

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій  
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри ПГМ  
Ковальов І.О.  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему

Розробка гідравлічного приводу установки для автома-  
тичного шліфування дошок

зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» (освітня програма «Гідрав-  
лічні машини, гідроприводи та гідропневмоавтоматика»)

Виконавець роботи \_\_\_\_\_ Аль Кудях Мохаммад Муханнед Ахмед  
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_ Кулініч С. П.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

Суми 2021

Сумський державний університет  
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій  
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки  
освітня програма “Гідравлічні машини, гідроприводи та гідропневмоавтоматика”  
зі спеціальності 131 “Прикладна механіка”

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Зав. кафедрою ПГМ  
\_\_\_\_\_ І.О.Ковальов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021р.

## ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра студентові  
Аль Кудах Мохаммад Муханнед Ахмед

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка гідравлічного приводу установки для автоматичного шліфування дошок

затверджена наказом по університету від" \_\_\_\_ р. № \_\_\_\_\_

2. Термін задачі студентом закінченої роботи 10.06.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи: зусилля на штоках гідроциліндрів: поперечної подачі дошки Ц1  $F_1=10\text{кН}$ ; модуля шліфування Ц2  $F_2=25\text{кН}$ ; подачі дошки Ц3  $F_3=10\text{кН}$  відвантаження Ц4  $F_4=10\text{кН}$  притискання Ц5  $F_5=20\text{кН}$ ; швидкості переміщення штоків гідроциліндрів: поперечної подачі дошки Ц1  $v_1=2.4\text{м/хв}$ ; модуля шліфування Ц2  $v_2=1.2\text{м/хв}$ ; подачі дошки Ц3  $v_3=3.6\text{м/хв}$ ; відвантаження Ц4  $v_4=3.6\text{м/хв}$ ; притискання Ц5  $v_5=1.8\text{м/хв}$ .

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно вирішити)

Опис конструкції та принципу дії приводу, розрахунок розмірів гідроциліндрів, гідравлічний розрахунок приводу, питання охорони праці і безпеки життєдіяльності, технологічний процес складання блоку керування

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Принципова схема приводу, робочі креслення деталей та вузлів приводу— всього 4 аркуші формату А1

## 2. Консультанти по роботі із зазначенням розділів роботи\*

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

\* призначаються при необхідності рішенням кафедри за поданням керівника роботи

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Найменування етапів роботи	Термін виконання	Примітка
1	Опис конструкції та принципу дії привода	27.04.2021	
2	Розрахунок розмірів гідроциліндрів	05.05.2021	
3	Розробка принципової схеми приводу	10.05.2021	
4	Гідравлічний розрахунок привода	15.05.2021	
5	Розробка робочих креслень деталей та вузлів привода	20.05.2021	
6	Охорона праці та техніка безпеки	25.05.2021	
7	Економічна частина	31.05.2021	
8	Розробка технологічного процесу складання блоку керування	05.06.2021	
7	Оформлення розрахунково-пояснювальної записки	10.06.2021	

7. Дата видачі завдання

«6» квітня 2021р.

Студент-

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Кулініч С.П.  
(Прізвище, ініціали)

## **РЕФЕРАТ**

Записка: 50 с., 12 рис., 15 табл., 4 джерела.

Графічний матеріал: 4 аркуші формату А1.

Розроблена принципова схема гідравлічного приводу установки для автоматичного шліфування дошок, виконано розрахунок розмірів гідравлічних двигунів, розроблена імітаційна модель приводу і проведений аналіз роботи даного приводу.

Ключові слова: ГІДРОЦИЛІНДР, РОЗПОДІЛЬНИК, ДРОСЕЛЬ, ПАНЕЛЬ ГІДРАВЛІЧНА, КЛАПАН ТИСКУ

## Зміст

Вступ	5
1. Опис конструкції і принципової схеми гідравлічного приводу верстата для шліфування деревини	7
2. Визначення розмірів гідравлічних двигунів і вибір гідравлічного обладнання	12
2.1. Вихідні дані	12
2.2. Вибір робочої рідини і тиску в гідросистемі	13
2.3. Розрахунок розмірів гідравлічних двигунів	15
2.4 Вибір гідравлічного обладнання	21
3. Гідравлічний розрахунок приводу	25
4 Проектування технологічного процесу складання блока керування	31
5 Організація складського господарства підприємства	34
5.1. Завдання і структура складського господарства	34
5.2. Організація складських операцій	36
5.3. Розрахунок потреб підприємства у площах під складські приміщення	39
5.4. Особливості організації автоматизованих складів	41
6. Охорона праці та безпека життєдіяльності	43
Висновки	48
Література	49

Инов. № дубл.		Взам. инв. №		Подпись и дата		131.02.ВР.000.00ПЗ					
Инов. № подл.		Изм Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Привід гідравлічний установки для автоматичного шліфування дошок Пояснювальна записка					
		Разраб.	Аль Кудях						Лит.	Лист	Листов
		Провер.	Кулініч.						ВР	4	50
		Нач. бюро							СумДУ ГМ-71		
		Н. контр.	Алексеєнко								
		Утв.									

## ВСТУП

Під гідроприводом розуміють сукупність пристроїв (до числа яких входить один або декілька об'ємних гідродвигунів), призначену для приведення в рух механізмів і машин за допомогою робочої рідини під тиском. В якості робочої рідини у верстатних гідроприводах використовується мінеральні масла. Гідроприводи широко застосовуються в сучасному верстатобудуванні. Вони дозволяють істотно спростити кінематику верстатів, зменшити їх металоємкість, підвищити точність, надійність роботи, а також рівень автоматизації. Широке використання гідроприводів у верстатобудуванні визначається рядом їх істотних переваг перед іншими типами приводів і передусім можливістю отримання великих зусиль і потужностей при обмежених розмірах силових виконавчих двигунів. Завдяки малій інерційності рухливих частин гідроприводи мають високу швидкодію. Практика показує, що на гідромотор доводиться зазвичай не більше 5% моменту інерції приведенного ним механізму, а для гідроциліндра цей показник може бути ще краще, тому час їх розгону і гальмування не перевищує зазвичай декілька сотих часток секунди. Гідравлічні приводи забезпечують за умови хорошої плавності руху широкий діапазон безступінчатого регулювання швидкості виконавчих двигунів. Важлива гідність гідроприводов- можливість роботи в динамічних режимах при частих включеннях, зупинках, реверсах руху або змінах швидкості, причому якість перехідних процесів може контролюватися і змінюватися в потрібному напрямі. Цим пояснюється широке використання гідравліки у верстатах із зворотно-поступальним рухом робочого органу (шліфувальні, хонинговальні, токарні, протяжні, строгальні, довбальні та ін.).

Гідропривід дозволяє надійно захистити систему від перевантаження, що дає можливість механізмам працювати по жорстких упорах, при цьому забезпечується точний контроль діючих зусиль шляхом регулювання тиску притиску. Гідроциліндр в гідроприводі дозволяє отримати прямолінійний рух без яких-небудь кінематичних перетворень. До достоїнств гідроциліндрів слід віднести також граничну простоту конструкції, високий ККД (0.85-0.95), малу

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата
131.02. ВР.000.00ПЗ				
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
				5

власну інерційність, можливість вибору певного співвідношення швидкостей прямого і зворотного ходу і надійність.

До основних переваг гідроприводів слід віднести також досить високе значення ККД, підвищену жорсткість завдяки великому модулю пружності олії, незначним об'ємом, що стискається, і герметичності робочих камер гідродвигунів, самосмазуючість і довговічність. Надійна робота верстатних гідроприводів може бути гарантована тільки при належній фільтрації робочої рідини. Необхідність застосування фільтрів тонкого очищення підвищує вартість гідроприводів і ускладнює їх технічне обслуговування, проте ці недоліки компенсуються значним зростанням довговічності обладнання

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	131.02. ВР.000.00ПЗ	6

# 1. Опис конструкції і принципової схеми гідравлічного приводу верстата для шліфування деревини

## 1.1. Конструктивна схема верстата

Конструктивна схема верстата для шліфування деревини показана на рис. 1.1.

Дошка заданої ширини 8 із заздалегідь обробленими торцями подається на робочий стіл 9 і притискається до поперечних упорів 6 за допомогою подаючого гідроциліндра двосторонньої дії 3. Здвоєний привід двосторонньої дії 5 притискає дошку до подовжніх упорів 7, після чого циліндр 3 повертається в початкове положення. Після цього привід модуля шліфування 2 входить в робочу зону і здійснює поступальну ходу із заданою швидкістю – робить шліфування верхньої поверхні дошки. Після завершення операції шліфування модуль 2

