

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему “РОЗРОБКА РЕГУЛЬОВАНОГО АКСІАЛЬНО-ПОРШНЕВОГО НАСОСА З ПОХИЛИМ БЛОКОМ”

з напрямку підготовки **6.050502 – інженерна механіка**
за фаховим спрямуванням - **гідравлічні машини, гідроприводи та
гідропневмоавтоматика**

Виконавець роботи **Шестаков Артем Володимирович**
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис, дата)

Науковий керівник

кандидат технічних наук, доцент
(науковий ступінь, учене звання)

Кулініч Сергій Павлович
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис, дата)

Суми 2019

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедрою ПГМ
_____І.О.Ковальов
« ____ » _____ 2018р.

ЗАВДАННЯ
на бакалаврську кваліфікаційну роботу студентові
Шестакову Артему Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи “ Розробка регульованого аксіально-поршневого на-
соса з похилим блоком ”

затверджена наказом по університету від" _____ р. № _____

2. Термін здачі студентом закінченої роботи 23.05.2019 р
 3. Вихідні дані до роботи: робочий об'єм насоса 25 см^3 , тиск на виході 32 МПа, тиск на вході 0,6 МПа, частота обертання 5000 хв^{-1} .
 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно вирішити)
 1. Опис конструкції і принципу дії насоса
 2. Визначення розмірів насоса
 3. Розрахунок на міцність деталей та вузлів насоса
 4. Розробка технологічного процесу виготовлення блоку циліндрів
 5. Розділ з економіки
 6. Охорона праці та безпека життєдіяльності
 5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
 1. Складальне креслення гідромотору
 2. Складальне креслення блоку циліндрів
 3. Робочі креслення блоку циліндрів, розподільника
- Всього 4 аркуші формату А1

6. Консультанти по роботі із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Найменування етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Опис конструкції і принципу дії насоса	10.04.2019	
2	Визначення розмірів гідромотора	14.04.2019	
3	Розробка складального креслення насоса	19.04.2019	
4	Розрахунок на міцність деталей та вузлів насоса	26.04.2019	
5	Розробка робочих креслень деталей насоса	4.05.2019	
6	Розробка технологічного процесу виготовлення блоку циліндрів	11.05.2019	
7	Розділ з економіки	16.05.2019	
8	Розділ з охорони праці	20.05.2019	
9	Оформлення РПЗ	23.05.2019	

7. Дата видачі завдання « ___ » _____ 2019р.

Студент- _____ (підпис)

Керівник роботи _____ (підпис)

РЕФЕРАТ

Записка: 60с., 6 рис., 1 табл., 11 джерел.

Графічний матеріал: 4 аркуші формату А1.

ТЕМА РОБОТИ Розробка регульованого аксіально-поршневого насоса з похилим блоком

ОБ'ЄКТ РОЗРОБКИ – регульований аксіально-поршневий насос з похилим блоком.

МЕТА РОБОТИ – розробити конструкцію регульованого аксіально-поршневого насоса з похилим блоком.

Вибрана оптимальна конструктивна схема насоса. Виконані неюжіжні гідравлічні, механічні розрахунм та розрахунки на міцність. Виконано Розроблена конструкція насоса та робочі креслення основних деталей та вузлів насоса.

Ключові слова: НАСОС, РОБОЧИЙ ОБ'ЄМ, ВАЛ, БЛОК ЦИЛІНДРІВ, ПОРШЕНЬ, РОЗПОДІЛДЬНИК.

Зміст

Технічне завдання	
Реферат	
Вступ.....	5
1 Опис конструкції й принципу дії насоса.....	8
2 Розрахунок і конструювання аксіально-поршневого насоса.....	14
2.1 Розрахунок розмірів блоку циліндрів.....	14
2.2 Розрахунок каналів і вікон блоку циліндрів.....	19
2.3 Розрахунок торцевого розподільника.....	21
2.4 Сили, що діють на блок і розподільник.....	22
2.5 Розрахунки на міцність.....	24
2.5.1 Вибір матеріалу блоку.....	24
2.5.2 Перевірка блоку на міцність.....	25
2.5.3 Розрахунок шатуна й поршнів.....	26
2.5.4 Розрахунок сил, що діють на поршні.....	28
2.5.5 Розрахунок на міцність поршневої групи.....	29
2.5.6 Розрахунок шатуна на повздовжню стійкість.....	30
2.6.7 Розрахунок вала.....	31
2.5.8 Підбір підшипників.....	32
3 Технологічна частини.....	36
4 Розділ з охорони праці.....	41
5. Розділ з економіки	49
Висновки.....	58
Список літератури.....	59

6.05050205.08.BP.000.00.ПЗ

Регульований аксіально-
поршневий насос з похилим
блоком
Пояснювальна записка

Лит	Лист	Листов
Б Р	4	60
СумДУ ГМ-51		

Инов. № подл.	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата	Подпись и дата
---------------	--------------	---------------	----------------	----------------

Разраб	Шестаков				
Провер	Кулініч				
Нач. бюр					
Н. контр	Алексеєнко				
Утв					

ВСТУП

Аксіально-поршневі насоси конструюються на основі кінематичних схем просторових механізмів, що перетворюють обертовий рух вала у зворотно-поступальний рух поршнів у напрямку, паралельному осі обертання цього вала. Вони діляться на дві групи: насоси з похилим диском і насоси з похилим блоком.

Схема насоса з похилим блоком наведена на рисунку В.1. У цьому насосі блок циліндрів 1 з поршнями 2 обертаються відносно своєї осі, що становить кут γ з віссю вала 3. Вал виконується як одне ціле з упорним диском 4. Для передачі руху поршням служать шатуни 5, шарнірно з'єднані з упорним диском і кожним з поршнів. Необхідною умовою, що забезпечує працездатність даної схеми, є спільне обертання вала й блоку. Для протікання рідини кожний циліндр має отвір круглої або овальної форми.

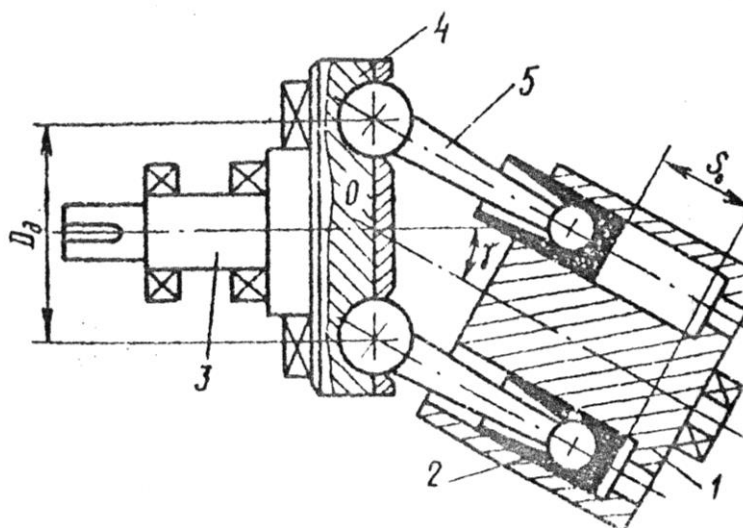


Рисунок В.1 – Конструктивна схема аксіально-поршневого насоса з похилим блоком

Щоб рідина при обертанні вала блоку могла надходити в потрібні моменти часу в циліндри й протікати з всмоктувального патрубку в напірний, у насосах є розподільний пристрій, що називають розподільником. Конструкція розподільника, використовуваного в аксіально-поршневих насосах показана на рисунку В.2.

Розподільник має два серпоподібних вікна 1 і 3 розділених перемичками 2. Діаметр середньої окружності цих вікон D_w дорівнює діаметру, на якому розта-

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата
-----	------	---------	------	------

6.05050205.08.BP.000.00ПЗ

Лист
5

шовані отвори для проходу рідини в циліндри. Ширина перемичок виконується такою, щоб ці отвори надійно перекривалися в моменти, коли поршень переходить від циклу нагнітання до циклу всмоктування (або навпаки від циклу всмоктування до циклу нагнітання).

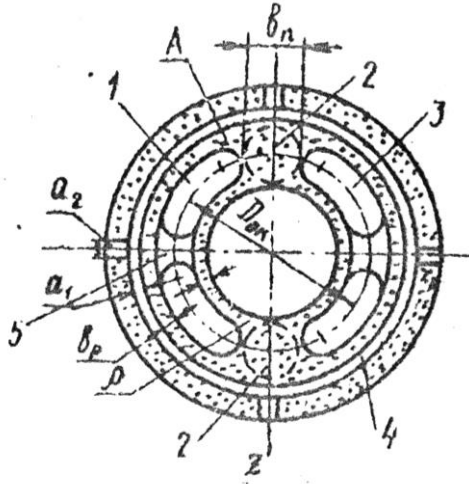


Рисунок В.2 – Торцевий розподільник

Поверхня А розподільного диску притискається до блоку циліндрів, протилежна сторона – до корпусу насоса. Вікна 1 і 3 при цьому з'єднуються з напірним і зливальним патрубками.

До основних технічних параметрів аксіально-поршневих насосів відноситься: робочий об'єм, частота обертання вала, тиск нагнітання, теоретична й дійсна витрата насоса, а також механічна потужність насоса.

Аналіз даних, виконаний не більш ніж 150 типорозмірах насоса [6], показує, що на робочі об'єми й частоти обертання вала покривають деяку область. Загальна тенденція полягає в тому, що більшому значенню робочого V обсягу відповідає менше значення частоти обертання n .

Дійсна подача насоса Q_m пов'язана з теоретичною подачею співвідношенням:

$$Q_m = Q_{шт} \eta_o;$$

де η_o - об'ємний ККД насоса.

Об'ємний ККД насоса залежить від багатьох факторів і коливається в межах $\eta_o = 0,92 - 0,98$. Найбільший вплив на ККД завдає тиск нагнітання p_n й частота обертання n [6]. Збільшення тиску нагнітання й частоти обертання зменшує об'ємний ККД.

Ивв. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ивв. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Аксіально-поршневі насоси знаходять широке застосування при створенні джерел живлення гідравлічних приводів завдяки своїм перевагам: можливість створення високих тисків, малі габарити й маса, високі значення ККД. Необхідність створення насоса, що володіє цими якостями, і має необхідні параметри й обумовили вибір конструкції насоса, розроблювальної в даному дипломному проекті.

<table border="1"> <tr> <td data-bbox="25 1095 124 1330">Инов. № подл.</td> <td data-bbox="25 1330 124 1547">Подпись и дата</td> <td data-bbox="25 1547 124 1742">Взам. инв. №</td> <td data-bbox="25 1742 124 2002">Инов. № дубл.</td> <td data-bbox="25 2002 124 2078">Подпись и дата</td> </tr> </table>	Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата						
Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата							
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ	Лист					
						7					

1 Опис конструкції та принцип дії насоса

Нерегульовані аксіально-поршневі гідромотори й насоси типу 210 (рис. 1.1), використовуються в гідросистемах будівельних і дорожніх машин у силових вузлах об'ємного гідроприводу.

