

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

Анучін Артем Ігорович

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

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 насосу для перекачування забруднених рідин на параметри: подача $65 \text{ м}^3/\text{год}$, напір – 65 м, частота обертання – 1500 об/хв, густина рідини – 1075 кг/м^3 .

Відповідно до поставленої мети було:

- обґрунтовано вибір конструктивної схеми насоса;
- виконано опис конструкції;
- виконано гідравлічні розрахунки;
- виконано розрахунки на міцність: вала, шпонкових з'єднань;
- вибрана з'єднувальна муфта.

У розділі з економіки розглянуто виробничий процес та його структуру.

У розділі із охорони праці розглянуто Нормування і розрахунок природного і штучного освітлень

Ключові слова: ВІЛЬНОВИХРОВИЙ НАСОС, РОБОЧЕ КОЛЕСО, ЧАСТОТА ОБЕРТАННЯ, ТИСК.

1 Опис конструкції вибраного насоса

Вступ

Агрегати насосні вільновихрові напівзанурювані фекальні призначені для перекачування рідкого 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 застосовуватися для гідротранспорту кормів, жому, різних відходів в сільському господарстві, 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.

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

Табл.1.1

Найменування середовища	Показники середовища	Значення показника
Гній, вода з вмістом кормів, жому, різних відходів сільського господарства, паперової маси при їх гідротранспорті, каналізаційний шлам, різні рідини з вмістом волоконних включень	Температура, $K(^{\circ}C)$	353(80)
	не більше	
	Глибина забору рідини, м не більше	3,0
	Водородний показник, од. рН	6...8,5
	Густина, $\frac{кг}{м^3}$	1075
	не більше	

Найменування середовища	Показники середовища	Значення показника
При наявності в перекачуваному середовищі абразивних частинок	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 при відкачці, %, не менше	95

Надійність насосів в умовах і режимах, експлуатації, повинна відповідати значенням указаним в 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 срок служби до списання, років, не менше	6

2 Гідравлічні розрахунки

2.1 Розрахунок насосу

1. Визначаємо коефіцієнт швидкості насоса

$$n_s = \frac{3,65 \cdot n \sqrt{Q}}{H^{0,75}}$$
$$n_s = \frac{3,65 \cdot 1500 \sqrt{65}}{60 \cdot 65^{0,75}} = 83$$

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:

					131.02ВР.000.00 ПЗ	Лист
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

4. Розраховуємо абсолютні розміри робочого колеса насоса:

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

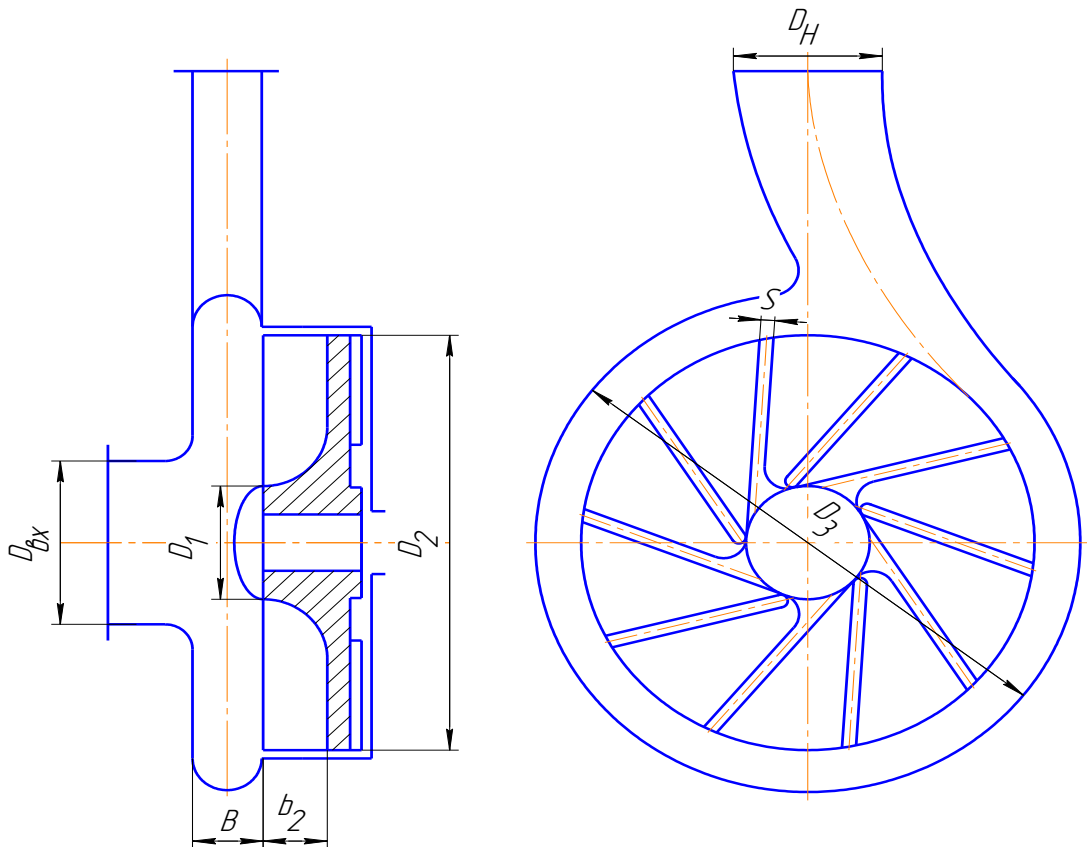


Рисунок 2.1 – Основні геометричні розміри проточної частини насоса

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:

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

					131.02BP.000.00 ПЗ	Лист
						9
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:

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

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

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

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

					131.02BP.000.00 ПЗ	Лист
						10
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.