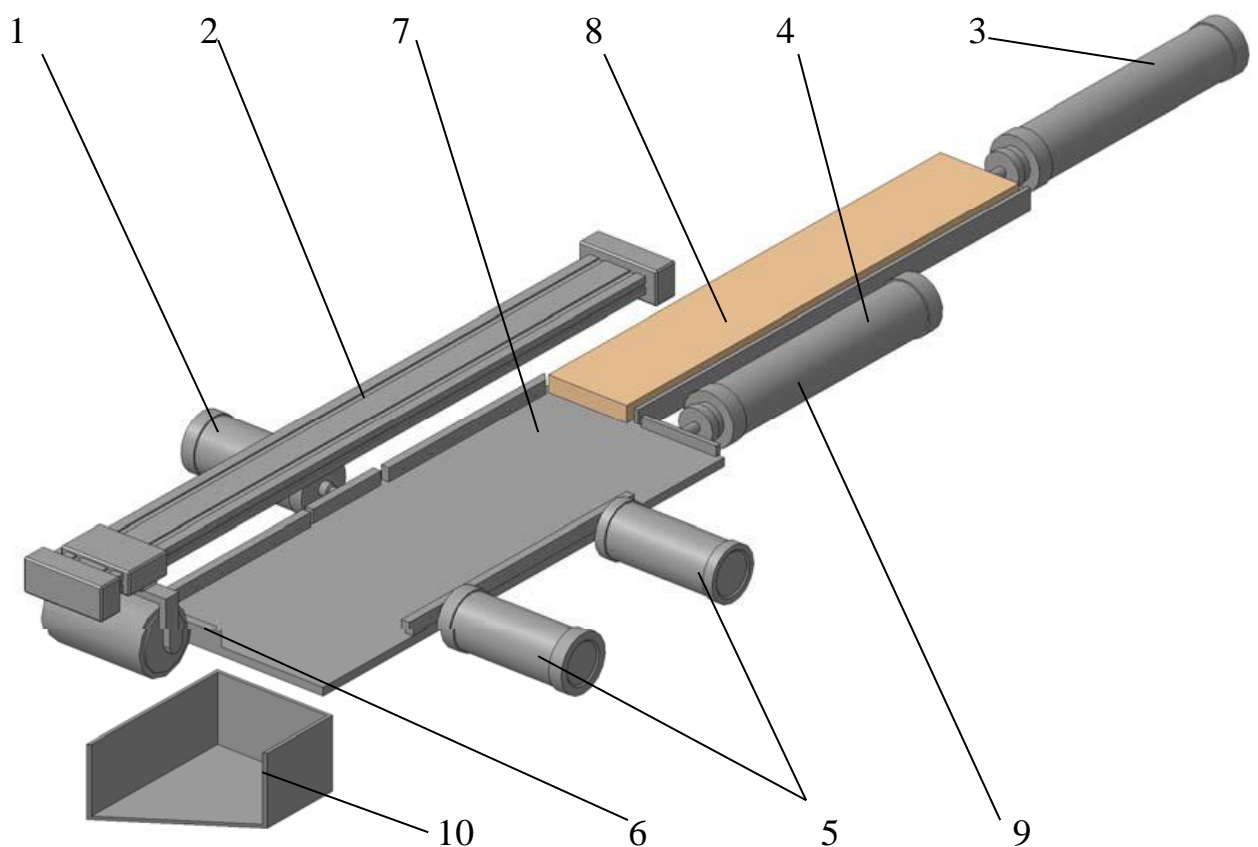


Рисунок 1.1 – Верстат для шліфування деревини повертається в початкове положення. Привід 5 повертається в початкове положення. Циліндр 1 зрушує дошку з упорів, після чого циліндр 4 відвантажує

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

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

131.02. ВР.000.00ПЗ



шліфовану дошку у бункер 10. Після того, як усі приводи повернуться в початкове положення, система повторює цикл з наступною завантаженою дошкою.

## 1.2. Принципова схема гідравлічного приводу

За описом роботи верстата записуємо послідовність руху штоків гідравлічних циліндрів

$$3 - 5p - \bar{3} - 2v - \bar{2}v - \bar{5} - 1 - \bar{1} - 4 - \bar{4}$$

Кругова діаграма має вигляд (рис.1.2,а).

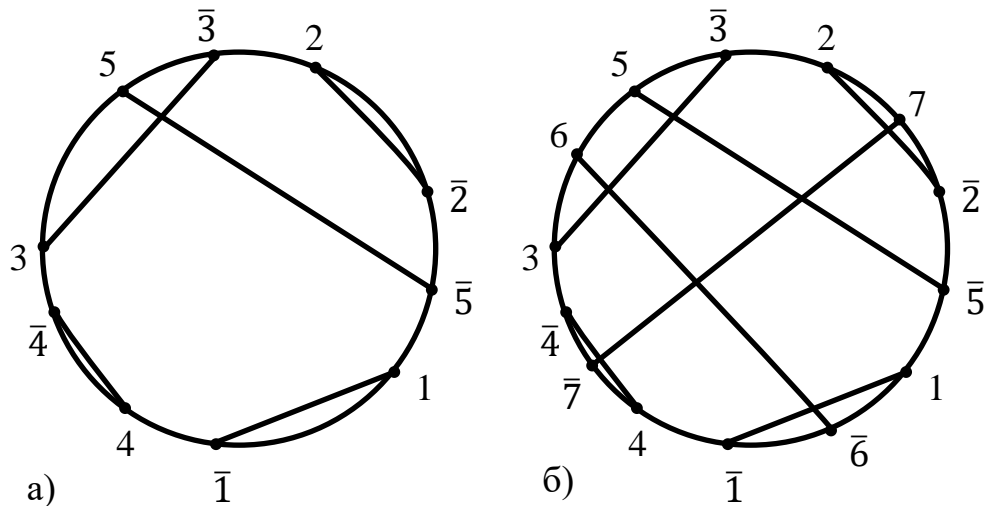


Рисунок 1.2 – Колова діаграма послідовності руху штоків гідроциліндрів:  
а – вихідна; б – після корекції

Оскільки лінії переходів не перетинаються, то тільки за сигналами від датчиків положення штоків гідроциліндрів неможливо сформуванати команди для переключення розподільників, які керують послідовністю руху штоків гідроциліндрів. Для усунення невизначеності додаємо 2 елемента пам'яті (рис. 1.2,б)

За коловою діаграмою складаємо рівняння керування рухом штоків гідроциліндрів

$$Y_1 \leftarrow X_{\bar{5}}X_6X_7;$$

$$Y_{\bar{1}} \leftarrow X_1;$$

$$Y_2 \leftarrow X_{\bar{3}}X_6X_{\bar{7}};$$

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	131.02. ВР.000.00ПЗ
-----	------	----------	-------	------	---------------------

$$Y_2 \Leftarrow X_2;$$

$$Y_3 \Leftarrow X_4 X_6 X_7;$$

$$Y_3 \Leftarrow X_5;$$

$$Y_4 \Leftarrow X_1 X_6 X_7;$$

$$Y_4 \Leftarrow X_4;$$

$$Y_5 \Leftarrow X_3;$$

$$Y_5 \Leftarrow X_2 X_7;$$

$$Y_6 \Leftarrow X_3;$$

$$Y_6 \Leftarrow X_1;$$

$$Y_7 \Leftarrow X_2;$$

$$Y_7 \Leftarrow X_4.$$

Принципова схема гідравлічного приводу верстата приведена на рис. 1.3.

Після подачі живлення в гідравлічній лінії, з'єднаних з напірною лінією насосів, встановлюється високий тиск (на схемі рис. 1.4 показані потовщеними лініями). В результаті цього розподільники переключаються в позиції початку роботи (рис. 1.4).

Запуск приводу на роботу в автоматичному режимі здійснюється включенням розподільника Р25. При цьому розподільник Р3 переключається і тиск подається в поршневу порожнину гідроциліндра Ц3. Шток гідроциліндра починає висуватися, кулачок відпускає розподільник Р10, і розподільник Р16 повертається в початкове положення, перекидаючи подачу сигналу на розподільник Р2. Після того, як шток гідроциліндра Ц2 висунеться, буде натиснутий розподільник Р11, який подає сигнал на переключення розподільника Р5. Починає висуватися шток гідроциліндра Ц5 і розподільник Р14 переключається в початкове положення. Після зупинки штока

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
131.02. ВР.000.00ПЗ				
				9

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

131.02. ВР.000.00ПЗ

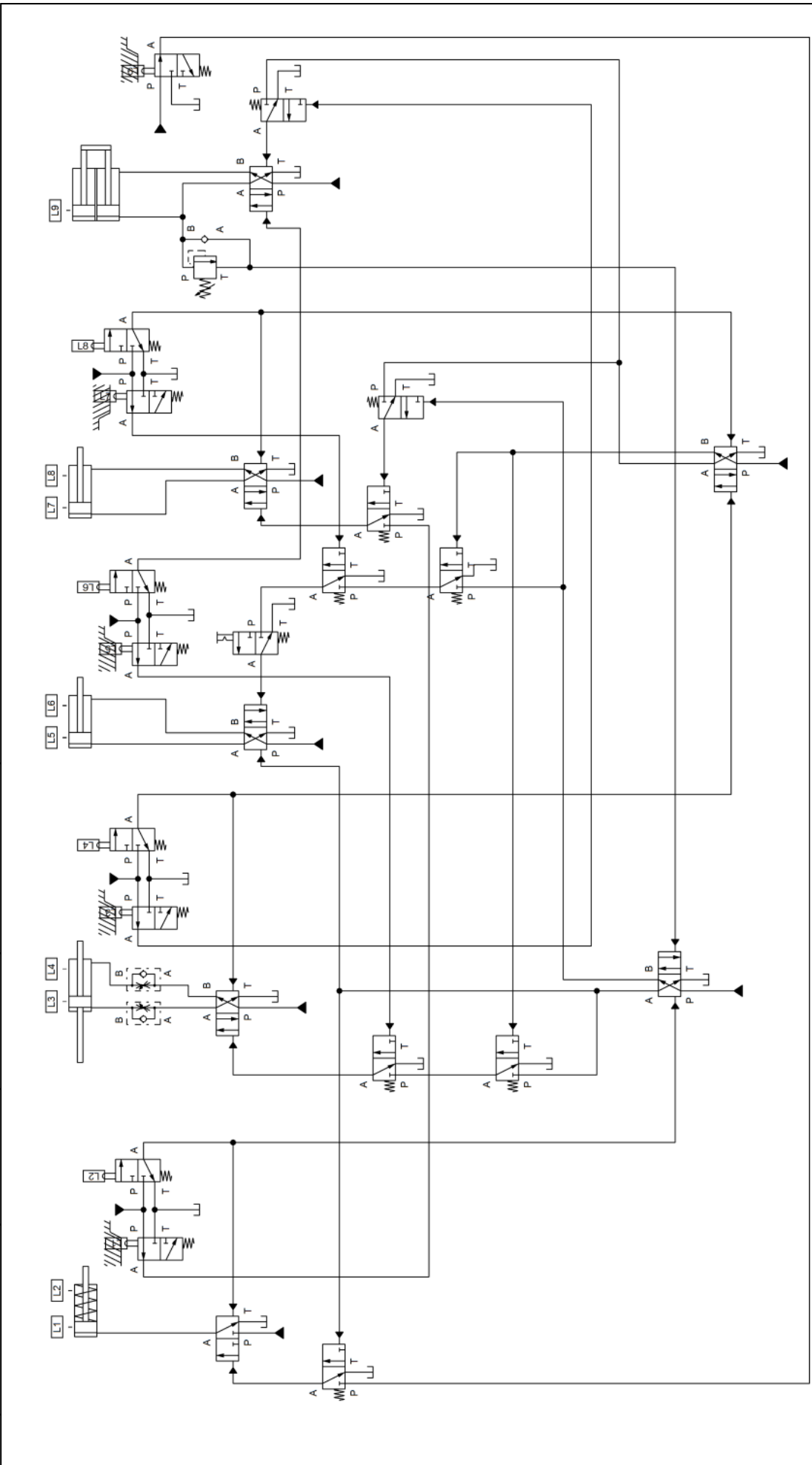


Рисунок 1.3 – Принципова схема гідравлічного приводу верстата для шліфування деревини