Гідромашина в режимі насоса працює так. При обертанні вала 40 шатуни 38 через внутрішні конічні розточення поршнів передають тангенціальну складову сили, необхідної для приведення блоку циліндрів 20 в обертовий рух. Фіксація блоку в просторі здійснюється за допомогою центрального шипа 1, сферична головка якого закріплена у фланці вала 40, а хвостовик опирається на втулку 33, запресовану в центральний отвір нерухливого сферичного розподільника 32. У силу похилого розташування блоку циліндрів щодо осі вала при обертанні блоку поршні роблять складний рух: обертальне разом із блоком циліндрів і зворотно-поступальне щодо стінок блоку циліндрів. За один оберт вала поршень у відносному русі робить один подвійний хід, що відповідає послідовному збільшенню й зменшенню обсягів робочих камер циліндрів. При цьому за першу половину оберт вала розподільник забезпечує комутацію робочих камер з напірною, а в другий - зі зливною лінією гідросистеми, підключеними до отворів у задній кришці 27 корпусу 37 насоса. [1].

При експлуатації машини в режимі насоса робоча рідина з напірної гідросистеми через отвір у кришці 27 і вікно розподільника 32 надходить у циліндр блоку 20, створюючи сили гідростатичного тиску на поршні. Ці сили шатунами 38 передаються на опорний фланець і створюють крутний момент на валу 40 насоса. Основним вузлом гідромашини є качаючий вузол (1.2). Його конструкція містить наступні деталі: 1, 23, 27 - кільця упорні; 2 - кільце стопорне; 3, 10 –

Ивв. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ивв. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ	Лист
						8

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

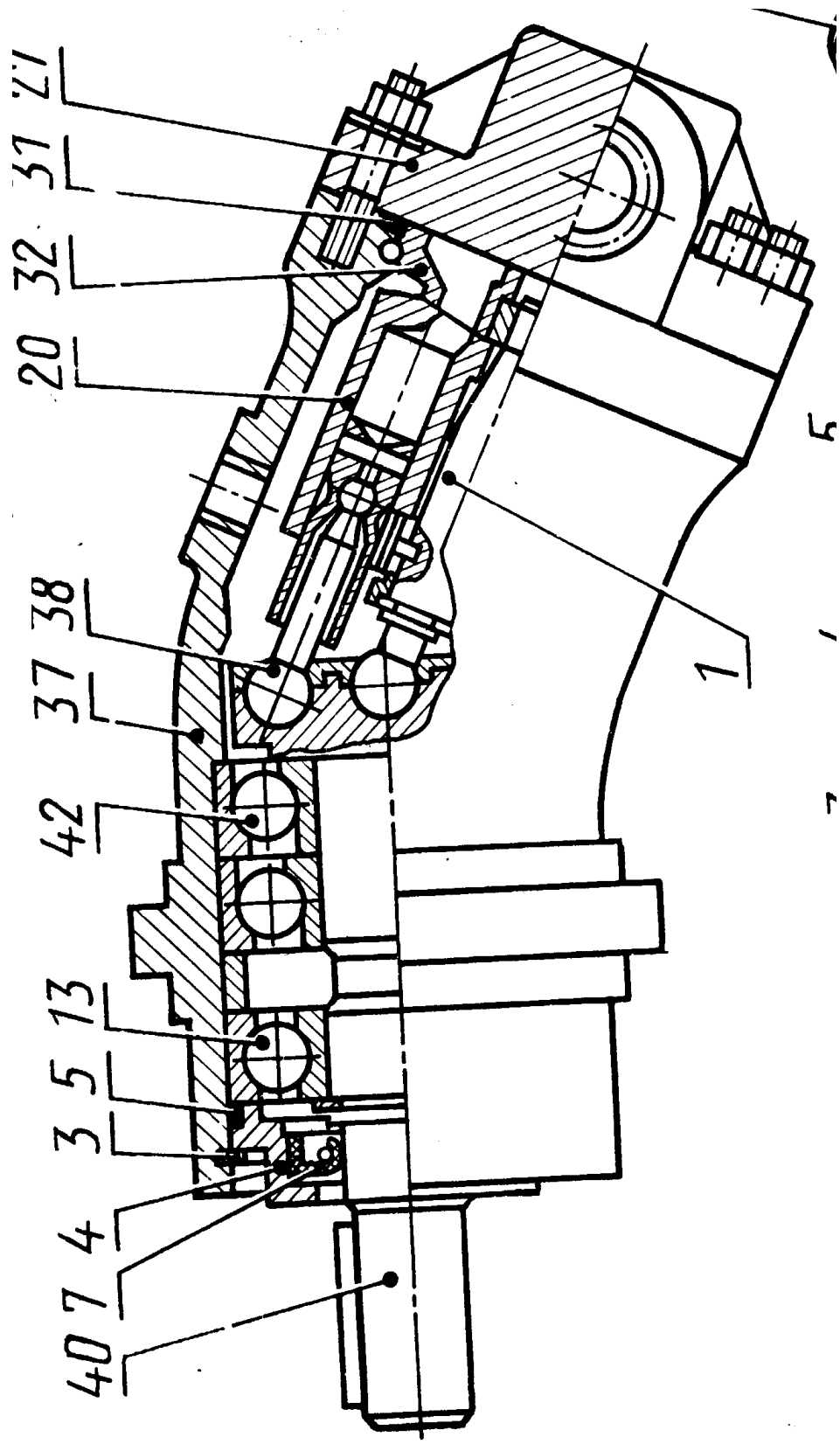


Рисунок 1.1 – Нерегулируемый аксиально-поршневый гидромотор с похилим блоком

6.05050205.08.BP.000.00ПЗ

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

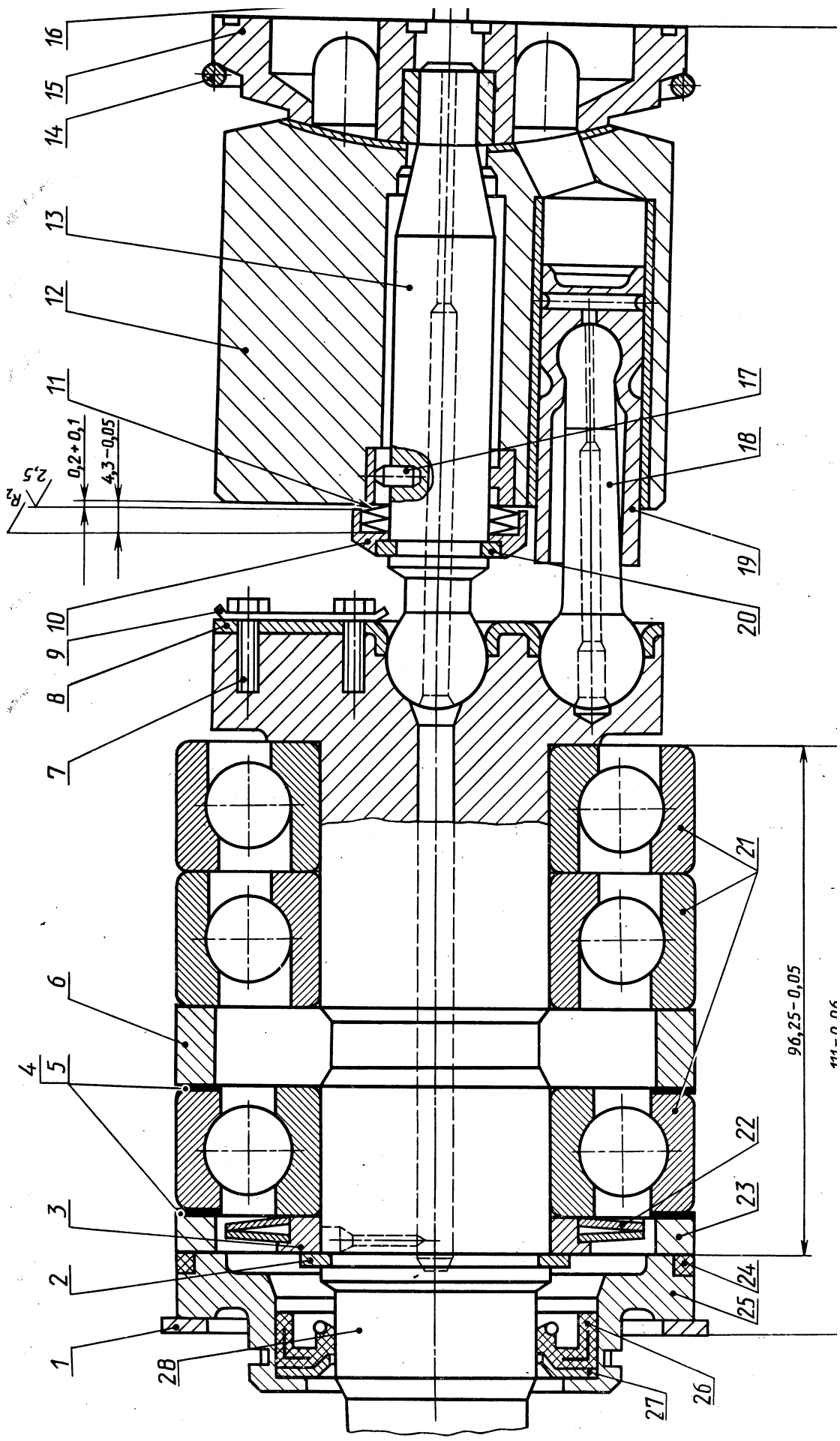


Рисунок 1.2 – Качающий аксиально-поршневый гидромотор с похилим блоком

6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата

втулки пружини; 4,5 - прокладки; 6 - втулка розпірна; 7 - гвинт; 8 - пластина притискна; 9 - шайба стопорна; 11, 12 - пружини тарілчасті; 12 - блок циліндрів; 13 - шип центральний; 14 - кільце пружинне; 15 - розподільник; 16, 17 - штифти; 18 - шатун; 10 - поршень; 20 - кільце; 21 - підшипник; 24 - кільце ущільнювальне; 25 - кришка; 26 - манжетне ущільнення; 28 - вал.

Принцип дії і конструкція качаючого вузла регульованого аксіально-поршневого насоса типу. аналогічні насосу типу 210.20 .. (рис. 1.3).

Насос - регульований. Випускається в двох виконаннях: з регулятором потужності або з гідропідсилювачем.

Регулятор потужності автоматично підтримує постійну потужність на валу насоса при зміні навантаження в заданих межах, а гідропідсилювач забезпечує зміна подачі по величині і напрямку при малих вхідних зусиллях на тязі управління

Насос може бути використаний в закритих схемах із замкнутою циркуляцією рідини в силовому контурі гідросистеми і в відкритих схемах в режимі самовсмоктування

Регулятор потужності автоматично підтримує постійну потужність на валу насоса при зміні навантаження в заданих межах, а гідропідсилювач забезпечує зміна подачі по величині і напрямку при малих вхідних зусиллях на тязі управління.