					131.02ВР.000.00 ПЗ	Лист
						11
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 імпелері насоса

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

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

					131.02BP.000.00 ПЗ	Лист
						12
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.

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

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

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

7. Осьова сила, яка діятиме на ротор насоса:

$$\Delta A = A - T_n$$

$$\Delta A = 1288 - 1334 = 46 (Н).$$

2.3 Вибір кінцевого ущільнення

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

					131.02BP.000.00 ПЗ	Лист
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

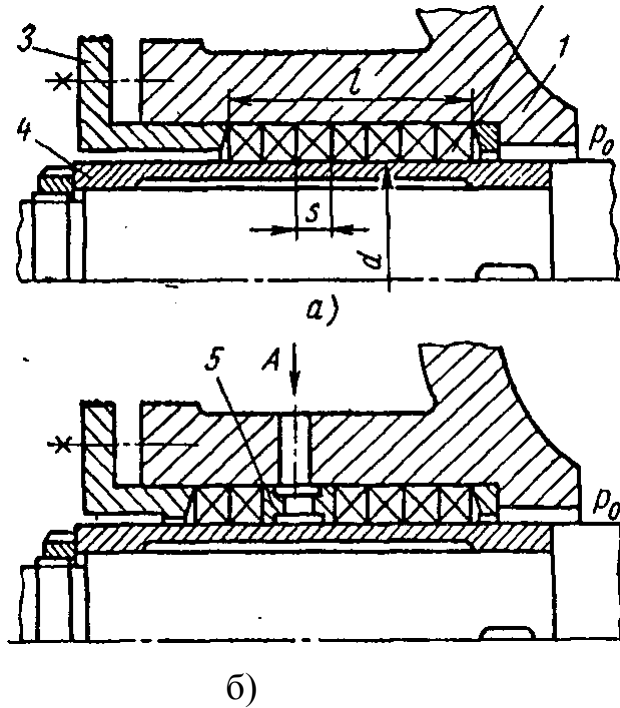


Рисунок 2.2 - Схема сальникового ущільнення насоса

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:

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

					131.02BP.000.00 ПЗ	Лист
						14
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: $R=333 \text{ Н}$.

					131.02ВР.000.00 ПЗ	Лист
						15
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.