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

131.02. ВР.000.00ПЗ

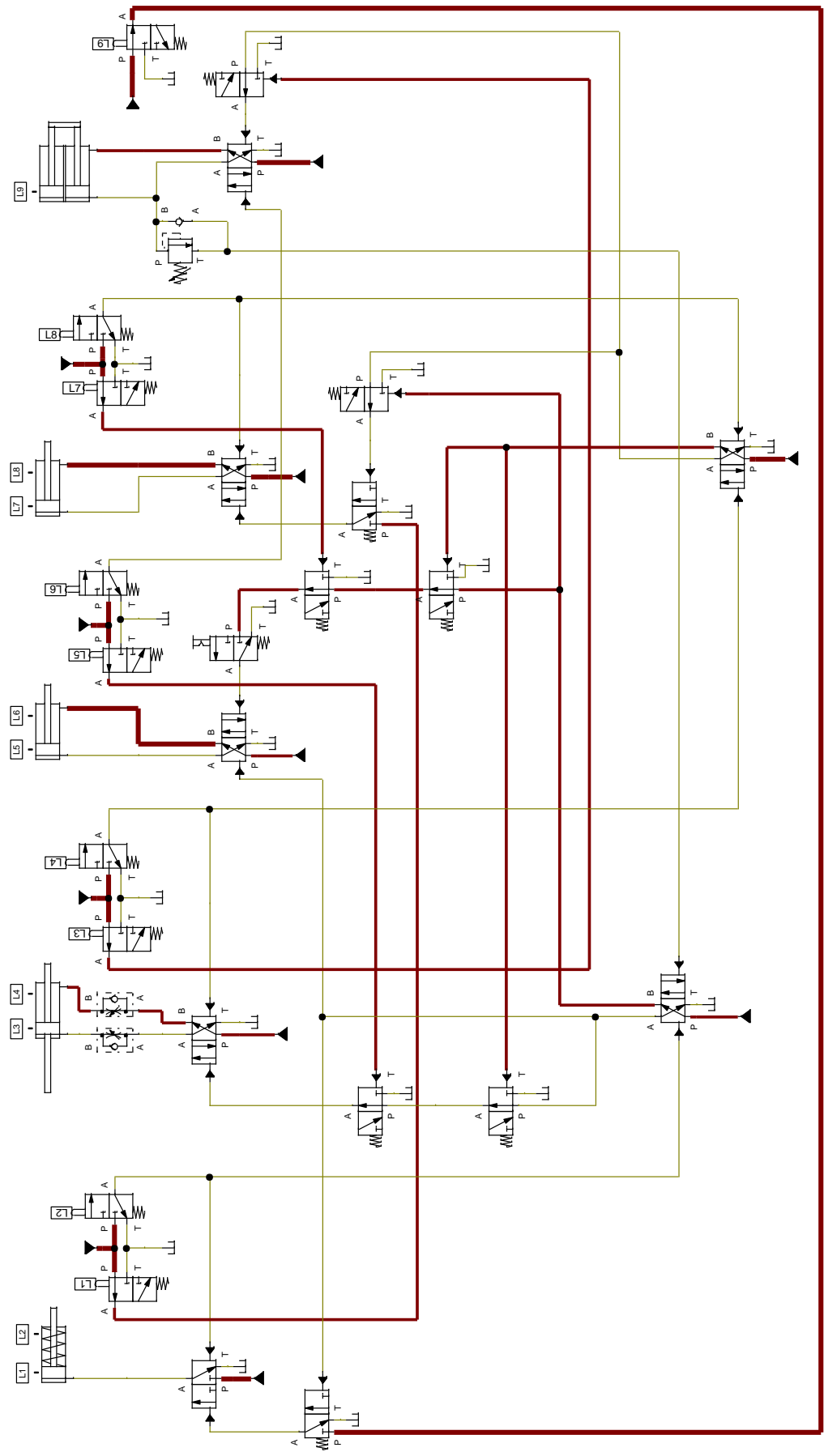


Рисунок 1.4 – Початкова позиція розподільників

в поршневій порожнині тиск збільшується, спрацьовує переливний клапан КТ, і переключає розподільник РЗ, зєднуючи з насосом розподільник Р23.

Инвар. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
					131.02. ВР.000.00ПЗ					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						12

## 2. Визначення розмірів гідравлічних двигунів і вибір гідравлічного обладнання [1]

### 2.1. Вихідні дані

Зусилля на штоках гідроциліндрів:

поперечної подачі дошки Ц1	$F_1=10\text{кН};$
модуля шліфування Ц2	$F_2=25\text{кН};$
подачі дошки Ц3	$F_3=10\text{кН}$
відвантаження Ц4	$F_4=10\text{кН}$
притискання Ц5	$F_5=20\text{кН};$

Швидкості переміщення штоків гідроциліндрів:

поперечної подачі дошки Ц1	$v_1=2.4\text{м/хв};$
модуля шліфування Ц2	$v_2=1.2\text{м/хв};$
подачі дошки Ц3	$v_3=3.6\text{м/хв};$
відвантаження Ц4	$v_4=3.6\text{м/хв};$
притискання Ц5	$v_5=1.8\text{м/хв};$

Хід штоків гідроциліндрів:

поперечної подачі дошки Ц1	$s_1=200\text{мм};$
модуля шліфування Ц2	$s_2=800\text{мм};$
подачі дошки Ц3	$s_3=800\text{мм};$
відвантаження Ц4	$s_4=800\text{мм};$
притискання Ц5	$s_5=200\text{мм};$

### 2.2. Вибір робочої рідини і тиску в гідроприводі

Робоча рідина в гідроприводі служить для передачі енергії від вхідної ланки(валу насоса) до вихідного(штоку гідроциліндра або валу гідромотора). Окрім цього вона є змащуючим і антикорозійним середовищем і виконує ще ряд функцій, що визначають експлуатаційні властивості і техніко-економічні показники гідроприводу. До робочих рідин, призначених для гідроприводів

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

					131.02. ВР.000.00ПЗ	
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		13

верстатів застосовуються наступні основні вимоги [2]. Робоча рідина повинна мати хороші змащуючі і антикорозійні властивості по відношенню до сталі, чавуну, бронзи, алюмінієвих сплавів; високою протипінною стійкістю, що виключає утворення легко-масляної суспензії і відкладення смолянистих опадів, що викликають облітерацію прохідних капілярних каналів і дросельних щілин в гідроустаткуванні; термічною і гідролітичною стабільністю в процесі експлуатації і зберігання. Для забезпечення працездатності насосів робоча рідина повинна мати температуру застигання на 10-15°C нижче можливої робочої температури; в'язкість при температурі 50°C не менше  $10 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ , при температурі - 40°C - не більше  $1500 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ . Робоча рідина повинна забезпечувати стійку роботу насосів, стабільність режиму гідроприводу, зберігати мастильні властивості; мають бути усунені надмірні витоки при високих температурах і надмірні втрати тиску при низьких температурах. Робочі рідини не повинні руйнуватися, псуватися і чинити шкідливу дію на елементи гідроприводу, тобто, повинні бути сумісними з матеріалами гідросистеми, а при заміні не повинні вступати у взаємодію із замінюваною рідиною. Для застосування у верстатних гідроприводах рекомендуються мінеральні масла, виготовлені з нафти, підданих глибокому селективному очищенню, які містять антиокислювальну, протизносну, антикорозійну і протипінну присадки. До таких масел відносяться масла серії ИГП, Турбінне. Для проектного гідроприводу вибираємо масло Турбінне 46 ГОСТ 32-74. Характеристики вибраного масла приведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Характеристики масла Турбінне 46 ГОСТ 32-74

Густина, кг/м <sup>3</sup>	900
Температура визначення в'язкості, °C	50
Кінематична в'язкість, м <sup>2</sup> /с 10 <sup>-6</sup>	44-48
Температура спалаху, °C	195
Температура застигання, °C	-15
Модуль об'ємної пружності, МПа	1750

Инвар. № подл.	Подпись и дата	Инвар. № дубл.	Подпись и дата		
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
131.02. ВР.000.00ПЗ					14

Вибираємо робочий тиск в гідроциліндрах по ГОСТ 12445-80 [2]. Для верстатного гідроприводу найбільш прийнятними є значення  $p_n$  від 1 до 6,3 МПа.

Приймаємо робочий тиск  $p_n=4$  МПа.

### 2.3. Розрахунок розмірів гідроциліндрів

Діаметр поршня гідроциліндра з одностороннім штоком визначається по формулі [1]:

$$d_{\text{п}} = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi \Delta p \eta_{\text{м}}}}, \quad (2.1)$$

де  $P$  – зусилля на штоку гідроциліндра;

$\Delta p$  - перепад тиску на поршні гідроциліндра;

$\eta_{\text{м}}$  - механічний к.к.д. гідроциліндра.

Діаметр поршня гідроциліндра з двостороннім штоком визначається по формулі [1]:

$$d_{\text{п}} = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi \Delta p (1 - \alpha^2) \eta_{\text{м}}}}, \quad (2.2)$$

де  $\alpha$  - відношення діаметру штока до діаметру поршня.