На рис. 1.3 позначено: 1 - вал; 2 кришка; 3 - кільце завзяте; 4, 10, 12 - кільця ущільнювальні; 5 - корпус; 6, 7, 8 - підшипники; 9 - кільце фторопластовий; 11 - фланець, 13 - шатун; 14 - цапфа; 15 - поршень; 16 - блок циліндрів; 17 - центральний шип; 18 - розподільник; 19, 20 - кришки; 21 - поворотний корпус; 22 - манжетное ущільнення. Насос може бути використаний в закритих схемах із замкнутою циркуляцією рідини в силовому контурі гідросистеми (тип 207.20.11 ...) і в відкритих схемах (тип 207.20.16 ...) в режимі самовсмоктування. Регулювання насоса (рис. 1.6) здійснюється зміною кута нахилу поворотного корпусу 21,

Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.BP.000.00ПЗ

Лист
11

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

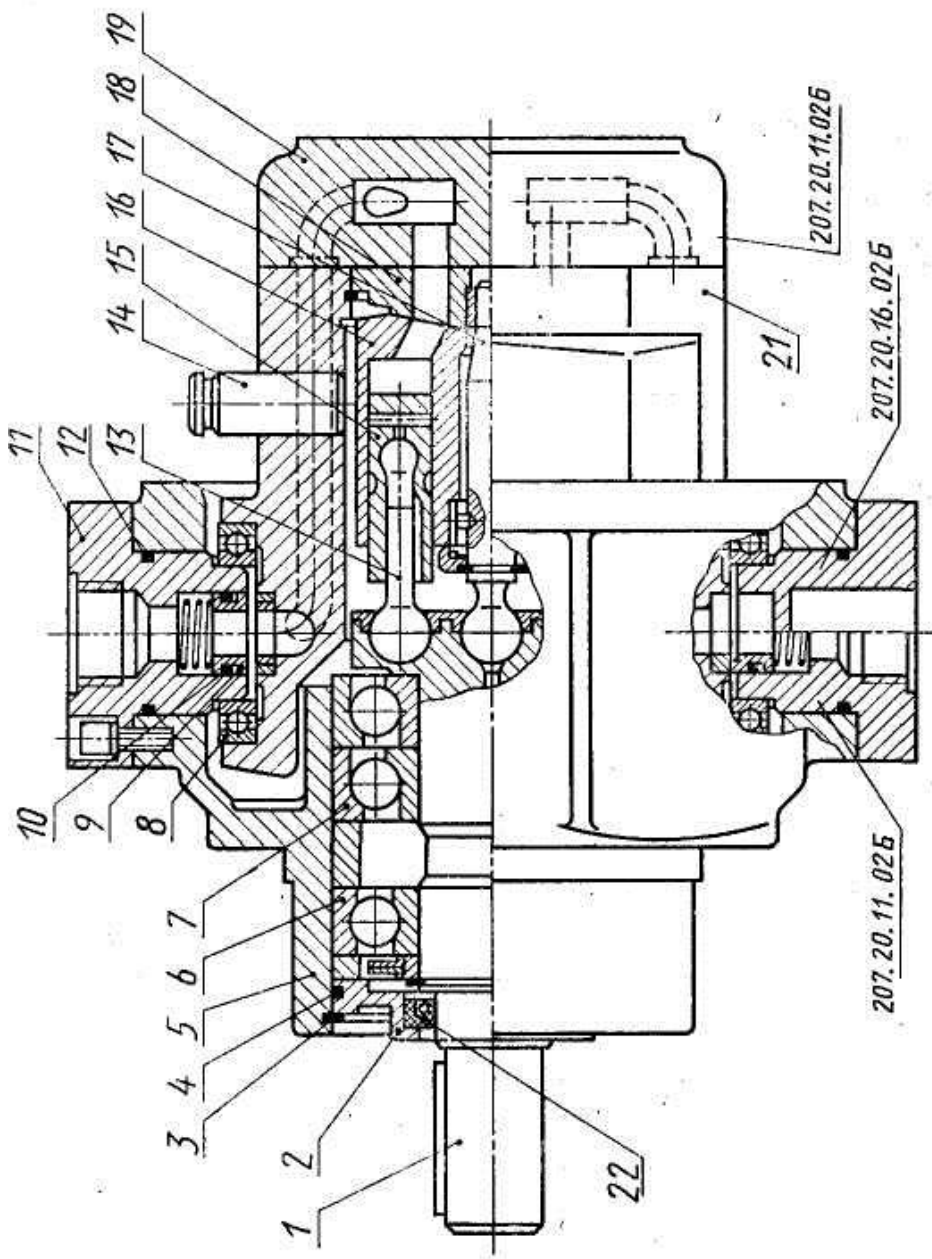


Рисунок 1.3. - Регульований аксіально-поршневи насос

6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата

2 Розрахунок і конструювання аксіально-поршневого насоса

Розрахунок і конструювання аксіально-поршневого насоса виконується за стандартною методикою [3].

2.1 Розрахунок розмірів блоку циліндрів

Якщо робочий обсяг насоса визначений, завдання розрахунку полягає в тім, щоб установити розміри основних деталей і вузлів, що забезпечують одержання необхідної подачі при заданій частоті обертання вала, що задовольняють умові міцності при розрахунковому тиску в напірній лінії, що враховують необхідність забезпечення мінімальних втрат потужності й оптимальної довговічності.

Визначальний вплив на розміри насоса робить блок циліндрів і прийнята схема компоновання. Вихідними даними для розрахунку блоку служать:

робочий об'єм насоса $V = 100 \text{ см}^3$,

число циліндрів $z = 7$,

тиск нагнітання $P_H = 32 \text{ МПа}$,

кут нахилу $\gamma = 25^\circ$.

Визначимо діаметр циліндра d (мал.2.1):

$$d = \sqrt[3]{\frac{4V \sin \frac{\pi}{z}}{1,2zk_D \sin \gamma}}; \quad (2.1)$$

де V – робочий об'єм насоса;

$z = 7$ – число циліндрів;

$\gamma = 25^{\text{об}}$ – кут нахилу;

k_D – конструктивний коефіцієнт.

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ	Лист
						14

$$k_D = \frac{2}{1 + \cos \gamma}; \quad (2.2)$$

$$k_D = \frac{2}{1 + \cos 25^\circ} = 1,049;$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 25 \cdot 10^{-6} \cdot \sin \frac{180^\circ}{7}}{1,2 \cdot 3,14 \cdot 7 \cdot 1,049 \cdot \sin 25^\circ}} = 0,0148 \text{ м} .$$

Приймаємо $d = 15 \text{ мм}$.

Визначимо діаметр ділильної окружності блока D_B :

$$D_B = \frac{d(1 + k_B)}{\sin \frac{\pi}{z}}; \quad (2.3)$$

де $k_B = 0,2$ – конструктивний елемент;

$$D_B = \frac{15(1 + 0,2)}{\sin \frac{180^\circ}{7}} = 45,8 \text{ мм} .$$

Приймаємо $D_B = 46 \text{ (мм)}$.

Визначимо діаметр внутрішнього розточення D_{BH} :

$$D_{BV} = D_B - (d + 2b_1) \quad (2.4)$$

де $b_1 = k_B \cdot d$;

Ив. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

$$b_1 = 0,2 \cdot 15 = 3 \text{ мм};$$

$$D_{БВ} = 46 - (15 + 2 \cdot 3) = 25 \text{ мм};$$

Приймаємо $D_{ВН} = 25 \text{ мм}$.

Визначимо зовнішній діаметр $D_{БЗ}$:

$$D_{БЗ} = D_{Б} + d + 2b_1; \quad (2.5)$$

$$D_{БЗ} = 46 + 15 + 2 \cdot 3 = 67 \text{ мм м.}$$

Перевірка на міцність.

$$\sigma = \frac{A^2 + 1}{A^2 - 1} P_P \leq \sigma_{\text{доп}}; \quad (2.6)$$

де P_P - розрахунковий тиск, МПа;

$\sigma_{\text{доп}}$ - допускається напруження, щоМ,

$$\sigma_{\text{доп}} = \frac{\sigma_T}{3}; \quad (2.7)$$

де $\sigma_T = 280 \text{ МПа}$, [6]

$$\sigma_{\text{доп}} = \frac{280}{3} = 93 \text{ МПа}$$

$$A = \frac{d + 2b_1}{d}; \quad (2.8)$$

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

$$A = \frac{0,015 + 2 \cdot 0,003}{0,015} = 1,4$$

Тоді одержимо:

$$\sigma = \frac{1,4^2 + 1}{1,4^2 - 1} \cdot 25 \cdot 10^6 = 77,1 \text{ МПа}.$$

Тому що $\sigma = 77,1 \text{ МПа} \leq \sigma_{\text{доп}} = 93 \text{ МПа}$, те перевірка виконується.

Розрахунок блоку на жорсткість виконується приблизно по формулі для радіальної деформації товстостінної труби, що має внутрішній діаметр, рівний d , і зовнішній діаметр, рівний $d + 2b_1$:

$$\delta = \frac{d}{E} \left(\frac{A^2 + 1}{A^2 - 1} + \mu \right) P_H \leq \delta_{\text{доп}} \quad (2.9)$$

Деформацію, що допускається $\delta_{\text{доп}}$ приймаємо рівною 8 мкм. Коефіцієнт Пуассона μ приймаємо 0,4 а модуль пружності $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

$$\delta = \frac{0,015}{2,1 \cdot 10^5} \left(\frac{1,4^2 + 1}{1,4^2 - 1} + 0,4 \right) \cdot 32 \cdot 10^6 = 7,96 \text{ мкм}.$$

Тому що $\delta = 7,3396 \leq \delta_{\text{доп}} = 8 \text{ мкм}$, то умова жорсткості виконується.

Визначимо довжину циліндра:

$$L_{\text{ц}} = s_o + L_3 + \delta_{\text{ц}}; \quad (2.10)$$

де

$$s_o = D \sin \gamma \cdot k_D; \quad (2.11)$$

Ив. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ	Лист
						17

$$s_o = 46 \sin 25^\circ \cdot 1,049 = 19 \text{ мм};$$

$\delta_{ц}$ – запас, рівний 1-2 мм;

L_3 – довжина заходу поршня, приймають (1,6-2,1) d ;

Приймаємо $L_3 = 1,85d$;

$$L_3 = 1,85 \cdot 15 = 28 \text{ мм}.$$

Тоді по формулі (2.10) одержимо:

$$L_{ц} = 19 + 28 + 1,5 = 48,5 \text{ мм}$$

Товщину циліндра виберемо конструктивно, але не менш, ніж величина $2b_1$.