					131.02BP.000.00 ПЗ	Лист
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

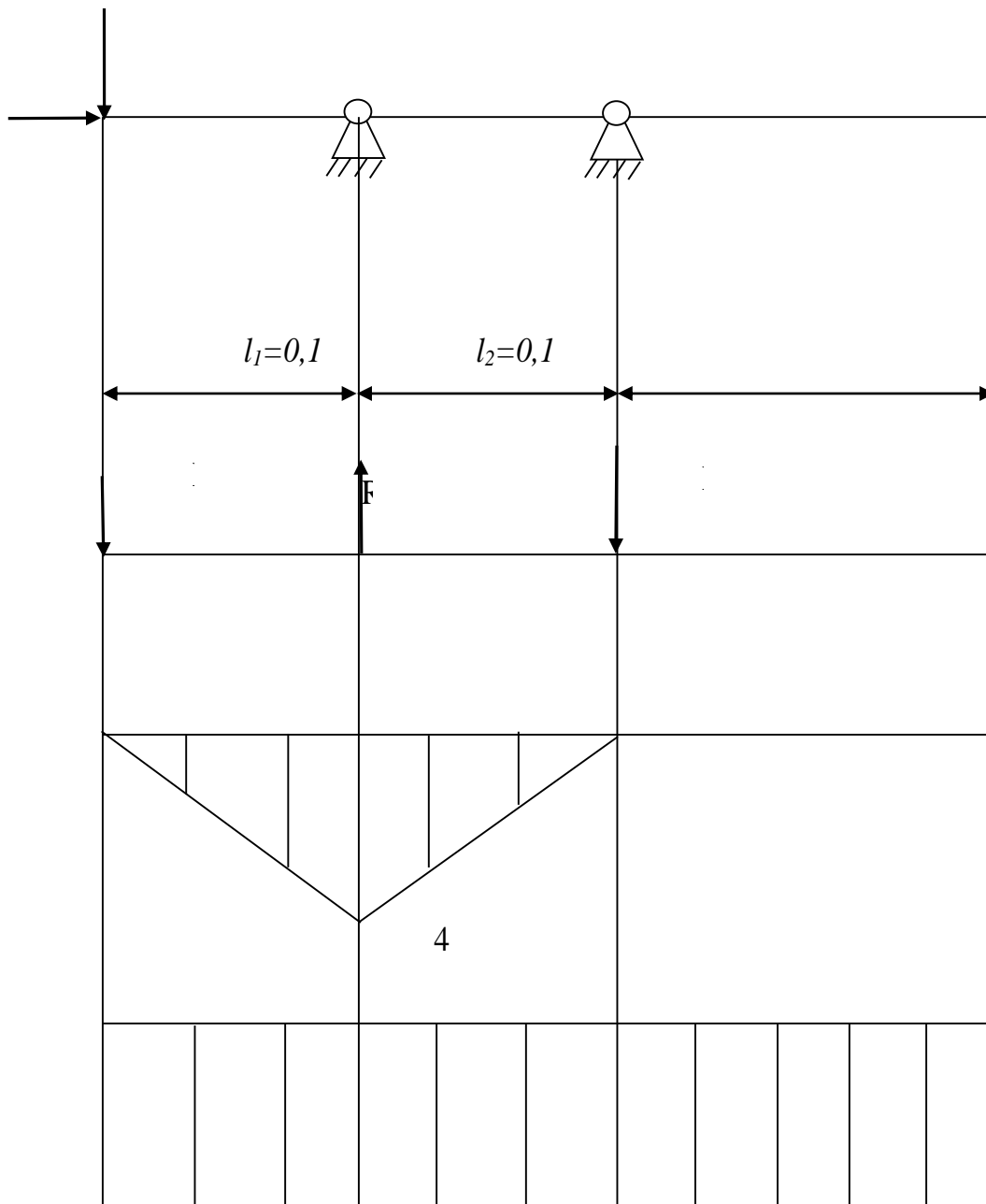


Рис. 2.3. - Приблизний розрахунок вала

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.:

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

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

					131.02BP.000.00 ПЗ	Лист
						18
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 пазу 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:

$$\tau_v = \tau_m = \frac{41 \cdot 10^3}{2 \cdot 2786} = 7,1(\text{МПа})$$

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

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

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

2.8 Перевірка міцності шпонкового з'єднання

					131.02ВР.000.00 ПЗ	Лист
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

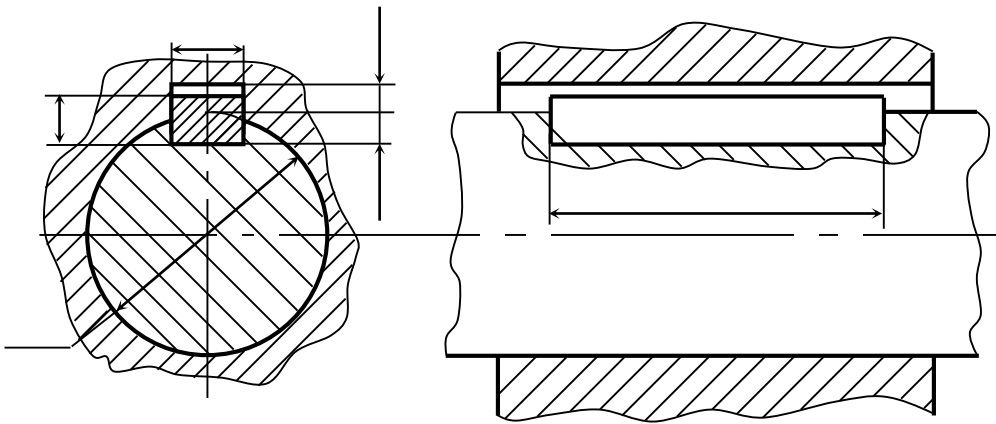


Рис. 2.4. - Схема шпоночного з'єднання

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.

					131.02ВР.000.00 ПЗ	Лист
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

					131.02BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						21
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

6 Розділ з охорони праці

Нормування і розрахунок природного і штучного освітлень

Природне і штучне освітлення у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) в приміщеннях регламентується нормами ДБН 11-4-79 залежно від характеристики зорової роботи у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), найменшого розміру об'єкта розрізнення, розряду зорової роботи (I-VIII), системи освітлення у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), характеристики фону у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), контрасту об'єкта у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) розрізнення з фоном.

Об'єкт розрізнення - це розглядуваний предмет у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), окрема його частина чи дефект, які потрібно розрізняти у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) в процесі роботи.

Оцінка природного освітлення у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) на виробництві внаслідок його змін залежно від часу доби, пори року й атмосферних умов проводиться у відносних показниках — за допомогою коефіцієнта природної освітленості у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) КПО (енIII) (як зазначалося раніше). Цей коефіцієнт і прийнято як нормовану величину у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства).

На значення КПО у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) впливають розмір і конфігурація приміщення, розміри і розташування світлоприймачів у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), відбивна здатність внутрішніх поверхонь приміщення та його затінюючих об'єктів у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства). Залежно від призначення приміщення і розташування в ньому світлопрорізів КПО у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) нормується від 0,1 до 10%. Норми природного освітлення у

					131.02ВР.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						22
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) приміщень встановлені окремо (табл. 1 ДБН П-4-79):

- при верхньому або верхньому і бічному освітленні у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства);
- при бічному освітленні у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), як при природному, так і при сполученому у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства). При односторонньому бічному освітленні у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) нормується мінімальне значення КПО (e_{min}) у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) на відстані 1 м від стіни, найбільш віддаленої від вікна у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), а при двосторонньому боковому у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) - в центрі приміщення.