Для врахування втрат тиску в гідравлічних лініях приймаємо;

$$\Delta p = 0,8 p_n$$

$$\Delta p = 0,8 \cdot 4 = 3,2 \text{ МПа}$$

Вибираємо відношення діаметрів штока і поршня гідроциліндра відповідно до наступних даних [1]

при  $p_n < 1.5 \text{ МПа}$   $\alpha = 0,3 - 0,35$ ;

при  $1.5 \text{ МПа} < p_n < 5 \text{ МПа}$   $\alpha = 0,5$ ;

при  $5 \text{ МПа} < p_n < 10 \text{ МПа}$   $\alpha = 0,7$ .

Для вибраного тиску прийmemo  $\alpha = 0.5$ . Діаметри штоків визначаються по формулі:

$$d_{\text{ш}} = \alpha \cdot d_{\text{п}} \quad (2.3)$$

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	131.02. ВР.000.00ПЗ	15
-----	------	----------	-------	------	---------------------	----



Діаметри поршя і штока, визначені по формулах (2.1, 2.2) округляються до найближчих стандартних значень відповідно до вимог ГОСТ 12447-80 [2].

Розрахунок розмірів поршнів і штоків, виконаний по формулах (2.1, 2.2) зводимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2. Розрахунок розмірів гідроциліндрів.

Гідроциліндр	Діаметр поршня, мм		Діаметр штока, мм	
	розрахунковий	прийнятий	розрахунковий	прийнятий
поперечної подачі дошки Ц1	88.6	100	50	50
модуля шліфування Ц2	88,6	100	50	50
повздовжньої подачі дошки Ц3	126.4	140	70	70
відвантаження Ц4	47.3	50	25	25
притискання Ц5	41.4	50	25	25

Для привода поперечної подачі дошки вибираємо гідроциліндр з одностороннім штоком CD251-63/40/320. Основні параметри гідроциліндра поперечної подачі дошки наведені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3. Основні параметри гідроциліндра привода поперечної подачі дошки

Діаметр поршня, мм	100
Діаметр штока, мм	50
Хід штока, мм	800
Маса, кг	31

Для привода модуля шліфування вибираємо гідроциліндр з двохстороннім штоком CDH1-80/56/600. Основні параметри гідроциліндра модуля шліфування дошки наведені в табл. 2.4.

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	131.02. ВР.000.00ПЗ
-----	------	----------	-------	------	---------------------

Таблиця 2.4. Основні параметри гідроциліндра привода модуля шліфування

Діаметр поршня, мм	100
Діаметр штока, мм	50
Хід штока, мм	630
Маса, кг	26

Для привода повздовжньої подачі дошки вибираємо гідроциліндр з одностороннім штоком CDH1-80/56/600. Основні параметри гідроциліндра повздовжньої подачі дошки наведені в табл. 2.5.

Таблиця 2.5. Основні параметри гідроциліндра привода повздовжньої подачі дошки

Диаметр поршня, мм	140
Диаметр поршня, мм	70
Диаметр штока, мм	630
Хід штока, мм	35
Маса, кг	

Для привода відвантаження вибираємо гідроциліндр з одностороннім штоком CDH1-80/56/600. Основні параметри гідроциліндра привода відвантаження наведені в табл. 2.6

Таблиця 2.6. Основні параметри гідроциліндра привода відвантаження

Диаметр поршня, мм	50
Диаметр поршня, мм	25
Диаметр штока, мм	32
Хід штока, мм	2.6
Маса, кг	

Для привода притискання вибираємо гідроциліндр з одностороннім штоком CDH1-80/56/600. Основні параметри гідроциліндра привода притискання наведені в табл. 2.7.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата					131.02. ВР.000.00ПЗ	17
					Изм	Лист	№ докум.	Подп.		

Таблиця 2.7. Основні параметри гідроциліндра привода притискання

Діаметр поршня, мм	63
Діаметр поршня, мм	32
Діаметр штока, мм	80
Хід штока, мм	3.4
Маса, кг	

Витрата рідини в порожнинах гідроциліндрів визначається по формулах:  
поршневій порожнині гідроциліндрів

$$Q = \frac{\pi \cdot d_n^2 \cdot v}{4}, \quad (2.6)$$

де  $v$  – швидкість штоку гідроциліндра;

штоковій порожнині а

$$Q = \frac{\pi \cdot (d_n^2 - d_{ш}^2) \cdot v}{4}. \quad (2.7)$$

Необхідні витрати рідини для гідроциліндрів пораховані по формулах (2.6-2.7) приведені в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8. Визначення необхідних витрат рідини

гідроциліндр	Витрата рідини $10^{-4}$ , м <sup>3</sup> /с	
	Напірна лінія	Зливна лінія
поперечної подачі дошки Ц1	3.14	3.14
модуля шліфування Ц2	3.14	3.14
повздовжної подачі дошки Ц3	2.37	2.37
відвантаження Ц4	0.52	0
притискання Ц5	2.08	0

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	131.02. ВР.000.00ПЗ	18

## 2.4 Вибір гідроапаратури.

### 2.4.1 Вибір насоса

Для забезпечення роботи гідравлічного приводу верстата відповідно до розрахованих необхідних витрат робочої рідини і зменшення витрат енергії вибираємо здвоєний пластинчатий насос PV7-1X/D6-10RAD/1A-0.5.

Таблиця 2.9. Характеристики насоса

Параметр	Значення
Робочий об'єм, см <sup>3</sup>	12.5
Подача, дм <sup>3</sup> /хв	12
Тиск на виході з насоса, МПа номінальний	6,3
піковий	7
Частота обертання, хв <sup>-1</sup>	960
К.к.д. об'ємний	0,9
Маса, кг	14,3

### Вибір гідророзподільників

Для керування рухом гідроциліндрів вибираємо розподільник WHD10-3X/OF/V08-V. Характеристики розподільника приведені в таблицю. 2.11.

Таблиця 2.11. Характеристики розподільників

Диаметр условного прохода, мм	10
Витрата масла, дм <sup>3</sup> /хв номінальна	25
максимальна	32
Тиск, МПа номінальний	20
в зливній лінії, не більше	6,3
Втрати тиску при номінальних витратах, МПа	0,2

131.02. ВР.000.00ПЗ

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

### 3. Гідравлічний розрахунок приводу [2]

Діаметр гідролінії визначається по формулі,

$$d = \sqrt{\frac{4Q_{\max}}{\pi v_{\text{доп}}}}, \quad (3.1)$$

де  $Q_{\max}$  - максимальна витрата в гідролінії;

$v_{\text{доп}}$  - допустима швидкість руху робочої рідини в гідролінії.

Максимальна витрата в гідролініях згідно таблиці. 2.8  $Q_{\max} = 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$ .

Вибір швидкостей руху РЖ зробимо відповідно до таблиці 3.1 Таблиця 3.1

Рекомендованих швидкостей руху рідини

Таблиця 3.1 Рекомендовані швидкості руху рідини

Гідролінії	Допустима швидкість, м/с
Всмоктувальні	1,0-2.5
Зливні	до 6
Напірні	4-10
Керування	до 8

Приймаємо швидкість у виконавчій, напірній і зливній гідролініях  $\text{м}^3/\text{хв}$ , оскільки лінії міняють свої функції в процесі роботи. Визначаємо діаметри гідроліній по формулі (3.1). Розрахунок діаметрів зводимо в таблиці. 3.2.

Гідроциліндр	Дільниця гідролінії	$Q_{\max}, \text{ м}^3/\text{с} \cdot 10^{-4}$	$d_{\text{рас}}, \text{ мм}$	$d_y, \text{ мм}$	$v_{\text{факт}}, \text{ м/с}$
поперечної подачі дошки	Напірний	3.14	8.2	10	4.0
	Зливний	3.14	8.2	10	4.0
модуля шліфування	Напірний	3.14	8.2	10	4.0
	Зливний	3.14	8,2	10	4.0
повздожної подачі дошки	Напірний	2.37	7.1	10	3.2
	Зливний	2.37	7.1	10	3.2
відвантаження	Напірний	0.52	3.5	6	2.1
	Зливний	0	0	0	0

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	131.02. ВР.000.00ПЗ	20

Гідроциліндр	Дільниця гідролінії	$Q_{\max},$ $\text{м}^3/\text{с} \cdot 10^{-4}$	$d_{\text{рас}},$ мм	$d_y,$ мм	$V_{\text{факт}},$ м/с
притискання	Напірний	2.08	7.0	5	7.5
	Зливний	0	0	0	0

### 3.1 Визначення втрат тиску в гідросистемі

#### 3.1.1 Визначення поздовжніх втрат тиску

Поздовжні втрати тиску  $\Sigma \Delta p_l$  пов'язані з довжиною і діаметром трубопроводу і визначаються окремо для висування та втягнення штоку гідроциліндра за формулою Дарсі-Вейсбаха

$$\Sigma \Delta p_l = \rho \lambda \frac{l}{d} \frac{v_{\phi}^2}{2},$$

де  $\Delta p_l$  – поздовжні втрати тиску в гідролінії, Па;

$\rho$  – густина рідини, кг/м<sup>3</sup>;

$\lambda$  – гідравлічний коефіцієнт тертя (коефіцієнт Дарсі);

$l$  – довжина трубопроводу, м;

$d$  – діаметр трубопроводу, м;

$v_{\phi}$  – середня(дійсна) швидкість рідини, м/с.

Гідравлічний коефіцієнт тертя (коефіцієнт Дарсі) визначають в залежності від режиму руху рідини.

Режим руху рідини визначають за допомогою безрозмірного числа Рейнольдса  $Re$ . Для трубопроводів круглого перерізу число Рейнольдса обчислюється за формулою

$$Re = \frac{v_{\phi} d}{\nu},$$

де  $\nu$  – кінематична в'язкість рідини, м<sup>2</sup>/с.