Висота блоку визначається по формулі:

$$H = L_{ц} + b_3; \quad (2.12)$$

де $b_3 = 9 \text{ мм}$, з конструктивних міркувань:

$$H = 47 + 9 = 56 \text{ мм}.$$

Піднутрення:

$$b_4 = 0,3 - 0,5d; \quad (2.13)$$

$$b_4 = 0,4 \cdot 15 = 6 \text{ мм} \text{ м.}$$

Всі розміри уточнюються при конструктивному проробленні на кресленні.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата

6.05050205.08.BP.000.00ПЗ

Лист

18

2.2 Розрахунок каналів і вікон блоку циліндрів

Діаметр прохідного каналу усмоктувальних і напірного патрубків насоса визначаються по допускаються скоростям, що, на підставі геометричної подачі насоса:

$$d_k = \sqrt{\frac{4Q_o}{\pi V_{доп}}}; \quad (2.14)$$

Величину допустимої швидкості $V_{доп}$ для усмоктувальних і напірного патрубків приймаємо рівної 8 м/с.

$$d_k = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00025}{3,14 \cdot 8}} = 0,006 \text{ м.}$$

Для напірної магістралі:

$$V_{доп} = 6-10(м/с) \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00025}{3,14 \cdot 8}} = 0,006 \text{ м.}$$

Для напірних каналів насоса:

$$V_{доп} = 8(м/с) \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00025}{3,14 \cdot 8}} = 0,006 \text{ м.}$$

Для впускних вікон циліндра:

$$V_{доп} = 8(м/с) \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00025}{3,14 \cdot 8}} = 0,006 \text{ м.}$$

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата

6.05050205.08.BP.000.00ПЗ

Лист
19

Канали запобіжних клапанів:

$$V_{\text{доп}} = 20(\text{м/с}) \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00025}{3,14 \cdot 20}} = 0,004 \text{ м.}$$

Трубопроводи усмоктувальних ліній насосів:

$$V_{\text{доп}} = 0,05 - 1,5(\text{м/с}) \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00025}{3,14 \cdot 0,77}} = 0,02 \text{ м.}$$

Канали насосів на усмоктування:

$$V_{\text{доп}} = 1,0 - 2,0(\text{м/с}) \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00025}{3,14 \cdot 1,5}} = 0,02 \text{ м.}$$

Короткі нагнітальні трубопроводи:

$$V_{\text{доп}} = 3,0 - 5,0(\text{м/с}) \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00025}{3,14 \cdot 4}} = 0,009 \text{ м.}$$

Щілини запобіжних клапанів:

$$V_{\text{доп}} = 15,0 - 30,0(\text{м/с}) \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00025}{3,14 \cdot 20}} = 0,004 \text{ м.}$$

Істотний вплив на гідравлічні втрати в насосі роблять розмір і форма вікон для проходу рідини в циліндри.

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ

Лист
20

Площа вікна розраховується таким чином, щоб швидкість плинину рідини в ньому не перевищувала 8,0 м/с.

Площа вікна f_o , приймають попередньо рівної 0,42-0,50 від площі поршня f_{II} .

$$f_{II} = \frac{\pi d_{II}^2}{4}; \quad (2.17)$$

$$f_{II} = \frac{3,14 \cdot 0,015^2}{4} = 0,000177 \text{ м}^2;$$

тоді

$$f_o = 0,42 \cdot 0,000177 = 0,000074 \text{ м}^2.$$

Визначимо діаметр вікна:

$$d_o = \sqrt{\frac{4f_o}{\pi}}; \quad (2.18)$$

$$d_o = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,000074}{3,14}} = 0,01 \text{ м.}$$

2.3 Розрахунок торцевого розподільника

Кут, що доводиться на серповидне вікно:

$$2\beta = \frac{2\pi}{z} \left(3 - \frac{1}{z} \right); \quad (2.19)$$

$$2\beta = \frac{2 \cdot 3,14}{7} \left(3 - \frac{1}{7} \right) \approx 146^\circ 56'.$$

Ив. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ	Лист
						21

Ширина серповидного вікна:

$$a = 2\rho; \quad (2.20)$$

$$a = 2 \cdot 3 \cdot 10^{-6} = 12 \cdot 10^{-6} \text{ м.}$$

Площа серповидного вікна:

$$f_c = \frac{\pi D_o^2}{360} 2\beta \cdot a; \quad (2.21)$$

$$f_c = \frac{3,14 \cdot 46 \cdot 10^{-3}}{360} \cdot 146,56 \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 2,9 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

2.4 Сили діючі на блок і розподільник

Притискаючи зусилля:

$$R_{\text{приж}} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot n_{\text{мех}} \cdot P_n; \quad (2.22)$$

$$R_{\text{приж}} = \frac{3,14 \cdot 0,015^2}{4} \cdot 4 \cdot 25 \cdot 10^6 = 17662,5 \text{ Н.}$$

Віджимна сила:

$$R_{\text{отж}} = \frac{f_c \cdot P_n}{2} + \frac{\pi(D_o^2 - D_{\text{вн}}^2)P_n}{16}; \quad (2.23)$$

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата
6.05050205.08.BP.000.00ПЗ				Лист 22

$$R_{отж} = \frac{2,9 \cdot 10^{-4} \cdot 25 \cdot 10^6}{2} + \frac{3,14(0,046^2 - 0,025^2)}{16} \cdot 25 \cdot 10^6 = 20162,5 \text{ Н.}$$

Враховуючи, що співвідношення між що притискаючою й віджимною силами:

$$m = \frac{R'_{приж}}{R_{отж}} = 1,2; \quad (2.24)$$

$$R'_{приж} = R_{отж} \cdot 1,2; \quad (2.25)$$

$$R'_{приж} = 20162,5 \cdot 1,2 = 24195 \text{ Н.}$$

Недолік зусилля, що притискає, компенсуємо пружиною:

$$R_{пр} = R'_{приж} - R_{отж}; \quad (2.26)$$

$$R_{пр} = 24195 - 20162,5 = 4032,5 \text{ Н.}$$

З огляду на, що діаметр центрального шипа дорівнює 20 мм, стандартна пружина 181 ДЕРЖСТАНДАРТ 13772-68. Зусилля $R_{пр} = 4000$ Н, діаметр дроту 8 мм, частота одного витка $z_1 = 809$.

Таким чином, притискання стандартної пружини не дозволяє створити необхідне притискне зусилля. Тому необхідно зменшити зусилля, що віджимає. Для цього блок циліндрів з боку дна робимо конічним.

Діаметр вершини усіченого конуса визначаємо з рівності сил:

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ	Лист
						23

$$R_{\text{приж}} + R_{\text{пр}} = 1,2 \left(\frac{f_c \cdot P_n}{2} + \frac{\pi(D'_{\text{бл}}{}^2 - D_{\text{вн}}^2)}{16} \right); \quad (2.27)$$

звідки:

$$D'_{\text{бл}} = \sqrt{\frac{\left(\frac{R_{\text{приж}} + R_{\text{пр}}}{1,2} - \frac{f_c \cdot P_n}{2} \right) \cdot 16}{\pi \cdot P_n} + D_{\text{вн}}^2}; \quad (2.28)$$

$$D'_{\text{бл}} = \sqrt{\frac{\left(\frac{17662,5 + 4032,5}{1,2} - \frac{2,9 \cdot 10^{-4} \cdot 25 \cdot 10^6}{2} \right) \cdot 16}{3,14 \cdot 25 \cdot 10^6} + 0,025^2} = 0,06 \text{ м.}$$

2.5 Розрахунок на міцність

2.5.1. Приймаємо матеріал блоку, алюміній для якого:

допустиме напруження $[\sigma] = 93 \text{ МПа}$;

коефіцієнт Пуассона $\mu = 0,4$;

модуль пружності $E = 0,8 \cdot 10^5 \text{ МПа}$;

припустима деформація $\delta_{\text{дон}} = 10\text{-}14 \text{ напівтемний}$.

Розраховуємо блок на твердість, малюнок (2.2):

$$\delta = \frac{d}{E} \left(\frac{A^2 + 1}{A^2 - 1} + \mu \right) P_n \leq \delta_{\text{дон}} \quad (2.29)$$

де $A = \frac{d + 2b_1}{d}$;

$$A = \frac{15 + 2 \cdot 3}{15} = 1,4.$$

$$\delta = \frac{0,015}{0,8 \cdot 10^5} \left(\frac{1,4^2 + 1}{1,4^2 - 1} + 0,4 \right) \cdot 25 \cdot 10^6 = 13,8 \leq \delta_{\text{дон}}.$$

Ив. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата
-----	------	---------	------	------

6.05050205.08.BP.000.00ПЗ

Лист
24

2.5.2. Розрахунок шатуна й поршнів.

Поршнева група є дуже відповідальним вузлом насоса, тому що, те її виконання багато в чому залежать об'ємний і механічний ККД і загальний ресурс.

Діаметри головки шатуна з боку упорного диска:

$$D_{шд} = (1,0...1,06)d; \quad (2.30)$$

$$D_{шд} = 1,0 \cdot 0,015 = 0,015 \text{ м.}$$

Діаметр головки шатуна з боку поршня:

$$D_{шп} = (0,5...0,6)d; \quad (2.31)$$

$$D_{шп} = 0,5 \cdot 0,015 = 0,0075 \text{ м.}$$

Довжина поршня:

$$L_{п} = (1,2...1,5)d; \quad (2.32)$$

$$L_{п} = 1,2 \cdot 0,015 = 0,018 \text{ м.}$$

Довжина шатуна між центрами сферичних головок:

$$L_{ш} = (0,8...0,9)D_{б}; \quad (2.33)$$

$$L_{ш} = 0,8 \cdot 0,046 = 0,037 \text{ м.}$$

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата

Діаметри отвору для підведення змащення, але не менш 2 мм:

$$d_{CM} = (0,05...0,04)d; \quad (2.34)$$

$$d_{CM} = 0,05 \cdot 0,015 = 0,0008 \text{ м.}$$

Приймаємо $d_{CM} = 0,002 \text{ м.}$

2.5.3. Розрахунки сил діючих на поршні.

Сила, прикладена до штока:

$$F_{uu} = F_n = 4220 \text{ Н.}$$

Проекції сил діючих на шток:

$$F_N = F_n \cdot \cos \gamma; \quad (2.35)$$

$$F_N = 4220 \cdot \cos 25^\circ = 3825 \text{ Н.}$$

N

$$F_A = F_n \cdot \sin \gamma; \quad (2.36)$$

$$F_A = 4220 \cdot \sin 25^\circ = 1783 \text{ Н.}$$

Сумарне значення крутний моменту на валу

$$M_{m\Sigma} = \Sigma M_{mi} = F_n \sin \gamma R_o \sum_{i=1}^{k=4} \sin[\varphi + (k-1)\alpha]; \quad (2.37)$$

де $R_o = \kappa_d \cdot R_o$ - радіус диска.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата

$$R_0 = 1,05 \cdot \frac{46}{2} = 24,15 \text{ мм.}$$

При куті повороту блоку $\varphi = 0^\circ$, крутний момент на валу:

$$M_{m.\Sigma.} = \Sigma M_{m.\kappa=0^\circ} = 4220 \cdot \sin 25^\circ \cdot 24,15 \cdot 10^{-3} ((\sin(0 + (1-1) \cdot 51,25 \cdot 10^6) + \sin(0 + (2-1) \cdot 51,25) + \sin(0 + (3-1) \cdot 51,25) + \sin(0 + (4-1) \cdot 51,25)) = 92,4 \quad (\text{Н}\cdot\text{м})$$

При куті повороту $\varphi = 17^\circ$:

$$M_{m.\Sigma.} = \Sigma M_{m.\kappa=0^\circ} = 4220 \cdot \sin 25^\circ \cdot 24,15 \cdot 10^{-3} ((\sin(17 + (1-1) \cdot 51,25 \cdot 10^6) + \sin(17 + (2-1) \cdot 51,25) + \sin(17 + (3-1) \cdot 51,25) + \sin(17 + (4-1) \cdot 51,25)) = 98,8 \quad (\text{Н}\cdot\text{м})$$

При куті повороту $\varphi = 34^\circ$:

$$M_{m.\Sigma.} = \Sigma M_{m.\kappa=0^\circ} = 4220 \cdot \sin 25^\circ \cdot 24,15 \cdot 10^{-3} ((\sin(34 + (1-1) \cdot 51,25 \cdot 10^6) + \sin(34 + (2-1) \cdot 51,25) + \sin(34 + (3-1) \cdot 51,25) + \sin(34 + (4-1) \cdot 51,25)) = 97,9 \quad (\text{Н}\cdot\text{м})$$

Сумарна радіальна діюча на підшипники:

$$\Sigma R_{рад} = \kappa \cdot F_n \cdot \sin \gamma; \quad (2.38)$$

$$\Sigma R_{рад} = 4 \cdot 4220 \cdot \sin 25^\circ = 71,33 \text{ Н.}$$

Сумарна осьова сила діюча на підшипники:

$$\Sigma R_{ос} = \kappa \cdot F_n \cdot \cos \gamma; \quad (2.39)$$

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.BP.000.00ПЗ	Лист
						27

$$\sum R_{oc} = 4 \cdot 4220 \cdot \cos 25^\circ = 15298 \text{ Н.}$$

2.5.4. Розрахунок на міцність поршневої групи.