У приміщеннях із верхнім чи комбінованим освітленням у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) нормується середнє значення КПО ($e_{пор}$) на робочій поверхні у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) (не ближче 1 м від стін). У побутових приміщеннях значення КПО у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) має бути не меншим, ніж 0,25%.

Значення КПО у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) для сполученого освітлення будинків у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), розташованих у III поясі світлового клімату країн СНД у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), становить від 0,2 до 3%.

Рівень природної освітленості у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) може знижуватися внаслідок забруднення застаклених поверхонь у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), що зменшує коефіцієнт пропускання у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), а забруднення стін і стель зменшує коефіцієнт відбиття у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства). Тому норми у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) передбачають очищення скла світлових отворів у виробничому

					131.02ВР.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						23
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

приміщенні організації (установи, підприємства) не рідше 2 разів на рік у приміщеннях із незначним виділенням пилу, диму і кіптяви та не менш ніж 4 рази на рік при значних забрудненнях у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства). Побілка і фарбування стель і стін у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) має проводитися не менше 1 разу на рік у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства).

Як відомо, світлові подразники у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) певних ділянок сонячного спектра викликають різні психологічні реакції у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства). Холодні тони в синьо-фіолетовій частині спектра у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) справляють пригнічу вальну, гальмівну дію на організм у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства); жовто-зелений колір у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) - заспокійливий; оранжево-червона частина спектра у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) збудливо, стимулююче впливає і підсилює відчуття тепла у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства). Ця властивість спектрального складу світла використовується у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) для створення світлового комфорту у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) при естетичному оформленні цехів у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), фарбуванні устаткування і стін у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства).

На підприємствах, де працівники у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) за характером і умовами роботи у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) чи географічних умов (північні райони) цілком або частково позбавлені природного світла у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), необхідно передбачати ультрафіолетову профілактику у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) джерелами УФ-випромінювання (еритемні лампи), що компенсують дефіцит природних УФ-випромінювань у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) і бактерицидно та

					131.02ВР.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						24
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

психоемоційно впливають на людину у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства). Профілактика "світлового" голодування у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) проводиться ультрафіолетовими випромінювальними установками у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) тривалої дії, які входять до системи загального штучного освітлення у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) та опромінюють працівників у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) УФ-потокм невеликої інтенсивності протягом усього часу роботи у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства). Використовуються у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) й ультрафіолетові випромінювальні установки короткочасної дії у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) - фотарії, у яких УФ-випромінювання у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) відбувається протягом кількох хвилин.

Інсоляція промислових будинків у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) через світлові отвори з великою площею застклення у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) значно підвищує природну освітленість приміщень у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), діє засліплююче за рахунок прямої або відбитої блискучості від сонячних променів у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), і для боротьби з надмірною інсоляцією у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) доводиться застосовувати сонцезахисні пристрої у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) стаціонарного чи регульованого типу — козирки, горизонтальні та вертикальні екрани у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), спеціальне озеленіння у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), прозорі жалюзі у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), штори та ін.

Штучне освітлення у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) має створювати достатню освітленість у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) на робочих місцях. Норми передбачають найменшу

					131.02BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						25
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

необхідну освітленість у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) робочих поверхонь виробничих приміщень Emin, лк, виходячи з умов зорової роботи у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства). Норми у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) носять загальний, міжгалузевий характер у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства). На їх основі у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) з урахуванням зорової роботи у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) розробляються галузеві норми для різних видів промисловості у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) (електронної, текстильної, машинобудівної та ін.). Норми ділять зорові роботи у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) на розряди та підрозряди з урахуванням найменшого розміру об'єкта розрізнення у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), значень контрасту об'єкта розрізнення у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) з фоном та характеристик фону у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства). Для робіт розрядів I-V норми освітленості у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) встановлюються залежно від системи загального чи комбінованого освітлення у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства). Для інших розрядів (Vв-VIIIв - робота, яка не потребує надзвичайної точності) у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) нормується освітленість у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) тільки системи загального освітлення у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства). Місцеве освітлення у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) при таких роботах у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) є недоцільним або неможливим (робота зі світними матеріалами у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), виробами в гарячих цехах у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), періодичне чи постійне спостереження у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) за ходом виробничого процесу у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), робота на складах у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства).

					131.02ВР.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						26
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Норми й якісні характеристики штучного освітлення у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) стосуються установок із газорозрядними джерелами світла у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства). У випадках застосування у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) ламп розжарювання встановлюються знижені значення освітленості у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства). Слід зазначити, що в ряді випадків ДБН передбачає як підвищення у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), так і зниження норм освітленості у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) залежно від характеру роботи у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства). Освітленість у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) підвищується не більш ніж на один ступінь у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) при безупинній зоровій роботі у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), підвищеній небезпеці травматизму у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), високих вимогах до продукції у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), що виготовляється, за відсутності або недостатності природного освітлення у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства). Знижується освітленість у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) при короткочасному перебуванні людей у приміщеннях і наявності устаткування у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), яке не потребує постійного нагляду у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства).