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	131.02. ВР.000.00ПЗ	21

При ламінарному режимі гідравлічний коефіцієнт тертя рекомендується визначати за формулою

$$\lambda = \frac{75}{Re}$$

При турбулентному режимі

$$\lambda = \frac{0,316}{Re^{0,25}}$$

### 3.1.2 Визначення втрат тиску в місцевих опорах

Місцевими опорами в даному гідроприводі є різке звуження потоку рідини (вхід в трубопровід із бака та із гідроциліндра), різке розширення потоку рідини (вихід із трубопроводу в гідроциліндр і в бак), плавний поворот трубопроводу, штуцер для з'єднання трубопроводів, а також втрати тиску в гідроапаратах (розподільнику, дроселі, фільтрі).

Місцеві втрати тиску  $\Sigma\Delta p_m$  (крім втрат тиску в гідроапаратах) визначаються окремо для висування та втягнення штоку гідроциліндра за формулою Вейсбаха

$$\Sigma\Delta p_m = \Sigma\zeta\rho\frac{v^2}{2}$$

де  $\Sigma\Delta p_m$  - місцеві втрати тиску в гідролінії, Па;

$\Sigma\zeta$  – сумарний коефіцієнт місцевих опорів в гідролінії;

$\rho$  – густина рідини, кг/м<sup>3</sup>;

$v$  – середня (дійсна) швидкість після (до) місцевого опору, м/с.

При розрахунках коефіцієнти опору для плавного повороту  $\zeta_{пов}$  та для штуцера  $\zeta_{шт}$  наведені у вихідних даних до курсової роботи, а коефіцієнти опору для різкого звуження  $\zeta_{вх}$  та різкого розширення  $\zeta_{вих}$  приймаємо  $\zeta_{вх}=0,5$ ;  $\zeta_{вих}=1,0$ .

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
131.02. ВР.000.00ПЗ					22

### 3.1.3 Визначення втрат тиску в гідроапаратах

Втрати тиску в гідроапаратах визначаються окремо для висування та втягнення штоку гідроциліндра по формулі:

при турбулентному режимі

$$\Delta p_{Г.а} = \Delta p_{НОМ} \left( \frac{Q_{\phi}}{Q_{НОМ}} \right)^2 ;$$

при ламінарному режимі

$$\Delta p_{Г.а} = \Delta p_{НОМ} \left( \frac{Q_{\phi}}{Q_{НОМ}} \right),$$

де  $\Delta p_{Г.а}$  – фактичні втрати тиску в гідроапараті, Па;

$\Delta p_{НОМ}$  – втрати тиску або перепад тиску в гідроапараті при номінальній витраті, Па;

$Q_{\phi}$  – фактична витрата рідини, м<sup>3</sup>/с;

$Q_{НОМ}$  – номінальна витрата рідини для гідроапарата, м<sup>3</sup>/с.

Втрати тиску в розподільнику визначаємо для напірної та зливної частин, при цьому приймаємо рух рідини в каналах турбулентним, а втрати тиску при проходженні рідини в одному напрямку  $\frac{\Delta p_{НОМ}}{2}$ .

### 3.1.4 Визначення втрат тиску в гідролініях

Втрати тиску в кожній гідролінії визначаються окремо для висування та втягнення штоку гідроциліндра за формулою

$$\Delta p_i = \Sigma \Delta p_l + \Sigma \Delta p_m + \Sigma \Delta p_{Г.а},$$

де  $\Delta p_i$  – втрати тиску в кожній гідролінії (у всмоктувальній – “вс”, в напірній – “нап”, в зливній – “зл”), Па;

Втрати тиску при роботі кожного гідравлічного двигуна визначаємо для робочого ходу, тобто при визначенні втрат тиску при русі гідроциліндрів вважаємо, що масло подається в безштокові порожнину гідроциліндра, а злив рідини відбувається з штоковою порожнини гідроциліндра

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	131.02. ВР.000.00ПЗ	23



Розрахунок втрат тиску за формулою (3.2) з урахуванням формул (3.3-3.10) зводимо в табл. 3.3-3.6.

Тиск в порожнинах гідродвигунів визначається за формулами:

Для напірної порожнини

$$p_{\text{нап}} = p_{\text{н}} - \Delta p_{\text{нап}},$$

де  $p_{\text{нап}}$  - тиск в напірній порожнині гідравлічного двигуна;

$p_{\text{н}}$  - тиск на виході з насоса;

$\Delta p_{\text{нап}}$  - втрати тиску в напірному трубопроводі.

Для зливний порожнини

$$p_{\text{с}} = p_{\text{сл}} + \Delta p_{\text{с}},$$

де  $p_{\text{с}}$  - тиск в зливний порожнини гідравлічного двигуна;

$p_{\text{сл}}$  - тиск на виході з зливного трубопроводу;

$\Delta p_{\text{с}}$  - втрати тиску в зливному трубопроводі.

Розрахунок тисків у порожнинах зводимо в таблицю 3.7

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
131.02. ВР.000.00ПЗ				
				24

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

Таблица 3.3. Визначення втрат тиску по довжині

Гідроциліндр	Дільниця гідролінії	d, мм	l, м	$Q, \text{м}^3/\text{с} \cdot 10^{-4}$	v, м/с	Re	Режим	$\lambda$	$\Delta p, \text{МПа}$
поперечної подачі дошки	Напірний	10	2.4	3.14	4.0	1570	Турб.	0.050	0.16
	Зливний	10	2.5	3.14	4.0	1570	Турб.	0.050	0.16
модуля шліфування	Напірний	10	2.8	3.14	4.0	1570	Турб.	0.050	0.10
	Зливний	10	2.8	3.14	4.0	1570	Турб.	0.050	0.10
поперечної подачі дошки	Напірний	10	3.2	2.37	3.2	1260	Турб.	0.053	0.10
	Зливний	10	3.4	2.37	3.2	1260	Турб.	0.053	0.10
відвантаження	Напірний	6	2.3	0.52	2.1	780	Лам.	0.096	0.03
	Зливний	6	2.6	2.08	7.5	2240	Турб.	0.046	0.12

131.02. ВР.000.00ПЗ

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

Таблица 3.4. Визначення втрат тиску в місцевих опорах

Гідроциліндр	Дільниця гідролінії	Тип місцевого опору	Кол.	$\xi$	$Q \cdot 10^4$ , $\text{м}^3/\text{с}$	$v$ , м/с	$\Delta p_{\text{мб}}$ , МПа
Гідроциліндр поперечної подачі дошки	Напірний	Поворот на 90°	3	0.4	3.14	4.0	0.048
		Штуцер	8	0.6			0.188
	Сумарні						0.236
	Зливний	Поворот на 90°	3	0.4	3.14	4.0	0.065
		Штуцер	10	0.6			0.218
	Сумарні						0.283
модуля шліфування	Напірний	Поворот на 90°	3	0.4	3.14	4.0	0.064
		Штуцер	6	0.6			0.195
	Сумарні						0.259
	Зливний	Поворот на 90°	3	0.4	3.14	4.0	0.059
		Штуцер	8	0.6			0.233
	Сумарні						0.292

131.02. ВР.000.00ПЗ

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

Продолжение таблицы 3.4

Гидроцилиндр	Дільниця гідролінії	Тип местного сопротивления	Кол.	$\xi$	$Q \cdot 10^4$ , $\text{м}^3/\text{с}$	$v$ , м/с	$\Delta p_{\text{м}}$ , МПа
повздовжної подачі дошки	Напірний	Поворот на 90°	3	0.4	2.37	3.2	0.065
		Штуцер	5	0.6			0.194
		Сумарні					0.259
відвантаження	Зливний	Поворот на 90°	3	0.4	2.37	3.2	0.035
		Штуцер	8	0.6			0.105
		Сумарні					0.140
	Напірний	Поворот на 90°	3	0.4	0.52	2.1	
		Штуцер	6	0.6			
		Сумарні					0.08

131.02. ВР.000.00ПЗ

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

Продолжение таблицы 3.4

Гидроцилиндр	Дільниця гідролінії	Тип местного сопротивления	Кол.	$\xi$	$Q \cdot 10^4$ , $\text{м}^3/\text{с}$	$v$ , м/с	$\Delta p_{\text{м}}$ , МПа
	Напірний	Поворот на 90°	3	0.4	1.49	5.8	0.010
		Штуцер	6	0.6			0.030
		Сумарні					0.040
притискання	Зливний	Поворот на 90°	3	0.4	1.15	4.8	0.11
		Штуцер	8	0.6			0.42
		Сумарні					0.53

131.02. ВР.000.00ПЗ

Таблиця 3.5. Визначення втрат тиску в гідроапаратах

Гідроциліндр	Дільниця гідролінії	Гідроапарат	$\Delta p_{\text{ном}}$ , МПа	$Q_{\text{ном}}$ , м <sup>3</sup> /с10 <sup>-4</sup>	$Q_{\text{ф}}$ , м <sup>3</sup> /с10 <sup>-4</sup>	$\Delta p_{\text{га}}$ , МПа
поперечної подачі дошки	Напірний	Ф	0.14	5.83	3.14	0.12
		КО	0.1	5.5		0.08
		ДГР1	0.2	5.3		0.13
		Сумарні	0.43			
	Зливний	ДГР1	0.2	5.3	3.14	0.13
		КП1	0.3	5.5		0.21
		МО	0.2	8.3		0.08
		Сумарні	0.42			
модуля шліфування	Напірний	Ф	0.14	5.83	3.14	0.12
		КО	0.1	5.5		0.08
		ДГР2	0.2	5.3		0.13
		Сумарні	0.43			
	Зливний	ДГР2	0.2	5.3	3.14	0.13
		КП1	0.3	5.5		0.21
		МО	0.2	8.3		0.08
		Сумарні	0.42			
відвантаження	Напірний	Ф	0.14	5.83	2.37	0.08
		КО	0.1	5.5		0.06
		ДГР3	0.2	5.3		0.11
		Сумарні	0.25			
	Зливний	ДГР3	0.2	5.3	2.37	0.11
		КП1	0.3	5.5		0.18
		МО	0.2	8.3		0.03
		Сумарні	0.32			

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	131.02. ВР.000.00ПЗ	29
-----	------	----------	-------	------	---------------------	----