Розраховуємо шатуни на поздовжню стійкість і міцність, при цьому врахуємо силу поздовжнього стиску F_{II} і момент тертя в шарнірах M_{TP} , що виникає при обертанні блоку циліндрів.

Величину моменту M_{TP} обчислимо по формулі:

$$M_{TP} = \frac{1}{2} f_{TP} F_{II} D_{III}; \quad (2.40)$$

де f_{TP} – коефіцієнт тертя, приймаємо рівним 0,05...0...0,06

$$M_{TP} = \frac{1}{2} \cdot 0,05 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,015^2}{4} \cdot 25 \cdot 10^6 \cdot 0,0075 = 0,83 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Напруга стиску:

$$\sigma_{сж} = \frac{4F_{II}}{\pi(d_{III}^2 - d_{CM}^2)}; \quad (2.41)$$

$$\sigma_{сж} = \frac{4 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,015^2}{4} \cdot 25 \cdot 10^6}{3,14(0,0075^2 - 0,002^2)} = 107,9 \cdot 10^6 \text{ Па.}$$

Напруга вигину:

$$\sigma_{II} = \frac{M_{II}}{W_{MIN}}; \quad (2.42)$$

Ивв. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ивв. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.BP.000.00ПЗ	Лист
						28

де MI – момент вигину,

$$M_{II} = P \cdot L_{III}; \quad (2.43)$$

де P – сила,

$$P = \frac{2M_{KP}}{z \cdot D_{БЛ}}; \quad (2.44)$$

де M_{KP} – момент крутіння,

$$M_{KP} = \frac{qP}{2\pi}; \quad (2.45)$$

$$M_{KP} = \frac{25 \cdot 10^6 \cdot 25 \cdot 10^6}{2 \cdot 3,14} = 99,5 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

По формулі (2.45) визначимо P :

$$P = \frac{2 \cdot 99,5}{7 \cdot 0,046} = 618 \text{ Н}.$$

По формулі (2.44) визначимо MI :

$$M_{II} = 618 \cdot 0,037 = 22,87 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

W_{MIN} – момент опору перетину,

$$W_{MIN} = 0,1d^3; \quad (2.46)$$

$$W_{MIN} = 0,1 \cdot 0,015^3 = 3,4 \cdot 10^{-7} \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата

По формулі (2.43) визначимо напруга вигину:

$$\sigma_{II} = \frac{22,87}{3,4 \cdot 10^{-7}} = 67,3 \cdot 10^6 \text{ Па.}$$

Сумарні напруги:

$$\sigma_{PШ} = \sigma_{СЖ} + \sigma_{II}; \quad (2.47)$$

$$\sigma_{PШ} = 107,9 \cdot 10^6 + 67,3 \cdot 10^6 = 175,2 \cdot 10^6 \text{ Па.}$$

Величина $\sigma_{PШ}$ носить циклічний характер, тому умова міцності має такий вигляд:

$$\sigma_{PШ} \leq \psi_{\sigma} \frac{\sigma_{-1}}{K_{Ш}}; \quad (2.48)$$

де ψ_{σ} - коефіцієнт форми. Для його вибору обчислюємо коефіцієнт гнучкості:

$$\lambda = \frac{L_{Ш}}{i_{Ш}} = \frac{4L_{Ш}}{\sqrt{d_{CM}^2 + d_{Ш}^2}}; \quad (2.49)$$

де $i_{Ш}$ – радіус інерції для розрахункового значення.

$$\lambda = \frac{4 \cdot 0,037}{\sqrt{0,002^2 \cdot 0,0075^2}} = 15,35$$

Виходячи зі значення λ приймаємо $\psi = 0,95$.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата

σ_{-1} - межа усталостної міцності при поздовжньому стиску й пульсуючому характері навантаження, приймаємо рівним 100 МПа.

κ_{III} - запас міцності, приймаємо рівний 1,8.

$$\psi_{\sigma} \frac{\sigma_{-1}}{\kappa_{III}} = 0,95 \frac{100}{0,5} = 190 \text{ МПа.}$$

175,2(Мпа) \leq 190(Мпа) - умова міцності виконується.

2.6.6. Розрахунок шатуна на поздовжню стійкість проведемо приблизно по формулі Ейлера:

$$F_{KP} = \frac{\pi^2 EI_{III}}{L_{III}^2}; \quad (2.50)$$

де F_{KP} – критична сила поздовжнього стиску;

I_{III} – момент інерції шатуна.

$$F_{KP} = \frac{3,14^2 \cdot 0,8 \cdot 10^5 \cdot 10^6}{0,037^2} = 78500 \text{ Н.}$$

Умова міцності має вигляд $\frac{F_{KP}}{F_G} \geq K_y$. Коефіцієнт стійкості K_y приймаємо рівним 3,0.

$$\frac{F_{KP}}{F_{II}} = \frac{78500}{1570} = 50 \geq 3 - \text{умова виконується.}$$

2.5.6. Розрахунок вала.

Діаметр вала в самому слабкому перетині визначають по формулі:

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.BP.000.00ПЗ	Лист
											31

$$D_B = \sqrt[3]{\frac{16M_{MAX}}{\pi\tau_{ДОП}}} + h_{Ш}; \quad (2.51)$$

де $h_{Ш}$ – глибина шпонкового паза, м;

$\tau_{ДОП}$ – допускається напруження, при крутінні, приймаємо $\tau_{ДОП} = 25$ (МПа)

M_{MAX} – максимальне значення сумарного крутний моменту на валу, Н·м.

$$D_B = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 127,4}{3,14 \cdot 25 \cdot 10^6}} + 0,005 = 0,035 \text{ м.}$$

2.5.7. Підбор підшипників.

Діаметр вала під підшипники приймаємо 45 мм.

Становимо схему розподілу радіального навантаження на підшипники. Тому що мінімальне радіальне переміщення повинне бути в манжеті, те цю крапку приймаємо за крапку обертання зовнішньої балки.

де b – ширина підшипника, м.

Тоді становимо рівняння моментів:

$$M_2 = 2b \cdot F_{r2};$$

$$M = 6b \cdot R_{рад};$$

$$M_1 = 4b \cdot F_{r1};$$

$$M = M_1 + M_2;$$

$$6b \cdot R_{рад} = 2b \cdot F_{r2} + 4bF_{r1};$$

Приймаємо, що підшипники в 1 і 2 опорі однакові, але в 1 опорі здвоєний підшипник, приймаємо:

Ив. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ	Лист
						32

$$F_{r2} = \frac{F_{r1}}{2} = \frac{R_{pad}}{3}; \quad (2.52)$$

$$F_{r2} = \frac{7135}{3} = 2378 \text{ Н.}$$

$$F_{r1} = 4757 \text{ Н.}$$

У першій опорі застосовується здвоєний радіально-упорний підшипник середньої серії 46309 ДЕРЖСТАНДАРТ 831-75.

Його розміри: $d = 45$ мм, $D = 100$ мм, $b = 50$ мм, $\alpha = 26^\circ$, $C_a = 4160$ кгс, $C_{0a} = 3770$ кгс.

Згідно схеми навантаження:

$$F_{a1} = l_2 F_{r2} + A; \quad (2.53)$$

Приймаємо $l_2 = l_1 = 0,30$ м.

Тоді осьова тридцятилітній в 1 опорі:

$$F_{a1} = 0,3 \cdot 237,8 + 1529,8 = 1601 \text{ кгс.}$$

В 2 опорі:

$$F_{a2} = l_2 F_{r2}; \quad (2.54)$$

$$F_{a2} = 0,30 \cdot 237,8 = 71,3 \text{ кгс.}$$

Инв. № подл.	Подпись и дата				Лист 33
	Инв. № дубл.				
	Взам. инв. №				
Подпись и дата				6.05050205.08.BP.000.00ПЗ	
Инв. № подл.					
Инв. № дубл.					
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	

У другій опорі застосовуємо кульковий упорний-завзятий-радіально-упорний підшипник 309 ДЕРЖСТАНДАРТ 8338-75 з розмірами: $d = 45$ мм, $D = 100$ мм, $b = 25$ мм, $\alpha = 26^\circ$, $C_a = 2560$ кгс, $C_{a0} = 1870$ кгс.

Для 1 опори:

$$\frac{F_{a1}}{F_{r1}} = \frac{1601}{475,7} = 3,36 \geq e.$$

Згідно [3] $e = 0,26$, $x = 0,57$, $\psi = 0,93$.

Еквівалентне навантаження:

$$P_1 = xF_{r1} + \psi F_{a1}; \quad (2.55)$$

$$P_1 = 0,57 \cdot 475,7 \cdot 0,93 \cdot 1601 = 1760 \text{ кгс.}$$

Номінальна довговічність підшипників у першій опорі:

$$L = \left(\frac{4160}{1760} \right)^3 = 13,2 \text{ млн. обертів.}$$

Довговічність підшипників в 1 опорі при частоті 5000 об/хв:

$$L_n = \frac{13,2 \cdot 10^6}{5000} = 2640 \text{ годин.}$$

Ивв. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ивв. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ	Лист
						34

Для другої опори:

$$\frac{F_{a2}}{F_{r2}} = \frac{71,3}{237,8} = 0,299;$$

т.е. $l = 0,30$, $x = 0,56$, $\psi = 1,45$.

Еквівалентне навантаження:

$$P_2 = 0,56 \cdot 237,8 \cdot 1,45 \cdot 71,3 = 236,5 \text{ кгс.}$$

Номінальна довговічність в 2 опори:

$$L_2 = \left(\frac{2560}{236,5} \right)^3 = 1268 \text{ млн. обертів.}$$

Довговічність підшипника:

$$L_{п2} = \frac{1268 \cdot 10^6}{60 \cdot 5000} = 4227 \text{ годин.}$$

У такий спосіб 1-а опора визначає довговічність підшипникового вузла.

Ивв. № подл.	Подпись и дата	Ивв. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ивв. № дубл.

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ	Лист
						35

3 Технологічна частина

Технологічний процес виготовлення блоку циліндрів

Технологічний процес виготовлення блоку циліндрів розробляється по [13].

