технологією робочих місцях у даному виробництві.

Тип промислового виробництва значною мірою впливає на усі особливості його організації, на його економічні показники функціонування промислового підприємства, на повну структуру собівартості виготовлюваної промислової та іншого типу продукції, на максимальний рівень оснащеності промислового та іншого типу виробництва тощо.

Ефективність і основні техніко-економічні кількісні показники виробничого чи іншого типу процесу значною мірою залежать від його організації в часі (впродовж календарного року). Одним з таких головних та важливих показників є максимальна тривалість технологічного виробничого циклу, від якої значною мірою залежить повний обсяг незавершеного промислового виробництва та основних напівфабрикатів, вартість яких повністю входить до обігових коштів підприємства. В той же самий час тривалість

					131.05BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						34
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

технологічного виробничого циклу значною мірою впливає на оборотність обігових коштів підприємства: чим коротший є цей цикл, тим менше потрібно залучення оборотних коштів підприємства.

Виробничий цикл на підприємстві — це такий календарний період часу, протягом якого основний або допоміжний матеріал, заготівля чи інший оброблюваний на даному підприємстві предмет проходить всі основні визначені технологічні операції виробничого процесу на підприємстві чи визначеної його частини і відповідно перетворюється на готову до випуску продукцію підприємства. Він зазвичай обчислюється в календарних днях календарного року, а при досить низькій трудомісткості технологічного виробу - у годинах доби.

Одиничне промислове виробництво зазвичай характеризується досить малим обсягом випуску однакових типів (видів) промислових виробів, повторне промислове виготовлення і ремонт яких, як правило, на даному підприємстві не передбачаються. Коефіцієнт закріплення технологічних операцій для одиничного типу промислового виробництва звичайно вище від 40.

Серійне промислове виробництво зазвичай характеризується виготовленням чи ремонтом промислових виробів періодично повторюваними на даному підприємстві партіями виробів. Залежно від кількості промислових виробів у цій партії чи цій серії і максимального значення коефіцієнта закріплення технологічних операцій зазвичай розрізняють дрібносерійне виробництво, середньосерійне виробництво і багатосерійне виробництво. Для дрібносерійного промислового типу виробництва коефіцієнт закріплення операцій становить від 21 до 40 (включно), для середнесерійного типу промислового виробництва - від 11 до 20 (включно), для великосерійного типу промислового виробництва - від 1 до 10 (включно).

Масове промислове виробництво зазвичай характеризується досить великим обсягом випуску промислових та іншого типу виробів, які безперервно виготовляються на підприємстві або ремонтуються досить тривалий час, протягом якого на більшості технологічних робочих місць на підприємстві виконується лише одна технологічна

					131.05BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						35
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

робоча операція. При цьому коефіцієнт закріплення операцій для масового типу промислового виробництва зазвичай приймається рівним 1.

Розглянемо основні техніко-економічні характеристики для кожного з наведених вище типів промислового виробництва.

Одиничне і дуже близький до нього дрібносерійне виробництва зазвичай характеризуються виготовленням промислових та іншого типу деталей великої номенклатури (різноманітності) на технологічних робочих місцях підприємства, що не мають якоїсь певної технологічної спеціалізації виробництва. Це виробництво за таких умов має бути достатньо гнучким і добре пристосованим до виконання різних за своїм типом виробничих комерційних замовлень.

Технологічні виробничі процеси в умовах одиничного типу промислового виробництва розробляються укрупнено у вигляді маршрутних карт на технологічну обробку промислових деталей по кожному конкретному замовленню на підприємстві; виробничі ділянки зазвичай оснащуються універсальним технологічним обладнанням і технологічним оснащенням, які зазвичай забезпечують виготовлення промислових деталей досить широкої номенклатури (різноманітності). Велика розмаїтість технологічних робіт, які при цьому доводиться виконувати багатьом промисловим робітникам (працівникам), вимагає від них володіння різними професійними навичками, тому на технологічних операціях на підприємстві зазвичай використовуються робітники-універсали досить високої робочої кваліфікації. На багатьох технологічних ділянках підприємства, особливо в дослідному типі промислового виробництва, практикується поєднання різних професій у одній особі.