Основним завданням світлотехнічних розрахунків у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) є:

- при природному освітленні у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) — визначення необхідної площі світлових прорізів у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства);
- при штучному у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) - необхідної кількості світильників у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства);

					131.02ВР.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						27
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

підприємства) електричної освітлювальної установки у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства).

При природному бічному освітленні у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) розраховується необхідна площа світлових прорізів у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), м²; при верхньому освітленні у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) — площа світлових ліхтарів у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), м².

Для вибраних світлопрорізів у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) дійсні значення КПО у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) в різних точках усередині приміщення розраховують у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) із використанням графічного методу за ДБН П-4-79 за методом А.М. Данилюка.

Розрахунок штучного освітлення у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) можна проводити такими чотирма методами: крапковим у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), методом питомої потужності у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) (за таблицями питомої потужності) у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства), графічним і методом коефіцієнта використання світлового потоку у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства).

Графічний метод проф. А.А. Труханового дає найбільшу точність у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) при розрахунку освітлювальних установок у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) зі спрямованим світлом у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства). Розрахунок ведеться за номограмами.

Метод коефіцієнта використання світлового потоку у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) призначений для розрахунку загального рівномірного освітлення у виробничому приміщенні організації (установи, підприємства) горизонтальних поверхонь у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

					131.02ВР.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						28
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Кольорове оформлення у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства)

Рациональне колірне оформлення інтер'єру у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) - дієвий фактор поліпшення умов життєдіяльності людини у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства). Встановлено, що кольори у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) можуть впливати на людину по-різному у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства): одні кольори заспокоюють, а інші дратують.

Червоний колір у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) стимулює нервові центри, заряджає енергією печінку і м'язи, викликає у людини у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) умовний рефлекс, спрямований на самозахист у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства). Однак при тривалому впливі у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) може викликати втому у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) і почастішання серцебиття у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства). Червоний колір у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) протипоказаний при гіпертонії, запальних процесах, погано впливає він у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) і на яскраво-рудих людей у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства). Помаранчевий у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) сприймається людьми так само у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), як гарячий, він зігріває, бадьорить, стимулює у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) до активної діяльності у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

					131.02BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						29
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Жовтий і лимонний кольори у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) активізують рухові центри у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), генерують енергію м'язів у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), стимулюють і очищають печінку у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), розташовують до гарного настрою у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства). Протипоказані при підвищеній температурі тіла у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), перевозбудженні, запальних процесах і зорових галюцинаціях у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

Зелений колір у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) - спокою і свіжості у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), усуває спазми кровоносних судин у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) і знижує кров'яний тиск, заспокійливо діє на нервову систему у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), а в поєднанні з жовтим у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) благотворно впливає на настрій у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

Синій і блакитний кольори у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) свіжі і прозорі, здаються легкими, повітряними, мають протимікробну дію у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства). Під їх впливом у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) зменшується фізичне напруження у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), вони можуть регулювати ритм дихання у

					131.02BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						30
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), заспокоювати пульс у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства). Однак слід пам'ятати, що темно-синій колір у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) при тривалому впливі на людину у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) може викликати втому і депресію у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

Чорний колір у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) - похмурий і важкий, різко знижує настрій у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

Білий колір у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) - холодний, одноманітний, здатний викликати апатію у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

Різномічне емоційний вплив кольору у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) на людину дозволяє широко використовувати його у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) в гігієнічних цілях, тому при оформленні інтер'єру у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) виробничого приміщення колір використовують як композиційний засіб у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), що забезпечує гармонійну єдність приміщення і технологічного обладнання у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), як чинник, що створює оптимальні умови зорової роботи у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) і сприяє підвищенню працездатності у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства); як засіб інформації,

					131.02ВР.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						31
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

орієнтації та сигналізації для забезпечення безпеки праці у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

Підтримку раціональної колірної гами у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) досягається правильним вибором освітлювальних установок у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), що забезпечують необхідний світловий спектр у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства). У процесі експлуатації освітлювальних установок у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) необхідно передбачати регулярне очищення від забруднень у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) світильників і закслених прорізів у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), своєчасну заміну у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) відпрацювала свій термін лампи у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), контроль напруги живлення освітлювальної мережі у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), регулярну і раціональну забарвлення стін у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), стелі, обладнання у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

Терміни очищення світильників і скління у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) залежать від ступеня запиленості у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства); для приміщень з незначними виділеннями пилу у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) - два рази на рік; із значним виділенням пилу у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) - 4-12 разів на рік у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства). Для зручності та безпеки очищення освітлювальних установок у виробничому приміщенні організації

					131.02BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						32
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

(установи, виробничого або іншого типу підприємства) застосовують пересувні візки у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), телескопічні сходи у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства), підвісні люльки у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства). При висоті підвісу світильників до 5 м у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) допускається обслуговування їх з приставних сходів і драбин у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства). Очищати світильники у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства) слід при відключеному живленні у виробничому приміщенні організації (установи, виробничого або іншого типу підприємства).