Особливістю технологічного процесу є необхідність точного дотримання розташування отворів у блоці з точністю по діаметрі 0,02 мм, точність кутового розташування, зсув кола розташування отворів.

Крім того, необхідно забезпечити точність виготовлення сфери контакту з розподільником, тому що ця поверхня слугує для ущільнення.

Дані вимоги визначають технологічний процес виготовлення кришки.

Серійність виготовлення блоку циліндрів - серійне виробництво (до 5000 штук на рік).

Заготівка під блок циліндрів - круг, діаметром 70 мм, довжиною 60 мм, матеріал заготівки – Сталь 20Х3МВФ ГОСТ 20072-74.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата	6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ	Лист
						36
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата

6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата
6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ				
				Лист 38

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата

6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата

6.05050205.08.BP.000.00ПЗ

4. Розділ з охорони праці

Протипожежна профілактика – комплекс організаційних і технічних заходів щодо попередження, локалізації та ліквідації пожеж, а також щодо забезпечення безпечної евакуації людей та матеріальних цінностей у разі пожеж, згідно [14].

Пожежна безпека - це такий стан промислового об'єкта, при якому виключається можливість пожежі, а в разі його виникнення попереджається вплив на людей небезпечних факторів і забезпечується захист матеріальних цінностей. Пожежі завдають величезних матеріальних збитків, призводять до травм та загибелі людей, так як супроводжуються виникненням небезпечних чинників, таких як відкритий вогонь, підвищена температура, токсичні речовини, дим, недолік кисню, ушкодження і порушення будівель, споруд, вибухи технічного обладнання тощо. Тому виконання правил пожежної безпеки на підприємствах є обов'язковим для всіх посадових осіб і громадян. Основи пожежної безпеки закладаються на стадії проектування підприємства, будівлі, споруди, планування технологічного процесу, встановлення обладнання, тобто враховується інженерно - технологічними заходами, які представлені в проектах при розробці проектної документації на будівництво, і вимагає суворого дотримання протипожежних правил у процесі експлуатації.

Пожежна безпека промислових підприємств складається з системи попередження пожеж, системи пожежного захисту і організаційно-технічних заходів.

Система попередження пожеж - це комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на виключення можливості виникнення пожеж, на запобігання утворення горючої і вибухонебезпечної середовища шляхом регламентації вмісту горючих газів, парів і пилу в повітрі, а також виключення можливості виникнення джерел загоряння або вибуху; забезпечення пожежної безпеки технологічних процесів, обладнання, електрообладнання, систем вентиляції, збереження сировини та інших матеріалів.

Ивв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ивв. № дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	--------------	--------------	----------------

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ	Лист
						41

Виключенню та запобігання пожеж сприяє: герметизація виробничого устаткування, заміна горючих речовин, які застосовуються в технологічних процесах на негорючі, обмеження обсягів речовин, які застосовуються і зберігаються на підприємстві; контроль над концентрацією речовин в повітрі в приміщеннях і технологічному обладнанні; застосування робочої та аварійної вентиляції; відвід займистою середовища в спеціальні пристрої та безпечні місця; застосування інгібруючих і флегматизуючих домішок; вибір безпечних швидкісних режимів руху середовища та ін.

Система пожежної захисту забезпечується застосуванням архітектурно-проектних рішень, перешкод шляху поширення пожежі, огнеотсекаючих пристрої на технологічних комунікаціях, в системах вентиляції, повітряного опалювання і кондиціонування повітря.

Організаційно-технічні заходи пов'язані з системами попередження пожеж та системами протипожежного захисту і повинні включати: організацію пожежної охорони, організацію відомчих служб відповідно до законодавства України та рішеннями місцевих органів самоврядування; паспортизацію речовин, матеріалів, виробів, технологічних процесів, будівель і споруд в частині забезпечення.

Усі заходи пожежної безпеки виробництва за призначенням поділяються на чотири групи:

1) Заходи, які забезпечують пожежну безпеку технологічного процесу та обладнання, збереження сировини і готової продукції.

2) Будівельно-технічні заходи, спрямовані на виключення причин виникнення пожеж і на створення стійкості огорожувальних конструкцій і будівель, на запобігання можливості розповсюдження пожеж і вибухів.

3) Організаційні заходи, які забезпечують організацію пожежної охорони, навчання працюючих методів запобігання пожеж і застосування первинних способів гасіння пожеж.

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.BP.000.00ПЗ

Лист
42

4) Заходи щодо ефективного вибору способів гасіння пожеж, оснащення пожежного водопостачання, пожежної сигналізації, створення запасу засобів гасіння.

Протипожежний захист забезпечується: вибором класу вогнестійкості об'єкта і меж вогнестійкості будівельних конструкцій; обмеженням поширення вогню в разі виникнення вогнища пожежі; застосуванням систем протидимного захисту; забезпеченням безпечної евакуації людей; застосуванням засобів пожежної сигналізації, сповіщення та пожежогасіння; організацією пожежної охорони підприємства.

Згідно Закону України «Про пожежну безпеку», забезпечення безпеки підприємств, установ покладено на керівників або уповноважених ними осіб. Обов'язки власників підприємств щодо забезпечення пожежної безпеки визначені ст.5 даного Закону України. Власники підприємств, установ і організацій, а також орендарі зобов'язані:

Розробляти комплексні заходи щодо забезпечення профілактики пожежної безпеки.

Відповідно до нормативних актів з пожежної безпеки розробляти, затверджувати положення, інструкції, інші нормативні акти, що діють в межах підприємства, здійснювати постійний контроль за їх виконанням; Забезпечувати виконання протипожежних вимог стандартів, норм, правил, а також виконання приписів і постанов органів державного пожежного нагляду;

Організувати навчання працівників правилам пожежної безпеки та пропагувати заходи щодо їх забезпечення;

Утримувати у справному стані засоби протипожежного захисту і зв'язку, пожежну техніку, обладнання та інвентар, не допускати їх використання не за призначенням;

Ивв. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ивв. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ

Лист
43

Створювати у разі потреби, відповідно до встановленого порядку, підрозділи пожежної безпеки та необхідну для їх функціонування матеріально-технічну базу;

Подавати на вимогу державної пожежної охорони відомості та документи про стан пожежної безпеки об'єктів і продукції, яка ними випускається; Проводяться заходи щодо впровадження автоматичних засобів виявлення та гасіння пожеж;

Своєчасно інформувати пожежну охорону про несправність пожежної техніки, систем пожежогасіння, водопостачання і т.д.

Основними заходами пожежної безпеки при проектуванні генеральних планів промислових підприємств є:

1. Забезпечення безпечних відстаней від кордонів промислових підприємств до житлових і громадських будівель.

2. Зонування будівель і споруд на території промислових підприємств з урахуванням їх призначення та ін. ознак.

3. Дотримання необхідних протипожежних розривів між будівлями і спорудами підприємства.

Будинки і споруди, з урахуванням категорії виробництва, групують в зони. Зони і самі будівлі і споруди всередині кожної зони розміщують з урахуванням рельєфу місцевості, рози вітрів та протипожежних розривів, щоб виникла пожежа не могла завдати шкоди сусіднім об'єктам. Так, приміщення, в яких розташовано виробництво категорії А, по відношенню до будівлі з категорією В або бутімоварочні котли по відношенню до штабелів пиломатеріалів повинні розташовуватися з підвітряного боку, нижче по рельєфу місцевості. Між зонами, а також будівлями, призначаються протипожежні розриви (табл. 4.1).

У багатьох випадках відстань між промисловими підприємствами та житловими, громадськими будинками визначається необхідністю створення санітарно-захисних зон, виходячи з виробничої шкідливості. Санітарно-захисні зони, як

Ивв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ивв. № дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	--------------	--------------	----------------

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ

Лист
44

правило, за площею перевищують протипожежні зони, що задовольняє вимогам пожежної безпеки.

Таблиця 4.1 – протипожежні розриви

Ступінь вогнестійкості будівель і споруд	Відстань, м, при ступені вогнестійкості сусідніх будівель і споруд		
	I, II	III	IV, V
I	Не нормуються (будівлі за категоріями виробництва Г і Д)	9	12
II	9 (будівлі по категоріям виробництва А, Б, В)	9	12
III	9	12	15
IV, V	12	15	13

При розробці будгенплану та ППР показують розміщення адміністративно-побутових, тимчасових споруд, складів, майданчиків для стоянки будівельних машин, доріг, будівель і споруд, що підлягають знесенню, мереж пожежного водопостачання, огорож і т.д. На будгенпланом виділяють спеціальні місця (майданчики) для виробництва пожежонебезпечних робіт (вогневих робіт). Всі питання протипожежного захисту знаходять відображення в календарному плані, який складається так, щоб в першу чергу були здійснені заходи щодо попередження пожеж та їх ліквідації. У пояснювальній записці ППР протипожежні заходи викладаються у вигляді конкретних технічних та організаційних рішень, з обов'язковим відображенням пожежобезпечних способів обігріву приміщень в зимовий час, пристрій тепляків, прогріву бетону, сушіння і т.д.

Ивв. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ивв. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ

На території підприємства повинно бути не менше двох проїздів. Ширина доріг при односторонньому русі повинна бути не менш 4 метрів, за двостороннього - не менше 6 метрів. Радіус закруглення повинен бути не менш 10 метрів, а для провезення довгомірних конструкцій і виробів - не менше 12 метрів. На дорогах повинні бути встановлені дорожні знаки напрямку руху, швидкість руху за прямими ділянками не повинна перевищувати 10 км / год, на ділянках поворотів і поганого огляду - 5 км/год. Дороги повинні бути кільцевими, без глухих кутів.

Крім того, обов'язково передбачаються заходи щодо блискавкозахисту будівель і будівельних лісів, вказуються способи зберігання легкозаймистих і горючих рідин. Пересувні вагончики (адміністративно-побутові приміщення) розташовують групами на відстані не менше 24 м від споруджуваних будинків. У групі може бути не більше 10 вагончиків і відстань між групами не менше 18 м. До всіх, що будуються і експлуатуються будівель, в тому числі і вагончика, повинен бути влаштований вільний під'їзд. До будівель шириною більше 18 м під'їзди влаштовуються з двох сторін, більш 100 м - з чотирьох. Складувати негорючі будівельні матеріали та конструкції у виняткових випадках можна в межах протипожежних розривів за умови, що навколо будов залишається вільна смуга шириною не менше 5 м з покриттям, укріпленим гравієм, шлаком.

Найбільш небезпечною в пожежному відношенні є та частина будівельного майданчика, де складуються матеріали і конструкції і особливо лісоматеріали, легкозаймисті та горючі рідини. На будівельному майданчику склади від споруджуваних будинків розташовуються на відстані не менше 30 м для пиломатеріалів; 15 м-для круглого лісу і 24 м-для інших горючих матеріалів (толь, руберойд і т. д.).

Ділянка, що відводиться для складування лісоматеріалів, повинен бути не більше 750 м² і не більше 100 м² - Для інших горючих матеріалів. Якщо цієї площі для зберігання недостатньо, то відводиться іншу ділянку на відстані 25

Ивв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ивв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ	Лист
						46

м від першого. На складі необхідно систематично прибирати тріску, кору, стружку й відразу ж відвозити на спеціально відведену площадку, розташовану на відстані не менше 50 м від споруджуваних і експлуатованих будівель і складу матеріалів.