Організація промислового виробництва в умовах одиничного типу виробництва має свої значні особливості. Через розмаїття промислових деталей, порядку і способів технології їх обробки на підприємстві виробничі технологічні ділянки зазвичай будуються за визначеним технологічним принципом з розстановкою технологічного обладнання за однорідними групами на підприємстві. При такій визначеній організації промислового виробництва промислові деталі в процесі їхнього виготовлення проходять через різні технологічні ділянки на виробництві. Саме тому під час передачі їх на кожному

					131.05BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						36
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

наступну технологічну операцію (ділянку) обов'язково необхідно ретельно опрацювати питання технічного контролю якості обробки деталей, транспортування виробів, визначення робочих місць для подальшого виконання наступної технологічної операції на підприємстві.

Особливості проведення оперативного планування і управління на підприємстві полягають у обов'язкових своєчасних комплектації та виконанні замовлень замовників, ретельному контролю за просуванням кожної окремої промислової деталі за технологічними операціями на підприємстві, забезпеченні розрахованої планомірної промислового завантаження технологічних ділянок і робочих місць на виробництві. Досить великі труднощі зазвичай виникають в організації на підприємстві матеріально-технічного та іншого типів постачання. Широка номенклатура промислової та іншого типу продукції, що виготовляється на підприємстві, застосування укрупнених технологічних норм витрати основних та допоміжних матеріалів створюють значні труднощі в безперебійному постачанні матеріалів та деталей, через що на промислових підприємствах швидко накопичуються досить великі запаси основних та допоміжних матеріалів, а це обов'язково веде, у свою чергу, до омертвіння оборотних коштів підприємства (організації, установи).

Особливості такої організації одиничного типу промислового виробництва обов'язково позначаються на його економічних показниках. Для промислових підприємств з переважанням одиничного типу промислового виробництва зазвичай характерні відносно висока трудомісткість промислових виробів і великий обсяг незавершеного промислового виробництва внаслідок досить тривалого пролежування промислових та іншого типу деталей між технологічними операціями на підприємстві. Структура собівартості цих промислових виробів відрізняється досить високою часткою грошових витрат на заробітну плату працівників (робітників). Ця частка витрат, як правило, становить на промисловому підприємстві 20-25%.

Основні принципові можливості для поліпшення техніко-економічних та іншого типу показників одиничного типу промислового виробництва зазвичай пов'язані з наближенням його по визначеному техніко-організаційному рівню до серійного типу.

					131.05BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						37
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Застосування головним чином серійних методів промислового виробництва зазвичай можливе при значному звуженні номенклатури (різноманітності) виготовлених промислових та іншого типу деталей загальномашинобудівного застосування, уніфікації промислових деталей і складальних вузлів, що зазвичай дозволяє швидко перейти до організації предметних промислових технологічних ділянок; швидкому розширенні конструктивної та іншого типу наступності для збільшення партій запуску промислових деталей; швидкому та ефективному групуванні близьких по конструкції і порядку виготовлення промислових та іншого типу деталей для скорочення виробничого часу на підготовку промислового виробництва та швидкого поліпшення використання технологічного устаткування на підприємстві.

Серійне промислове виробництво зазвичай характеризується виготовленням досить обмеженої номенклатури (різноманітності) промислових деталей невеликими партіями, що потім повторюються через певні визначені проміжки часу. Усе це зазвичай дозволяє підприємству використовувати поряд з універсальним промисловим устаткуванням спеціальне технологічне обладнання. Під час проектування технологічних виробничих процесів зазвичай передбачають певний порядок виконання й технологічного оснащення для кожної технологічної операції на промисловому виробництві.

Для організації серійного типу промислового виробництва зазвичай характерні такі основні риси. Цехи підприємства, як правило, мають у своєму складі предметно-замкнуті технологічні ділянки, промислове устаткування на яких зазвичай розставляються по ходу прийнятого до виконання типового технологічного процесу на підприємстві. В результаті цього на підприємстві часто виникають порівняно прості та зрозумілі зв'язки між робітниками місцями і часто створюються необхідні передумови для організації прямого типу (виду) переміщення промислових деталей у технологічному процесі їх виготовлення на підприємстві.

Предметна спеціалізація технологічних ділянок на підприємстві зазвичай робить доцільною обробку лише партії промислових деталей паралельно на декількох технологічних верстатах на підприємстві, що зазвичай виконують наступні один за одним

					131.05BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						38
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

технологічні операції. Тому як тільки на попередній технологічній операції закінчується процес обробки декількох перших деталей із партії, вони одразу ж передаються на наступну технологічну операцію до повного закінчення обробки всієї партії деталей на підприємстві. Таким чином, в умовах серійного типу промислового виробництва зазвичай стає можливою паралельно-послідовна організація технологічного виробничого процесу на підприємстві. Ця особливість є притаманною лише йому.