					131.02BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						33
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

7 Економічний розділ

Виробничий процес та його структура

Виробничий процес – це така усталена сукупність взаємопов'язаних та взаємозалежних дій людей (працівників), основних та допоміжних засобів праці та природи, потрібних у межах виробничого процесу для виготовлення промислової продукції. Основними структурними елементами будь-якого виробничого процесу зазвичай є процес праці (фізичної або розумової) як свідома діяльність людини (працівника, робітника), основні та допоміжні предмети та засоби праці на виробництві.

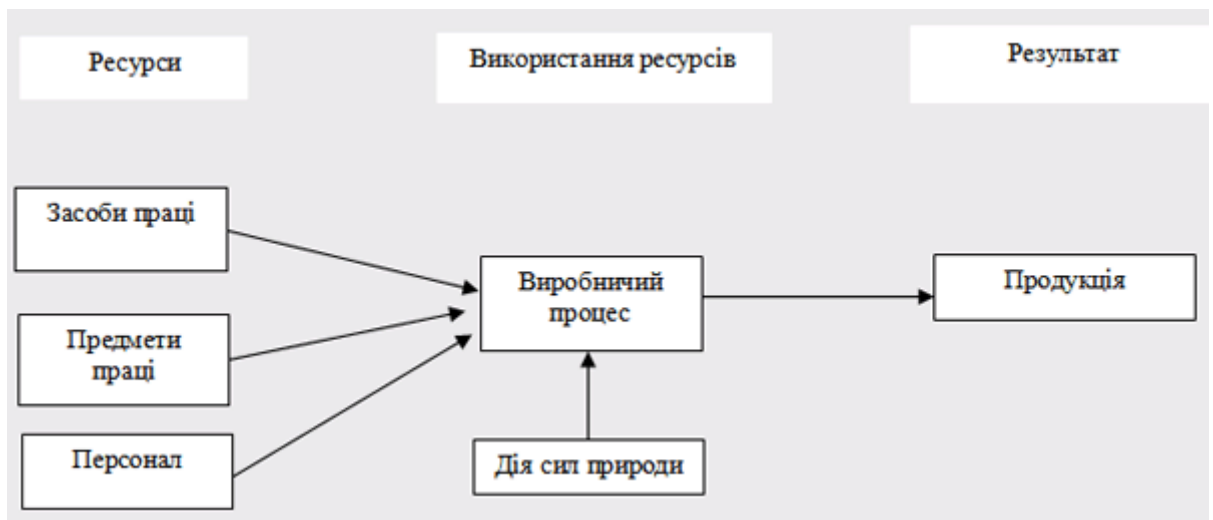


Рисунок 7.1 – Структурна схема виробничого процесу

Це ресурсні структурні складові промислового або іншого типу виробничого процесу, які зазвичай потребують певних визначених витрат грошових коштів. Поряд з цим у багатьох промислових виробництвах дуже часто використовуються різноманітні природні процеси та ефекти, які здійснюються переважно під впливом дії сил виключно природи (біологічні процеси, хімічні процеси у аграрних та аграрно-промислових типах виробництв, сушіння готової продукції, остигання готових деталей після проведення їхньої термічної технологічної обробки тощо). Природні процеси зазвичай потребують значних витрат часу, а ось витрат основних та допоміжних ресурсів — лише тільки у випадку необхідності їхньої штучної інтенсифікації.

					131.02BP.000.00 ПЗ	Лист
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Головною структурною складовою будь-якого промислового виробничого процесу завжди є певний технологічний процес — тобто сукупність певних дій по зміні та значенню дійсного стану предмета промислової праці. На промислових або іншого типу підприємствах завжди здійснюються у великій кількості різноманітні технологічні виробничі процеси. Їх зазвичай поділяють передусім за такими основними ознаками: призначення виробничого процесу, перебіг у часі виробничого процесу, автоматизації виробничого процесу.

За своїм призначенням промислові виробничі процеси зазвичай поділяються на такі: основні виробничі процеси, допоміжні виробничі процеси та обслуговуючі виробничі процеси.

Основні виробничі процеси — це такі виробничі процеси безпосереднього виготовлення основної промислової продукції промислового або іншого типу підприємства, яка визначає за своєю суттю його основний виробничий профіль, його головну промислову спеціалізацію і поступає на відкритий ринок як готовий для ужитку споживачем товар для його продажу. Всі технологічні процеси у ряді промислових виробництв зазвичай поділяються на наступні технологічні стадії виробничого процесу: обробну стадію виробничого процесу, випускну (складальну) стадію виробничого процесу.

Разом усі перелічені виробничі стадії створюють основне промислове виробництво. До допоміжних виробничих процесів зазвичай належать процеси виготовлення готової до ужитку споживачем промислової продукції, яка використовується головним чином на самому промисловому підприємстві для гарантованого забезпечення правильного протікання основних технологічних виробничих процесів підприємства.