притискання	Напірний	Ф	0.14	5.83	0.52	0.001
		P1	0.3	5.5		0.006
		Сумарні	0.01			
	Зливний	Ф	0.14	5.83	2.08	0.02
		P2	0.3	5.5		0.09
		Сумарні	0.11			
повздожної подачі дошки	Напірний	Ф	0.14	5.83	2.87	0.12
		P3	0.3	5.5		0.18
		Сумарні	0.30			
	Зливний	P3	0.3	5.5	2.16	0.08
		КП1	0.3	8.3		0.03
		МО	0.2	8.3		0.02
		Сумарні	0.13			

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	131.02. ВР.000.00ПЗ	30

Таблиця 3.6. Сумарні втрати тиску

Гідроциліндр	Дільниця гідролінії	$\Delta p_{гр}$ , МПа	$\Delta p_{м}$ , МПа	$\Delta p_{га}$ , МПа	$\Delta p_{\Sigma}$ , МПа
поперечної подачі дошки	Напірний	0.16	0.236	0.43	0.82
	Зливний	0.16	0.283	0.42	0.86
модуля шліфування	Напірний	0.10	0.259	0.43	0.79
	Зливний	0.10	0.297	0.42	0.82
повздовжної подачі дошки	Напірний	0.10	0.269	0.25	0.72
	Зливний	0.10	0.140	0.32	0.56
відвантаження	Напірний	0.03	0.008	0.01	0.05
притискання	Зливний	0.03	0.008	0.11	0.15

Таблиця 3.7. Тиск в порожнинах гідроциліндрів.

Гідроциліндр	$p_{нап}$ , МПа	$p_c$ , МПа
поперечної подачі дошки	3.18	0.42
модуля шліфування	3.14	0.82
повздовжної подачі дошки	3.28	0.56
відвантаження	3.95	0
притискання	3.85	0

Дійсне зусилля на штоках гідроциліндрів визначається за формулою

$$P = (p_{нап} \cdot F_{нап} - p_c \cdot F_c) \cdot \eta_{м.ц},$$

де  $F_{нап}$  - ефективна площа поршня в напірної порожнини гідроциліндра;

$F_c$  - ефективна площа поршня в зливний порожнини гідроциліндра.

Ефективна площа поршня в безштокові порожнини визначається за формулою:

$$F_{нап} = \frac{\pi d_p^2}{4}.$$

131.02. ВР.000.00ПЗ

31

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



Ефективна площа поршня в штоковій порожнині визначається за формулою:

$$F_{\text{нат}} = \frac{\pi(d_n^2 - d_n^2)}{4}$$

Таблиця 3.8. Розрахунок зусиль на гідродвигуцнах

Гідроциліндр	Зусилля
поперечної подачі дошки	12.8кН
модуля шліфування	12.6кН
повздожної подачі дошки	32.3кН
відвантаження	7.4кН
притискання	7.1кН

З таблиці 3.8 видно, що розрахований гідравлічний привід забезпечує необхідні зусилля при роботі механізмів верстата для шліфування дощок

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
131.02. ВР.000.00ПЗ				
				32

#### 4 Проектування технологічного процесу складання блока керування [8]

Згідно зі складальним кресленням блока керування 131.01.ВР.100.00СК складаємо технологічну схему складання виробу

Спочатку складаються складальні одиниці – панелі гідравлічні (рис. 4.1), а потім – блок керування (рис. 4.2)

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата		
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	131.02. ВР.000.00ПЗ	
						33

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

131.02. ВР.000.00ПЗ

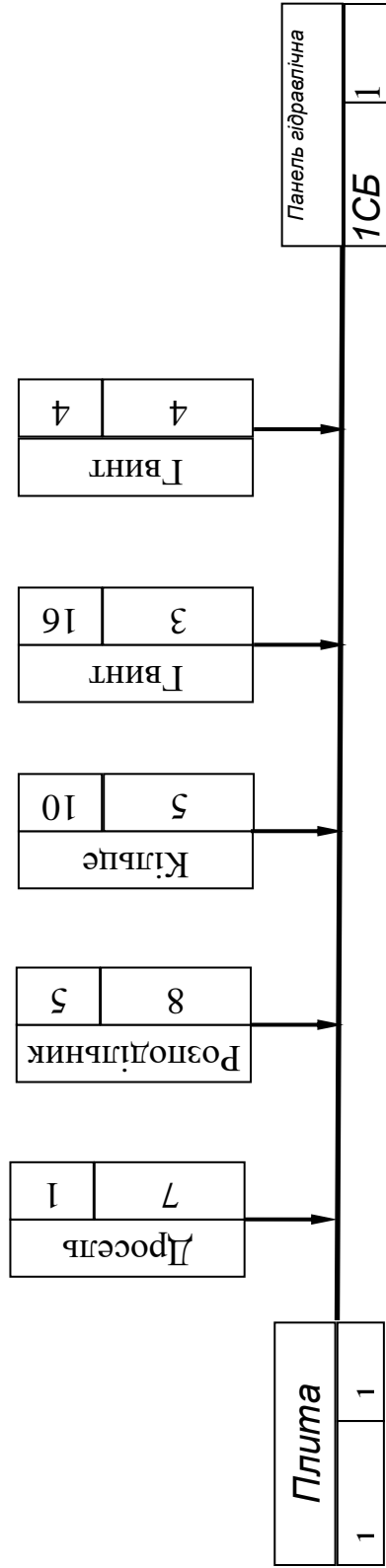


Рисунок 4.1 – Технологічна схема складання панелі

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

131.02. ВР.000.00ПЗ

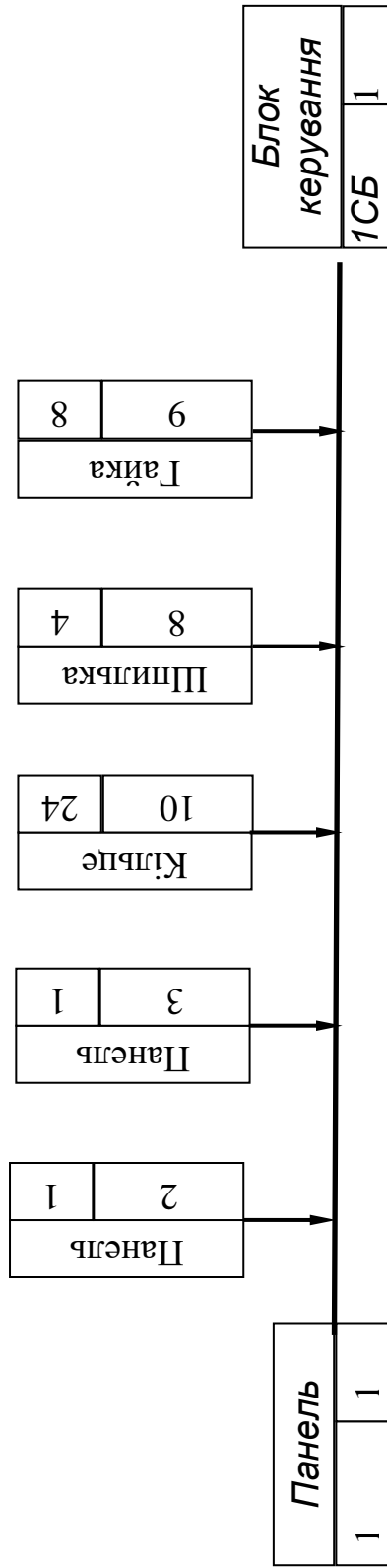


Рисунок 4.2 – Технологічна схема складання блока керування

## 5. Організація складського господарства підприємства [7]

### 5.1. Завдання і структура складського господарства

Складське господарство є найважливішою частиною будь-якого підприємства, оскільки безпосередньо впливає на хід виробничих процесів. Більшість матеріальних цінностей підприємств проходить через склади, тому вони займають значну частину заводської території.

До основних завдань складського господарства належать:

- організація постійного і безперервного постачання виробництва відповідними матеріальними ресурсами;
- забезпечення їх кількісної та якісної схоронності;
- максимальне скорочення витрат, пов'язаних зі здійсненням складських операцій;
- комплектування деталей та інших матеріальних цінностей, підбір, дозування та інші операції підготовчого або заключного характеру.

Як правило, на складах виконується великий обсяг вантажно-розвантажувальних робіт і робіт з переміщення матеріальних цінностей. Тому основним напрямом у розвитку складського господарства є комплексна механізація й автоматизація робіт, поліпшення використання складських приміщень, а також організація матеріально-технічного постачання на основі оптової торгівлі, упровадження систем матеріально-технічного постачання типу "точно вчасно", що значно зменшують обсяг складських запасів. Складське господарство підприємства складається з різних складів і комор, які можна класифікувати за такими ознаками.

За призначенням і підпорядкованістю:

- матеріальні підпорядковуються відділові матеріально-технічного постачання; приймають і зберігають використовувані у виробництві матеріали і видають їх у виробництво;

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	131.02. ВР.000.00ПЗ	36
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

— збутові належать відділові збуту; приймають, зберігають і відпускають готову продукцію заводу для її реалізації;

— виробничі перебувають під керівництвом виробничо-диспетчерського відділу; це різного роду цехові комори і загальнозаводські склади, що забезпечують виробничий процес предметами і засобами праці;

— склади запасних частин підпорядковуються відділові головного механіка, приймають, зберігають і відпускають деталі й інші матеріальні цінності для проведення всіх видів ремонтів устаткування й інших видів виробничих фондів;

— інструментальні склади належать інструментальному відділові; приймають, зберігають і відпускають цехам усі види інструментів та пристосувань;

— склади відділу головного енергетика, відділу автоматизації та механізації, відділу головного метролога, відходів і утилю.

• За масштабами роботи: центральні, загальнозаводські, прицехові та цехові. Центральні і загальнозаводські склади обслуговують весь завод і займають, як правило, окрему площу на території заводу (невиробничу). Прицехові склади функціонують при цехах, служать для збереження матеріальних цінностей групи цехів (спецодягу, мила, господарчих товарів та інших цінностей). Цехові склади є цеховими підрозділами, обслуговують визначений цех і займають його виробничу площу. Вони поділяються на склади матеріалів, заготівель, напівфабрикатів, інструменту та ін.