Застосування на підприємстві тієї або іншої форми організації виробництва в умовах серійного типу промислового виробництва зазвичай залежить від трудомісткості робочого процесу і визначеного обсягу випуску закріплених за технологічною ділянкою промислових виробів. Так, досить великі, трудомісткі та важкі і габаритні деталі, виготовлені у досить великій кількості і зазвичай мають досить подібний технологічний процес їхнього виготовлення на виробництві, зазвичай закріплюють за лише однією технологічною ділянкою з обов'язковою організацією на ньому перемінно-потокового типу промислового виробництва. Деталі ж середніх розмірів та ваги, зазвичай багатоопераційні і менш трудомісткі у виготовленні на підприємстві зазвичай об'єднують в невеликі партії. Якщо ж запуск їх у промислове виробництво регулярно повторюється, то тоді організуються технологічні ділянки для проведенні групової обробки деталей на підприємстві.

Дрібні, малотрудомісткі деталі, які мають невелику вагу, наприклад нормалізовані шпильки, болти, гвинти та інші кріпильні деталі зазвичай закріплюють за одним спеціалізованим технологічною ділянкою на підприємстві. У цьому ж випадку стає можлива організація прямоточного типу промислового виробництва.

Для промислових підприємств серійного типу виробництва зазвичай характерні значно менші, ніж в одиничному типі виробництва, трудомісткість продукції і собівартість виготовлення промислових виробів на підприємстві. У серійному типі промислового виробництва, в порівнянні з одиничним типом виробництва, промислові вироби зазвичай обробляються зі значно меншими перервами у часі, що значною мірою знижує встановлені обсяги незавершеного промислового виробництва.

					131.05BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						39
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

З прийнятої точки зору організації основним наявним резервом для зростання продуктивності праці робітників в серійному типі промислового виробництва зазвичай є впровадження різноманітних методів потокового типу промислового виробництва на підприємстві.

Масове промислове виробництво зазвичай відрізняється найбільшим ступенем спеціалізації і часто характеризується виготовленням досить обмеженої за кількістю номенклатури промислових деталей у досить великих кількостях на підприємстві. Цехи для впровадження масового промислового виробництва зазвичай оснащуються найбільш досконалим промисловим устаткуванням, що швидко дозволяє майже повністю автоматизувати процес технологічного виготовлення промислових деталей на підприємстві. Досить великого поширення останнім часом набули тут автоматичні поточкові технологічні лінії на промисловому підприємстві. Технологічні виробничі процеси із механічної обробки зазвичай розробляються тут більш ретельно, по окремих переходах та операціях. За кожним конкретним оброблювальним верстатом закріплюється відносно невелика визначена заздалегідь кількість технологічних операцій, що швидко забезпечує найбільш повне повноцінне завантаження робочих місць на підприємстві. Промислове устаткування зазвичай розташовується ланцюжком на території цеху по ходу технологічного процесу виготовлення окремих промислових деталей. Робочі (робітники, працівники, персонал) зазвичай спеціалізуються на виконанні лише однієї-двох технологічних операцій. Готові деталі з однієї технологічної операції на іншу операцію передаються лише поштучно конвейерами. В умовах проведення масового типу промислового виробництва значно зростає значення організації міжопераційного транспортування у рамках виробництва, технічного та іншого типу обслуговування технологічних робочих місць на виробництві. Постійний пильний контроль за станом ріжучого та іншого типу інструменту, технологічних пристосувань, виробничого обладнання - одна з необхідних умов для швидкого забезпечення безперервності технологічного процесу промислового виробництва, без якого обов'язково неминуче порушується встановлена заздалегідь ритмічність роботи на технологічних ділянках і в виробничих цехах підприємства.

					131.05BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						40
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Необхідність обов'язкової підтримки заданого заздалегідь ритму у всіх ланках промислового виробництва часто стає відмітною особливістю організації технологічних процесів при масовому типі промислового виробництва.

Масове промислове виробництво зазвичай забезпечує найбільш повне використання промислового обладнання, достатньо високий загальний рівень продуктивності праці працівників (робітників, персоналу), найнижчу собівартість виготовлення промислової продукції на підприємстві.

					131.05BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						41
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Список використаної літератури

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

					131.05BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						42
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		