Допоміжні виробничі процеси зазвичай групуються за їх головним призначенням, утворюючи такі виробничі процеси. Допоміжні промислові виробництва, як ремонтне виробництво, інструментальне промислове виробництво, енергетичне промислове виробництво та інші типи виробництв. Обслуговуючі процеси на промисловому виробництві зазвичай забезпечують нормальні умови для здійснення основних

					131.02BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						35
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

виробничих процесів і допоміжних виробничих процесів. До них зазвичай належать складські виробничі процеси, транспортні процеси на промисловому виробництві.

За своїм перебігом у часі промислові виробничі процеси зазвичай поділяють на дискретні (перервні) виробничі процеси та безперервні виробничі процеси. Дискретним виробничим процесам зазвичай притаманна певна циклічність, пов'язана головним чином із виготовленням готових промислових виробів певної геометричної форми, які зазвичай обчислюються в штуках (різноманітні машини, прилади будь-якого призначення, одяг для працівників тощо). Безперервні виробничі процеси – визначає продуктивність одного технологічного робочого місця, кількість технологічних робочих місць на промисловому підприємстві.

Принципи організації промислового виробничого процесу на промисловому підприємстві

Виробничий процес на промисловому підприємстві і окремі його технологічні операції завжди повинні бути раціонально організовані та зафіксовані у просторі і часі. Для цього зазвичай слід конче дотримуватися певних визначених принципів при конструкторському проектуванні та організації промислового виробничого процесу на промисловому підприємстві. До таких основних принципів зазвичай належать: спеціалізація промислового підприємства, пропорційність технологічних процесів, паралельність технологічних процесів, прямоточність технологічних процесів, безперервність технологічних процесів, ритмічність технологічних процесів, автоматичність технологічних процесів, гнучкість технологічних процесів, гомеостатичність технологічних процесів на підприємстві.

Принцип пропорційності технологічних процесів вимагає, щоб у всіх частинах промислового виробничого процесу на підприємстві, у всій взаємопов'язаній системі різноманітних підрозділів підприємства і технологічних машин завжди була узгоджена максимальна пропускну спроможність процесу, тобто певна однакова здатність до

					131.02BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						36
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

виконання різного типу робіт і випуску готової до уживання споживачем готової продукції промислового підприємства.

Недотримання цього наведеного вище основного принципу зазвичай призводить до виникнення певної кількості "вузьких місць" на підприємстві або неповного (часткового) завантаження робітників окремих структурних підрозділів підприємства. На промислових підприємствах із складною внутрішньою структурою промислового виробництва досить важко буває досягти повної стабільної пропорційності виробничих потужностей окремих структурних підрозділів підприємства (виробничих бригад, виробничих дільниць, виробничих цехів, різного типу виробництв).

Вона зазвичай періодично порушується внаслідок освоєння нових промислових виробів, неоднакових (нерівномірних) темпів зниження (підвищення) їх трудомісткості під час виготовлення у різних структурних підрозділах виробничого підприємства тощо.

Виникнення певних диспропорцій у виробничому процесі — ось закономірний результат у такому розвитку промислового виробництва, проте їх завжди потрібно завчасно передбачати і планомірно усувати без небажаних негативних наслідків.

Основні принципи раціональної організації промислового виробничого процесу на підприємстві

Принцип паралельності організації виробничого процесу зазвичай передбачає одночасне виконання окремих технологічних операцій і виробничих процесів на підприємстві. Додержання цього головного принципу особливо важливе для дотримання стабільності при виготовленні різноманітних складних промислових виробів підприємства, що зазвичай компонуються із багатьох різноманітних готових деталей, окремих вузлів, попередньо складених агрегатів, послідовне виробництво яких у іншому випадку зайняло б дуже багато виробничого часу. Паралельність технологічних процесів зазвичай досягається раціональним розчленуванням готових промислових виробів на окремі складові частини виробу, суміщенням часу виконання різних технологічних операцій над ними у межах діючого виробництва, одночасним виготовленням різних

					131.02BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						37
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

технологічних виробів на виробництві. Паралельне виконання промислових робіт на окремо узятому робочому місці зазвичай забезпечується багато-інструментальною технологічною обробкою заготовок деталей та вузлів, суміщенням часу виконання основних технологічних операцій і допоміжних технологічних операцій на діючому виробництві.

Принцип прямоточності технологічних процесів означає, що усі предмети праці в процесі виконання технологічної обробки завжди повинні мати найкоротші маршрути у межах діючого виробництва по всіх технологічних стадіях і технологічних операціях промислового виробничого процесу підприємства, без наявності зустрічних і зворотних переміщень матеріалів. Для виконання обов'язкового дотримання цього принципу виробничі цехи, виробничі дільниці, виробничі робочі місця, наскільки це може бути можливо, розташовують на підприємстві за ходом проведення технологічного процесу на підприємстві. Допоміжні промислові виробництва, різноманітні служби, склади готової продукції та матеріалів у свою чергу зазвичай розміщують по можливості якомога ближче до тих структурних підрозділів підприємства, які вони обслуговують у першу чергу.