• За видом і призначенням збережених матеріалів:

— універсальні (для збереження різноманітних матеріальних цінностей);

— спеціальні (для збереження однорідних матеріалів, наприклад чорних, кольорових металів, пального та ін.).

• За технічними пристроями й залежно від властивостей матеріалів: відкриті (облаштовані площадки), напівзакриті (площадки з навісами) та закриті (опалювальні і неопалювані).

Склади оснащуються різними стелажми й уніфікованою тарою, мостовими кранами, кран-балками, монорейками і тельферами, конвеєрами, штабелерами,

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

					131.02. ВР.000.00ПЗ	37
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

авто- і електрокарами, робоелектрокарами. У гнучких виробничих системах використовуються спеціальні стелажі, призначені для розміщення плоских і ящиків піддонів. Такі стелажі є системою осередків по вертикалі і горизонталі, що дає змогу застосовувати кодову шифровку і засоби автоматизації вантажно-розвантажувальних робіт. Склади з цими стелажими є невід'ємною частиною автоматизовано-транспортної системи гнучкого автоматизованого виробництва.

Склади також повинні бути оснащені вимірювальним устаткуванням: вагами, кружками, мірниками, лічильниками, лінійними мірами для виміру довжини, висоти і діаметрів (метрами, рулетками, штангенциркулями та ін.).

Технічне оснащення складів залежить від виду, форми і кількості збережених матеріалів, типу, характеру і розташування складських приміщень, а також від існуючої системи позаскладського транспортування матеріалів.

## 5.2. Організація складських операцій

Раціональна організація складських операцій дає змогу керівництву підприємства мати необхідні зведення про наявність товаро матеріальних цінностей на складах і вчасно приймати рішення про їхнє поповнення та безперервне забезпечення виробництва.

Організація складських операцій включає такі основні елементи, як приймання, зберігання, облік і контроль за відпусткою матеріальних цінностей.

Приймання матеріалів є кількісне та якісне, в якому беруть участь працівники складів і фахівці, що мають справу з прийнятими цінностями. Наприклад, у прийманні устаткування беруть участь працівники ВГМ, у прийманні основних матеріалів для виробництва продукції працівники ВТК.

До матеріальних цінностей, що надходять наклади, додаються відповідні документи (накладні, рахунки-фактури, специфікації). На складах перевіряють, наскільки кількість і якість матеріальних цінностей, що надходять, відповідає су-провідним документам. Матеріали, що надійшли без накладних або актів ВТК про приймання, зберігаються окремо до їхнього оформлення. На прийняті матеріали складають приймальні акти або ордери, на забраковані матеріальні цінності —

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

					131.02. ВР.000.00ПЗ	
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
						38

оперативно-технічні акти, що надалі є підставою для пред'явлення рекламаций постачальникам. Неприйняті матеріали надходять на відповідальне зберігання до одержання вказівок від постачальника про їхнє подальше використання. Правильне визначення кількості та якості прийнятих матеріальних цінностей усуває можливість зловживань, а також сприяє боротьбі із втратами матеріалів.

У випадку функціонування АСУП зі складу передається зведення про надходження матеріалу в обчислювальний центр підприємства.

Зберігання матеріальних цінностей. За кожною групою товарно-матеріальних цінностей на складах закріплюють визначене місце. При цьому необхідно, щоб забезпечувалися: зручність виконання прийомних і відпускових операцій; максимальна механізація й автоматизація завантаження, навантаження і переміщень; схоронність кількості та якості; протипожежна безпека; легкість перевірки якості і кількості; найбільш повне використання площі і кубатури складських приміщень.

Облік товарно-матеріальних цінностей на складах повинен відображати їхній рух (надходження і витрати), а також їхню наявність. Облік матеріалів ведеться на картках, що відкривають для матеріалу кожного виду. У картках відображають величину мінімального, максимального і страхового запасів (установлених); наявність, надходження і витрати. Про рівень запасу повідомляють відповідно ЗМТС, інструментальному відділові або іншому підрозділу заводу.

Бухгалтерія заводу повинна контролювати й аналізувати роботу всіх заводських і цехових складів, строго проводячи принцип матеріальної відповідальності складських працівників за правильне використання довірених їм цінностей.

Контроль роботи складів бухгалтерією підприємства проводиться за прибутково-видатковими картками складів і обліковими картками. При цьому встановлюються встановлені норми втрат, здійснюється систематична інвентаризація складів і зіставляються фактичні та документальні залишки товарно-матеріальних цінностей.

Завдання аналізу складських операцій такі:

Подпись и дата													
Инв. № дубл.													
Взам. инв. №													
Подпись и дата													
Инв. № подл.													
<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Изм</td><td>Лист</td><td>№ докум.</td><td>Подп.</td><td>Дата</td><td></td> </tr> </table>							Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		<p style="text-align: center;">131.02. ВР.000.00ПЗ</p>
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата									
39													



- виявити і припинити всі випадки понадлімітної видачі матеріальних цінностей цехам;
- забезпечити правильний облік руху матеріальних цінностей на складах;
- забезпечити своєчасну видачу матеріалів із заводських складів у цехові, а з цехових — на виробничі ділянки;
- перевірити правильність установлених розмірів страхових запасів, крапок замовлення і максимальних запасів;
- визначити розміри і причини втрат матеріальних цінностей на складах.

Для відпуску матеріалів у виробництво доцільно організувати на складах (при складах) їхню підготовку, що зводиться до централізованого розкрою, різання, виправлення і розфасовки матеріалів. У зв'язку з цим скорочуються витрати на

транспортування, зберігаються і краще використовуються відходи та товарно-матеріальні цінності.

Відпуск матеріалів цехам здійснюється за лімітними картами, у межах установленого місячного ліміту. Коли ліміт використаний повністю, подальший відпуск матеріалів припиняється. Цех може одержати необхідний матеріал лише з дозволу директора підприємства.

Усі операції надходження і витрат заносять у картки складського обліку, де окремо вказують надходження і витрати" і після кожного запису виводять залишок. Залишки, що обслуговуються за обліковими картками, звіряються з нормами запасу.

Організація відпуску матеріальних цінностей може бути пасивною або активною. За пасивної системи споживачі одержують на складах товарно-матеріальні цінності за матеріальними вимогами або лімітними картами і своїми транспортними засобами доставляють їх у цех. Така система застосовується в одиничному і дрібносерійному виробництвах.

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

За активної системи на складі заздалегідь підготовляють матеріали і доставляють їх у цех до робочих місць точно за графіком своїми засобами транспорту. Ця система застосовується у великосерійному і масовому виробництвах.

Належна організація виконання складських операцій — необхідна умова ощадливого використання матеріалів, забезпечення їхньої схоронності та якості, низьких витрат на збереження.

### 5.3. Розрахунок потреб підприємства у площах під складські приміщення

Під час спорудження складу необхідно обладнати його під'їзними коліями, врахувати вантажно-розвантажувальні фронти, забезпечити пожежну безпеку, визначити масу різних матеріалів і місця їхнього збереження на складі, кількість стелажів, виходячи з допустимої норми навантаження на 1 м<sup>2</sup> площі підлоги.

Уся площа складу поділяється на:

- вантажну або корисну, яку безпосередньо займають предмети матеріальної цінності;
- оперативну, яка призначається для приймально-відпускних операцій, сортування, комплектування матеріальних цінностей, а також для проходів і проїздів між штабелями і стелажми, для розміщення вагової та вимірювальної техніки, службових приміщень, конструктивну, розраховану для перегородок, колон, сходів, підйомників, тамбурів та ін.

Співвідношення між корисною площею складу і загальною площею називається коефіцієнтом використання площі складу та визначається за формулою

$$K_{\text{вик}} = \frac{S_{\text{кор}}}{S_{\text{заг}}}$$

Величина цього коефіцієнта залежить від способу збереження матеріальних цінностей. Наприклад, для зберігання в штабелях він дорівнює 0,7—0,75, а на стелажках — 0,3—0,4.

Розрахунок корисної площі складу може здійснюватися за способом навантажень та способом об'ємних вимірників.

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

За способом навантажень корисна площа визначається за формулою

$$S_{\text{кор}} = \frac{Z_{\text{max}}}{q_{\text{д}}},$$

де  $Z_{\text{max}}$  – максимальний запас матеріалу, збереженого в штабелях і місткостях, т/кг;

$q_{\text{д}}$  – допустиме навантаження на  $1\text{ м}^2$  площі підлоги складу (згідно х довідковими даними)  $\text{т}/\text{м}^2$ ,  $\text{кг}/\text{м}^2$ .

За способом об'ємних вимірників корисна площа розраховується за формулою

$$S_{\text{кор}} = S_{\text{ст}} n_{\text{ст}}$$

де  $S_{\text{ст}}$  – площа, займана одним стелажем,  $\text{м}^2$ ;

$n_{\text{стд}}$  – кількість стелажів, необхідних для збереження певного максимального запасу матеріалу, зумовлена формулою (розрахункова)

$$n_{\text{ст}} = \frac{Z_{\text{max}}}{V_0 K_{\text{зп}} q_{\text{у}}}$$

де  $q_{\text{у}}$  – густина (об'ємна вага) збереженого матеріалу,  $\text{т}/\text{м}^3$ ,  $\text{кг}/\text{см}^3$ ,  $\text{г}/\text{см}^3$ ;

$K_{\text{зп}}$  – коефіцієнт заповнення об'єму стелажа;

$V_0$  – об'єм стелажа  $\text{м}^3$  ( $\text{см}^3$ ), який розраховується за формулою

$$V_0 = a b h,$$

де  $a$  – довжина стелажа, м;

$b$  – ширина стелажа, м;

$h$  – висота стелажа, м.