Круглий ліс на складах укладають у штабелі шириною, рівною довжині колоди, висотою не більше 1,5 м, Довжиною не більше 100 м. Пиломатеріали складають у штабелі довжиною і шириною не більше довжини дошки при висоті, що дорівнює не більше половини ширини штабеля, а при укладанні в клітки - заввишки не більше ширини штабеля. Штабелі розміщують групами з числом штабелів не більше 12 в одній групі з розривом між групами не менше 25 м.

Зберігання легкозаймистих і горючих рідин на будмайданчиках повинно відповідати вимогам СНиП 11-3-79 у видатковому складі, розташованому тільки над землею, допускається зберігати не більше 5 м³ легкозаймистих і 25 м³ горючих рідин. Для їх зберігання використовується справна, герметично закривається металева тара, відкривати яку необхідно інструментом, що виключає утворення іскор. Порожня тара зберігається на спеціально відведеному майданчику віддаленої від усіх об'єктів будівельного майданчика не менше ніж на 30 м. Ремонтувати тару дозволяється тільки після ретельної промивки і пропарювання. Розлив легкозаймистих рідин дозволяється тільки насосами через мідну сітку. Балони із стисненими, зрідженими та розчиненими газом повинні зберігатися відповідно до Правил будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском. Карбід кальцію зберігають на стелажах у металевих закритих барабанах у сухому, добре провітрюваному надземному приміщенні. Нижню полицю стелажа розташовують на відстані 20 см від підлоги, щоб уникнути можливого затоплень карбіду кальцію. Барабан з карбідом кальцію розкривають інструментом, що виключає іскроутворення.

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ	Лист
						47

Конструкції складів, де зберігають вибухонебезпечні, вогненебезпечні пари і газу, горючі рідини, лаки, фарби, пінополістирол, виконують з негорючих матеріалів. У цих складах забороняється проводити роботи, пов'язані з вогнем і утворенням іскор.

Машина на будівельному майданчику розташовують на ділянках, розташованих не менше ніж у 9 м від будівель та споруд I-II ступеня вогнестійкості, не менше ніж у 12 м від будинків III-IV ступеня вогнестійкості і від відкритих горючих матеріалів у 24 м. Навіть короточасне захарщення проходів та проїздів машинами забороняється. На відведених майданчиках машина розташовують у 1 м один від одного. При цьому забороняється ставити машини, з яких виявлено витікання бензину або масла до усунення недоліків; не допускається мити і протирати бензином або гасом деталі машин. Усі будівельні майданчики обладнуються набором первинних засобів пожежогасіння. До первинних засобів пожежогасіння відносяться вогнегасники (пінні, газові, порошкові), пожежні крани з комплектом устаткування, бочки з водою, ящики з піском, кошми, багри, ломи, сокири, пилки, лопати, відра. Набір первинних засобів пожежогасіння рекомендується в залежності від виду робіт. Зазвичай це один або два вогнегасники, ящик з піском (об'ємом 0,5 м³) і бочка з водою (обсягом 0,2 м³). Бочки встановлюють при відсутності внутрішнього пожежного водопроводу.

При виробництві загально-будівельних робіт, якщо споруджувані будинки більше трьох поверхів, слід передбачати основні шляхи евакуації. Такими шляхами можуть бути сходи сходових клітин та сходи, що сполучають поповерхово балкони або лоджії, які зводяться одночасно зі стінами. Будівельні ліси на кожні 40 м по їх довжині обладнуються сходами, але на всі будівля повинна бути не менше двох сходів, пристосованих для підйому людей і пожежних рукавів. Спалимі конструкції лісів, опалубки повинні бути оброблені вогнезахисним складом.

Ивв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ивв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ	Лист
						48

5. Розділ з економіки

Виробничий процес – це сукупність взаємозалежних основних, допоміжних і обслуговуючих процесів праці і знарядь праці з метою створення споживчих вартостей – корисних предметів праці, необхідних для виробничого або особистого споживання, згідно[15]. У процесі виробництва робітники впливають на предмети праці за допомогою знарядь праці і створюють нові готові продукти, наприклад, верстати, автомобілі, товари народного споживання і т. д. Предмети і знаряддя праці, будучи речовинними елементами виробництва, на підприємстві знаходяться у визначеному взаємозв'язку один з одним: конкретні предмети може бути оброблено тільки визначеними знаряддями праці; вже самі по собі вони мають системні властивості. Однак жива праця повинна охопити ці речі і тим самим почати процес перетворення їх у продукт. Таким чином, виробничий процес – це насамперед трудовий процес, оскільки ресурси, використовувані людиною на його вході, як інформація, так і матеріальні засоби виробництва є продуктом попередніх процесів праці. Розрізняють основні, допоміжні та обслуговуючі виробничі процеси (рис. 5.1).

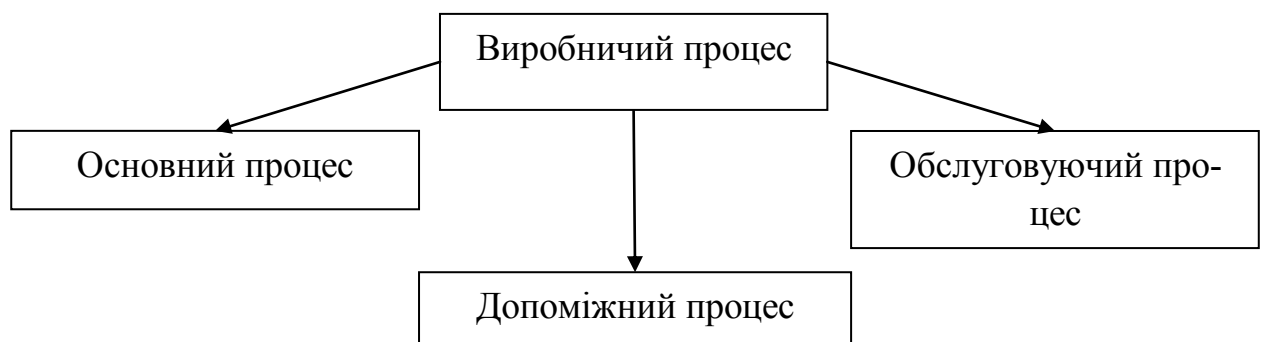


Рисунок 5.1 – Структура виробничого процесу

Основні виробничі процеси – це та частина процесів, у якій відбувається безпосередня зміна форм, розмірів, властивостей внутрішньої структури предметів праці і перетворення їх у готову продукцію. Наприклад, на підприємстві сільськогосподарського машинобудування процеси виготовлення деталей і складання з них підв'язків, вузлів виробів у цілому.

Инов. № подл.	
Подпись и дата	
Взам. инв. №	
Инов. № дубл.	
Подпись и дата	

					6.05050205.08.BP.000.00ПЗ	Лист 49
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		

До допоміжних виробничих належать такі процеси, результати яких використовуються безпосередньо в основних процесах, для забезпечення їх ефективного здійснення. Прикладами таких процесів є: виготовлення інструментів, пристосувань, засобів механізації й автоматизації власного виробництва, запасних частин для ремонту устаткування.

Обслуговуючі виробничі процеси – це процеси праці з надання послуг, необхідних для здійснення основних і допоміжних виробничих процесів. Наприклад, транспортування матеріальних потужностей, складські операції усіх видів, технічний контроль якості продукції й ін.

Основні, допоміжні й обслуговуючі виробничі процеси мають тенденції розвитку й удосконалення. Так, багато допоміжних виробничих процесів може бути передано спеціалізованим бригадам, що в більшості випадків забезпечує більш ефективне їх виконання. З підвищенням рівня механізації й автоматизації основних і допоміжних процесів, обслуговуючі процеси поступово стають невід’ємною частиною основного виробництва, відіграють організуючу роль в автоматизованих і особливо у гнучких автоматизованих виробництвах.

Методи організації виробництва:

Методи організації виробництва являють собою сукупність способів, прийомів і правил раціонального сполучення основних елементів виробничого процесу в просторі і часі на стадіях функціонування, проектування й удосконалення організації виробництва.

Метод організації індивідуального виробництва. Цей метод використовується в умовах одиничного випуску продукції або виробництва її малими серіями і припускає: відсутність спеціалізації на робочих місцях; застосування широкоуніверсального устаткування, розміщення його групами за функціональним призначенням; послідовне переміщення деталей з операції на операцію партіями.

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ивв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ

Умови обслуговування робочих місць відзначаються тим, що робітники майже постійно користуються одним набором інструментів і невеликою кількістю універсальних пристосувань, потрібна лише періодична заміна інструменту, що затупився або зносився. На противагу цьому підвезення деталей до робочих місць і відправлення деталей за видачі нового завдання або за приймання закінченої роботи відбувається кілька разів протягом зміни. Тому виникає необхідність гнучкої організації транспортного обслуговування робочих місць.

Організації виробництва поточним методом. Застосування цього методу забезпечує виготовлення виробів одного найменування або типового ряду і потребує сукупності спеціальних організаційних заходів побудови виробничого процесу: розташування робочих місць за ходом технологічного процесу; спеціалізації кожного робочого місця для виконання однієї з операцій; передачі предметів праці з операції на операцію поштучно і дрібними партіями відразу ж після закінчення обробки; ритмічності випуску, синхронності операцій; детального пророблення організації технічного обслуговування робочих місць.

Потокова організація виробництва – це така форма організації виробництва, при якій операції виконуються у визначеній, заздалегідь установленій послідовності; мають рівновеликі завдання по випуску предметів праці за той самий період і виконуються одночасно. На підприємстві застосовується потік з вільним темпом – агрегатно-груповий. Ця система організації потоків характеризується підвищеною змінюваністю асортименту продукції, застосуванням агрегованого устаткування. Зміна моделей в агрегатно-груповому потоці не спричинює перебудови робочих місць, а обмежується зміною пристосувань, переміщенням одного або декількох виконавців з одного робочого місця на інше.

Потокове виробництво – це найбільш ефективна форма організації виробництва по масовому випуску продукції, що забезпечує високе зростання продуктивності праці, безперервність виробничого процесу і найвищий рівень якості. Особ-

Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ

Лист
51

ливість організації потокового виробництва на сучасному етапі є керування великими колективами людей і динаміка розвитку галузей промислового виробництва, тобто швидка зміщуваність видів продукції. Потокове виробництво полягає в об'єднанні машин, що роблять аналогічний вид або тип продукції. Розрізняються два варіанти: група машин і виробничі лінії.

Якщо говорити про групу машин, то йдеться про устаткування, розміщене залежно від послідовності операцій. Коли йдеться про виробничу лінію, то устаткування розміщують по прямій лінії; цехи – на рівнобіжні лінії, що спеціалізуються на визначеному товарі (або типах товарів). При організації потокового виробництва необхідно враховувати тривалість замовлення, обсяг випуску, визначити категорію якості і технічний рівень виробничих ланок. При потоковому виробництві частіше використовують потокові лінії.

Потокова лінія – це група робочих місць, що розташовані в строгій послідовності операцій технологічного циклу, за якими закріплені певні операції. Декілька поточкових ліній складають цех.