Принцип безперервності технологічних процесів вимагає, щоб усі перерви між суміжними технологічними операціями на діючому промисловому виробництві були якомога мінімальні або зовсім ліквідовані без залишку. Найбільшою мірою цей організаційний принцип реалізується у безперервних типах промислового виробництва — хімічному промисловому виробництві, металургійному промисловому виробництві, енергетичному промисловому виробництві та ін. У дискретному промисловому виробництві, де прийнятий технологічний процес має досить широку диференціацію, повністю ліквідувати технологічні перерви зазвичай неможливо як з різноманітних технологічних, так і різноманітних організаційних причин. Тому в цих умовах особливо важливим завданням є обов'язкова мінімізація різноманітних перерв у організаційній структурі промислового виробничого циклу шляхом чіткої синхронізації технологічних операцій, застосування різноманітних новітніх прогресивних технологічних методів оперативного управління промисловим виробництвом. Безперервність промислового

					131.02BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						38
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

виробничого процесу обов'язково повинна доповнюватись чіткою безперервністю роботи промислового устаткування і робітників (працівників) на виробництві.

Принцип ритмічності технологічних процесів зазвичай полягає в тому, що чітка робота всіх структурних підрозділів промислового підприємства і випуск готової до уживання споживачем продукції завжди повинні здійснюватися за певним заздалегідь установленим чітким ритмом, планомірною повторюваністю технологічних операцій на підприємстві. При виконанні умови додержання цього принципу ритмічності технологічних процесів у рівні проміжки часу завжди виготовляється однакова або рівномірно зростаюча кількість готової до уживання споживачем готової промислової продукції, забезпечується планомірне та рівномірне завантаження усіх робочих місць на промисловому підприємстві. Ритмічна чітка робота завжди дозволяє найповніше та найефективніше використовувати промислову виробничу потужність промислового підприємства і його усіх його структурних підрозділів.

Принцип автоматичності технологічних процесів зазвичай передбачає заздалегідь економічно обґрунтоване та доведене вивільнення людини (працівника) від обов'язкової безпосередньої її участі у виконанні різноманітних технологічних операцій у межах конкретного виробничого процесу на підприємстві. Особливо актуальною є реалізація цього організаційного принципу у промислових виробництвах з важкими, складними і шкідливими та небезпечними умовами праці робітників. Автоматизуються при цьому не тільки основні виробничі процеси підприємства, а й усі інші сфери діяльності людини (працівника), в тому числі також і управління виробничими процесами.

Принцип гнучкості технологічних процесів зазвичай означає, що конкретний виробничий процес обов'язково повинен буде оперативно і швидко адаптуватися до будь-якої зміни організаційно-технічних умов на підприємстві, пов'язаних з переходом на виготовлення іншої промислової продукції або її частковою модифікацією. Така гнучкість промислового виробничого процесу завжди дозволяє освоювати нову промислову продукцію у більш короткий часовий термін та зі значно меншими витратами часу та зусиль. Значення організаційного принципу гнучкості технологічних процесів особливо сильно зростає в умовах дуже швидких темпів розвитку науково-технічного

					131.02BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						39
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

прогресу на виробництві, коли усі об'єкти промислового виробництва дуже часто та швидко міняються. Гнучкість промислового виробничого процесу зазвичай досягається універсалізацією застосовуваних на виробництві знарядь ручної та механічної праці, засобів автоматизації виробничих процесів та методів обробки матеріалів, широким впровадженням новітніх верстатів з ЧПК, залученням на виробництво сучасних гнучких виробничих систем.

Принцип гомеостотичності технологічних процесів зазвичай вимагає, щоб конкретна виробнича система обов'язково була здатною постійно та стабільно виконувати свої основні та допоміжні функції в межах гранично допустимих відхилень параметрів і протистояти різноманітним дисфункціональним впливам на неї. Це зазвичай досягається створенням різноманітних технічних і організаційних механізмів саморегулювання системи і її стабілізації у часі та просторі. До числа таких стабілізаційних організаційних систем на виробництві зазвичай належать системи з проведення оперативного планування і регулювання роботи діючого виробництва, планово-запобіжного ремонту основного технологічного устаткування, створення резервних запасів основних та допоміжних матеріалів та низка інших організаційних заходів на промисловому підприємстві.

Розглянуті вище основні організаційні принципи раціональної організації промислового виробничого процесу дуже тісно між собою пов'язані, обов'язково доповнюють один одного і різною мірою та ступенем реалізуються у виробництві на практиці в конкретних умовах конкретного виробничого підприємства. При проектуванні конкретного виробничого процесу, визначенні структури його організації обов'язково треба їх враховувати, але при цьому слід вибирати оптимальні організаційно-технічні рішення для конкретного промислового виробництва за критерієм їхньої економічної ефективності в умовах конкретного виробництва.

Від своєчасної, правильної та раціональної організації промислових виробничих процесів (особливо основних) істотною мірою залежать усі майбутні результати виробничо-господарської діяльності промислового підприємства, основні економічні показники ефективності його роботи, майбутня собівартість виготовленої промислової

					131.02BP.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						40
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

продукції підприємства, майбутній прибуток і рентабельність промислового виробництва, майбутня величина незавершеного промислового виробництва і розмір грошових оборотних коштів на конкретному промисловому підприємстві.

					131.02BP.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. Колісниченко, 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.

					131.02ВР.000.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						42
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		