Прийняте число стелажів встановлюється після перевірки відповідності допустимого навантаження. Розрахунок здійснюється за формулою

$$n_{\text{ст}} = \frac{Z_{\text{max}}}{S_{\text{сто}} q_{\text{у}}}$$

Загальна площа складу (з урахуванням коефіцієнта використання площі) розраховується за формулою

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	131.02. ВР.000.00ПЗ	42
-----	------	----------	-------	------	---------------------	----

$$S = \frac{S_{\text{кор}}}{K_{\text{вик}}}$$

Розмір площі під приймально-відправної площадки визначається за формулою

$$S_{\text{пр.в.}} = 3 S_{\text{тр}} C_{\text{нр т.з.}}$$

де **3** – коефіцієнт, який показує, що висота укладання матеріалу на площадках повинна бути в 3 рази меншою, ніж висота укладання на транспортних засобах;

$S_{\text{тр}}$  – площа, яку займає одиниця транспортного засобу, м<sup>2</sup>;

$C_{\text{нр т.з.}}$  – кількість транспортних засобів, що знаходяться одночасно під навантаженням-розвантаженням..

Службові приміщення складів розраховуються, виходячи з норми 2,5— 6 м<sup>2</sup> на одного працівника.

Ширина проходів між стелажми і штабелями встановлюється 0,8—0,9 м, а для проїзду візків — 1,1—1,2 м. Через кожні 20—30 м повинні бути наскрізні проїзди.

#### 5.4. Особливості організації автоматизованих складів

Автоматизовані склади відіграють важливу роль у роботі ГПС. Вони створюються на різних етапах технологічного процесу, зокрема на початку виробничої ділянки — для складування вихідних матеріалів, на окремих ділянках ГПС — для складування заготовок (оборотних заділів) і наприкінці ділянки ГПС або у визначеному приміщенні — для складування готової продукції.

У складі ГПС вони виконують дві основні функції. оперативну та накопичувальну.

Оперативна функція полягає в зберіганні та доставці на робочі місця заготовок і напівфабрикатів, що становлять міжопераційні заділи, а також комплектів технологічного оснащення, що після виконання операції повертається на склад у секцію підготовки оснащення й інструменту. Накопичувальна функція полягає в

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	131.02. ВР.000.00ПЗ	43

зберіганні страхових заділів, а також готових деталей, призначених для комплектації та подачі на складання.

В автоматизованих складах матеріали, заготовки та ін. зберігаються в осередках па спеціальних стелажах. У цих складах широко використовуються різні засоби механізації й автоматизації складських операцій: підвісні, стрічкові конвеєри, спеціальні штабелювальні крани. Крім того, у таких складах для штучних заготовок і виробів застосовують спеціальну транспортно-складську тару, а також засоби для автоматизованого керування складом. Особливу групу становлять механізми, призначені для укладання вантажів на стелажах або укладання одного вантажу на іншій.

Система керування автоматизованим складом працює, як правило, у трьох режимах: налагоджувальному — переміщення виконавчих органів складу здійснюється з налагоджувального пульта керування; напівавтоматичному — кожен технологічний процес виконується з пульта керування складом; автоматичному — технологічні процеси виконуються за командою від ЕОМ ГПС.

Ивв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ивв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
131.02. ВР.000.00ПЗ				
				44

## 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ [5]

Електробезпека – це система організаційних і технічних заходів, що забезпечують захист людей від небезпечної і шкідливої дії електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля, статичної електрики. Вимоги електробезпеки викладено в ГОСТ 12.1.019-79 «ССБП. Електробезпека. Загальні вимоги і номенклатура видів захисту» (СТ СЭВ 4830-84). Зміни 1986.

Основними заходами захисту від ураження електричним струмом є:

- забезпечення недоступності струмопровідних частин для випадкового дотику;
- застосування електроенергії з безпечними величинами напруги;
- усунення небезпеки ураження людей струмом у разі появи напруги на частинах конструкцій електроустаткування;
- застосування індивідуальних захисних засобів від ураження електричним струмом.

Недоступність струмопровідних частин для випадкового дотику досягається ізоляцією їх струмонепровідними матеріалами. Провідники електричного струму повинні мати робочу ізоляцію. Передбачено застосування в деяких випадках додаткової, підсиленої чи лінійної ізоляції.

Недоступність розташування струмопровідних частин досягається розміщенням їх на висоті, під підлогою чи приховано в стінах. Незахищені струмопровідні частини, до яких можливий дотик людей, надійно огороджують у всіх випадках, якщо напруга перевищує:

- 65 В – в приміщеннях без підвищеної небезпеки;
- 42 В – в приміщеннях з підвищеною небезпекою;
- 12 В – в приміщеннях особливо небезпечних.

У випадку напруги понад 250 В огороджують не тільки незахищені, але й ізольовані струмопровідні частини.

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	131.02. ВР.000.00ПЗ	45
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Застосування малих напруг – дуже ефективний захист від ураження електричним струмом. Для живлення кіл управління технологічним обладнанням, встановленим в особливо небезпечних приміщеннях і приміщеннях з підвищеною небезпекою; кіл управління пересувного устаткування і для живлення ручного інструменту використовують напругу не вище 42 В. На шафах і пультах управління обладнанням розміщують штепсельні розетки з напругою не вище 12 В для включення переносних світильників, які використовуються під час періодичних оглядів наявних в них важкодоступних місць.

Захисне заземлення, занулення і відключення – основні заходи захисту людей від ураження електричним струмом у разі появи напруги на частинах конструкцій електроустаткування.

Захисне заземлення – свідоме електричне з'єднання з землею чи її еквівалентом металевих частин електроустаткування. Вимоги до захисного заземлення викладено в ГОСТ 12.1.030-81 «ССБП. Електробезпека. Захисне заземлення, занулення». Зміни 1987.

Дотик до незахищеного корпусу, який виявився під напругою, рівнозначний однофазному ввімкненню людини в електричну мережу. Мета заземлення – понизити до безпечної величини напругу відносно землі на металевих частинах електроустаткування, які випадково виявилися під напругою, і цим усунути небезпеку ураження людей електричним струмом.

В установках напругою до 1000 В опір захисного заземлення в будь-яку пору року не повинен перевищувати 4 Ом (з потужністю джерела струму 100 кВА і менше опір заземлення допускається не більше 10 Ом). Оскільки опір заземлення значно менший за опір тіла людини (1000 Ом), то у випадку її дотику до пошкодженого електроустаткування найбільший за величиною струм пройде через заземлюючий пристрій. При цьому в найнесприятливішому випадку, коли опір тіла і взуття рівні нулю, через тіло людини пройде струм :

$$J = \frac{1,73U_E}{3R_T + 3R_{\zeta} \frac{R_T R_{\zeta}}{R_{\zeta}}} 1000, i A,$$

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	131.02. ВР.000.00ПЗ	46
-----	------	----------	-------	------	---------------------	----

де  $U_L$  – лінійна напруга в мережі, В;

$R_T, R_{I3}, R_3$  – відповідно опір тіла людини, ізоляції провідників електричної мережі та заземлюючого пристрою, Ом.

Приймаючи  $U_L = 380$  В;  $R_{I3} = 500000$  Ом;  $R_3 = 4$  Ом;  $R_T = 1000$  Ом, знаходимо  $J = 0,005$  мА. Такий за величиною струм безпечний для людини.

Заземлюючим пристроєм називається сукупність заземлювачів – металевих провідників, які з'єднані з землею, і заземлюючих провідників, які з'єднують заземлювані частини електроустаткування з заземлювачами.

Заземлювачі бувають штучні та природні.

Як штучні заземлювачі використовують сталі стрижні, які забивають в ґрунт вертикально і з'єднують між собою сталюю шиною зварюванням.

Як природні:

- прокладений у землі водопровід;
- арматуру залізобетонних конструкцій будівель і споруд, яка має з'єднання з землею;
- свинцеві оболонки кабелів, прокладених у землі.

Розрізняють заземлюючі пристрої:

- контурні (заземлення знаходиться у безпосередній близькості від електроустаткування);
- виносні (заземлення розміщені на спеціально виділеній ділянці території підприємства).

Для заземлення електроустаткування у виробничих та інших приміщеннях використовують здебільшого виносні заземлюючі пристрої з штучними заземлювачами. При цьому металеві елементи кожного електрообладнання під'єднують окремими заземлюючими пристроями до транзитної шини, яка прокладається всередині будівлі і не менше, ніж у двох місцях під'єднується до заземлювачів.

Захисне заземлення електричних установок обов'язкове згідно з ГОСТ 12.1.013-78:

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

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





## ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі виконано проектування гідравлічного приводу установки для автоматичного шліфування дошок, який забезпечує роботу установки в автоматичному режимі:

Розроблений гідравлічний привід забезпечує керування переміщенням робочих органів установки при заданих зусиллях з заданими швидкостями.

Иnv. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Иnv. № дубл.	Подпись и дата	131.02. ВР.000.00ПЗ	49
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

## ЛІТЕРАТУРА

1. Навроцкий К.Л. Теория и проектирование гидро- и гидроприводов. – М.: Машиностроение, 1990.
2. Свешников В.К., Усов А.А. Станочные гидроприводы: Справочник. – М.: Машиностроение, 1998.
3. Методические указания к курсовому проекту по курсу “Гидроавтоматика”/Сост. Якуба А.Р. – Харьков, ХПИ, 1986.
4. Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе по курсу “Теория и проектирование гидро- и гидроприводов”, “Расчет двухпозиционных гидроприводов”/Сост. Кулинич С.П., Сумы, СФТИ, 1992.
5. Керб Л. П. Основи охорони праці: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 2003. — 215 с.
6. Голінько В.І. Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.
7. Іванілов О. С. Економіка підприємства: підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / О. С. Іванілов – К.: Центр учбової літератури, 2009 – 728 с..
- 8 Шварцбурд Б. И.. Технология производства гидравлических машин [Текст] : [Учебник для вузов по спец. "Гидравлические машины и средства автоматизации"]. - М: Машиностроение, 1978. - 352 с. : ил

Инва. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инва. № дубл.	Подпись и дата	131.02. ВР.000.00ПЗ	50
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		