Основні характеристики потокової лінії:

1. Закріплення за кожним робочим місцем тільки однієї операції по виготовленню деталей або збору продукції.
2. Розташування робочих місць по ходу лінії.
3. Після закінчення операції на наступне робоче місце деталі передають по одній.
4. Синхронізація продовження кожної операції технологічного процесу на потоковій лінії. Тобто операції повинні бути кратні такту лінії.
5. Механізація передачі деталей та виробів з одного робочого місця на інше.

Ив. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.BP.000.00ПЗ

6. Замкнутий характер виробництва, який включає всі роботи з виготовлення деталей та виробів.

Потокові лінії можуть відрізнятися одна від одної за такими характеристиками:

1. номенклатура виробів, що виготовляються;
2. рівень безупинності процесу;
3. рівень механізації та автоматизації;
4. умови наладки обладнання та ін.

При організації поточкових ліній розраховуються:

1. такт;
2. число робочих місць та робочих на поточковій лінії;
3. синхронізація операцій; швидкість руху та довжина робочої стрічки конвеєру;
4. виробничі нормативи.

Основними напрямками поліпшення роботи поточкових ліній можуть бути: зниження простоїв обладнання; своєчасне подавання сировини і матеріалів; раціоналізація робочих місць потоку; поліпшення умов праці на робочих місцях; синхронізація роботи потоку; введення багатостатного обслуговування і суміщення професій.

При організації виробничих ділянок в умовах потоку велике значення має правильний вибір транспортних засобів – найефективнішими транспортними засобами є конвеєри. Існують три види конвеєрів: безперервний, пульсуючий і розподільний. Пульсуючий конвеєр характеризується тим, що виріб знімається з лінії і обробляється на робочому місці, потім виріб повертається на лінію, що здійснює його транспортування на інше робоче місце. Умовою роботи цієї лінії є рівність такту сумі часу оброблення деталі і часу транспортування.

Ивв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ивв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ	Лист
						53

Для організації потокового виробництва в часі застосовується три види руху предметів праці: послідовний, рівнобіжний і змішаний.

Послідовний вид руху предметів праці має максимальний час складання і, як наслідок, найвищу собівартість. Рівнобіжний вид рухів предметів праці має мінімальний час зборки усіх видів руху предметів праці, але потребує обов'язкової кратності часу оброблення виробу на всіх операціях, а краще – рівності. Собівартість мінімальна.

Змішаний вид руху предметів праці має середній час складання виробу порівняно з рівнобіжним і послідовним видами і середнє значення собівартості. При цьому виді деталі можуть передаватися як поштучно, так і серіями або партіями, що виключає недоліки за тривалістю складання і перезавантаженню або недовантаженню робочих місць, що характерно для перших двох видів.

Потоковий метод організації можна застосовувати за дотриманням таких умов:

а) обсяг випуску продукції досить великий і не змінюється протягом тривалого періоду часу;

б) конструкція виробу технологічна, окремі вузли і деталі піддаються транспортуванню, виріб можна розділяти на конструктивно-складальні одиниці, що особливо важливо для організації потоку з складання;

в) витрати часу за операціями може бути встановлено з достатньою точністю, синхронізовано і зведено до єдиної величини; забезпечується безперервна подача до робочих місць матеріалів, деталей, складальних вузлів; можливе повне завантаження устаткування.

Організація потокового виробництва пов'язана з проведенням низки розрахунків і підготовчих робіт, які пов'язані з апаратурно-механічним оснащенням

Ивв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ивв. № дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	--------------	--------------	----------------

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ	Лист
						54

виробництва та узгодження усіх його елементів. Вихідним моментом за проектування обсягу випуску продукції є такт потоку.

Такт – це проміжок часу між запуском (або випуском) двох суміжних виробів на лінії. Такт може бути середнім і робочим.

Для забезпечення повного завантаження устаткування і безперервності протікання виробничого процесу в потоковому виробництві здійснюється синхронізація (вирівнювання) операцій у часі. Після того як досягнуто синхронізацію операцій на потоковій лінії, складається план-графік її роботи, що полегшує контроль за використанням устаткування і робітників.

Однією з основних умов безперервної і ритмічної роботи поточкових ліній є організація міжопераційного транспорту. У потоковому виробництві транспортні засоби використовуються не тільки для переміщення виробів, а й для регулювання такту роботи і розподілу предметів праці між рівнобіжними робочими місцями на лінії. Вибір транспортного засобу залежить від габаритів, маси оброблюваних деталей, типу і кількості устаткування, такту, ступеня синхронізації операцій.

Проектування потоку завершується розробленням раціонального планування лінії. В процесі планування необхідно дотримуватися таких вимог: передбачити зручні підходи до робочих місць для ремонту й обслуговування лінії, забезпечити безперервне транспортування деталей до різних робочих місць на лінії; виділити майданчики для нагромадження заділу і підходу до нього; передбачити на лінії робочі місця для виконання контрольних операцій.

Метод групової організації виробництва застосовується у випадку обмеженої номенклатури конструктивно і технологічно однорідних виробів, виготовлених повторюваними партіями. Суть методу полягає в зосередженні на ділянці різних видів технологічного устаткування для оброблення групи деталей за уніфікованим технологічним процесом.

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ивв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ

Характерними ознаками організації виробництва є: подетальна спеціалізація виробничих підрозділів; запуск деталей у виробництво партіями за спеціально розробленими графіками; паралельно-послідовне проходження партій деталей за операціями; виконання на ділянках (у цехах) технологічно завершеного комплексу робіт.

Метод організації синхронізованого виробництва інтегрує ряд традиційних функцій організації виробничих процесів: оперативного планування, контролю складських запасів, управління якістю продукції. Суть методу зводиться до відмови від виробництва продукції великими партіями і створення безперервно-поточкового багатопредметного виробництва, в якому на всіх стадіях виробничого циклу необхідний вузол або деталь поставляється до місця наступної операції точно в необхідний час.

Поставлена мета реалізується за допомогою створення групових, багатопредметних поточкових ліній і використання принципу витягування в управлінні ходом виробництва. Основними правилами організації виробничого процесу в цьому випадку є:

1. виготовлення продукції дрібними партіями; формування серій деталей і застосування групової технології з метою скорочення часу налагодження устаткування;
2. перетворення складів матеріалів і напівфабрикатів на буфер-склади;
3. перехід від цехової структури виробництва до предметно-спеціалізованих підрозділів;
4. передача функцій управління безпосередньо виконавцям.

Метод синхронізованого виробництва припускає впровадження системи комплексного управління якістю, що ґрунтується на дотриманні таких принципів: контроль виробничого процесу; наочність результатів вимірювання показників

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ	Лист
						56

якості; дотримання вимог до якості; самостійне виправлення браку; перевірка 100 % виробів; постійне підвищення якості.

Виробництво масовими партіями становило і становить на численних підприємствах основний тип виробництва, воно є апогеєм тейлористської індустріальної культури. У ситуації, коли основною формою конкурентної боротьби є цінова, пріоритет надається економіці з масовим виробництвом (великими партіями), а також процесу стандартизації продукції (коли клієнт обмежується відносно невеликим вибором) і стандартизації операцій, наслідки від якої виступають у вигляді поділу завдань і можливостей удатися до кваліфікованої робочої сили, вузько спеціалізованої і незначно пов'язаної із самим процесом виробництва. Виробництво масовими серіями означає виробництво максимально великими партіями, де зміну знарядь праці зведено до мінімуму, для того щоб скоротити до мінімуму витрати при випуску великої кількості продукції.

Багато іноземних конкурентів виступають за потокову систему виробництва з «виштовхуванням» оброблюваних виробів, що передбачає більш тісну координацію роботу виробничих ділянок. У цьому випадку оброблювані вироби послідовно «витягають» з попередньої ділянки в міру необхідності. Такі виробничі системи звичайно досить прості за структурою. Передача інформації від ділянки до ділянки в основному здійснюється за допомогою паперових карток («канбан»), а не за допомогою ЕОМ. Функціонування таких систем значною мірою визначається взаємодією сусідніх виробничих ділянок.

Використання іноземними фірмами системи «потокового виробництва» є наймогутнішим важелем підтримки американської економіки в лідируючій групі світових економічно розвитих країн

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ	Лист
						57

Висновок

У випускній роботі виконані розрахунок і конструювання регульованого аксіально-поршневого насоса з похилим блоком. Розрахунки показали, що розрахований насос забезпечує задані параметри, а його конструкція дозволяє витримувати навантаження, що виникають у результаті роботи насоса.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата
				Лист
				58
<i>6.05050205.08.BP.000.00ПЗ</i>				

ЛІТЕРАТУРА

1. Попов Д.Н. Проектирование гидроприводов с дроссельным регулированием. Учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию; Под ред. В.В. Щульгина. – М. : Машиностроение, 1983.
2. Чупраков Ю.И. Гидропривод и средства гидроавтоматики. – М. : Машиностроение, 1979.
3. Скрицкий В.Я., Рокшевский В.А. Эксплуатация промышленных гидроприводов. – М.: Машиностроение, 1984.
4. Свешников В.К., Усов А.А. Станочные гидроприводы: Справочник. – М.: Машиностроение, 1982.
5. Ильин М.Г., Бекиров Я.А. Технология изготовления прецизионных деталей гидропривода. – М.: Машиностроение, 1971.
6. Методические указания по оформлению текстовых документов (курсовых и дипломных проектов) / Ю.В. Хмельницкий.
7. Абрамов Е.И., Колесниченко К.А., Маслов В.Т. Элементы гидропривода. – Киев: Техника, 1977 – 320с.
8. Башта Т.М. Гидропривод и гидропневмоавтоматика. – М.: Машиностроение, 1972
9. Некрасов Б.Б. Гидравлика и ее применение на летательных аппаратах. – М.: Машиностроение, 1967
- 10.Крамской Э.И. Гидравлические следящие приводы со струйными усилителями. – М.: Машиностроение, 1972
- 11.Гамынин Н.С. Гидравлический привод систем управления. – М.: Машиностроение, 1972
- 12.Мандрика А. С. Методичні вказівки до виконання технологічного розділу дипломного проекту зі спеціальності 7.05050205 "Гідравлічні машини, гідроприводи та гідропневмоавтоматика" [Текст] : для студ. усіх форм на-

Инов. № подл.		Взам. инв. №		Инов. № дубл.		Подпись и дата		
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.ВР.000.00ПЗ			Лист 59

вчання / А. С. Мандрика, А. А. Папченко. – Суми : СумДУ, 2011. – 27 с. – 3-00.

13. Пожежна профілактика [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: http://ua-referat.com/%D0%9F%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%B6%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%84%D1%96%D0%BB%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0

14. Потокове виробництво [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.subject.com.ua/economic/business/107.html>

15. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра / укладачі: В. Ф. Герман, О. Г. Гусак, В. О. Панченко. – Суми : Сумський державний університет, 2018. – 32 с.

Инов. № подл.	Подпись и дата				Инов. № дубл.	Подпись и дата				
	Взам. инв. №					Инов. № дубл.				
	Подпись и дата					Инов. № дубл.				
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	6.05050205.08.BP.000.00ПЗ					Лист
										60