

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 завантажувального  
маніпулятора конвеєра**

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

Виконавець роботи

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Любич А. О.

(прізвище, ініціали)

Керівник

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Кулініч С. П.

(прізвище, ініціали)

Суми 2021

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

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

## ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра студентові  
Любичу Андрію Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: “Розробка гідравлічного приводу завантажувального маніпулятора конвеєра”

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

2. Термін задачі студентом закінченої роботи 10.06.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи: гідроциліндр завантаження Ц1, Ц2,  $F_1 = F_2 = 25\text{кН}$ , гідроциліндр транспортування Ц3  $F_3 = 16\text{кН}$ , гідроциліндр маніпулятора Ц4  $F_4 = 14\text{кН}$ , гідроциліндр захвата Ц5  $F_5 = 28\text{кН}$

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 обробки деталей

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

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

## 6. Консультанти із зазначених розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Опис конструкції та принципу дії привода	15.03.2021	
2	Розрахунок розмірів гідروциліндрів	31.03.2021	
3	Розробка принципової схеми приводу	15.04.2021	
4	Гідравлічний розрахунок привода	30.04.2021	
5	Розробка робочих креслень деталей та вузлів привода	15.05.2021	
6	Нормування і контроль у галузі охорони праці	25.05.2021	
7	Сертифікація нової техніки	01.06.2021	
8	Розробка технологічного процесу обробки деталі	05.06.2021	
7	Оформлення розрахунково-пояснювальної записки	10.06.2021	

7. Дата видачі завдання 01.03.2021 р.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Кулініч С.П.  
(Прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Записка: 54 с., 7 рис., 15 табл., 7 джерел.

Графічний матеріал: 4 аркуші формату А1.

Розроблена принципова схема гідравлічного приводу завантажувального маніпулятора конвеєра, 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

Технічне завдання	
Реферат	
Вступ	5
1. Опис конструкції і принципової схеми гідравлічного приводу завантажувального маніпулятора конвеєра	9
2. Визначення розмірів гідравлічних двигунів і вибір гідравлічного обладнання	14
2.1. Вихідні дані	14
2.2. Вибір робочої рідини і тиску в гідравлічному приводі	14
2.3. Розрахунок розмірів гідроциліндрів	16
2.4 Вибір гідроапаратури	19
3. Гідравлічний розрахунок приводу	22
4 4 Розробка технологічного процесу обробки плити панелі гідравлічної	33
5 Нормування і контроль у галузі охорони праці	43
6. Сертифікація нової техніки	48
Висновки	53
Література	54

Подпись и дата		Инва. № дубл.		Взам. инв. №		Подпись и дата			
Инва. № подл.	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>131.05.BP.000.00ПЗ</b>			
	Разраб.	Любич				Привід гідравлічний завантажувального маніпулятора конвеєра Пояснювальна записка	Лит.	Лист	Листов
	Провер.	Кулініч.					ВР	4	54
	Нач. бюро						<b>СумДУ ГМ-71</b>		
	Н. контр.	Алексєєнко							
	Утв.								

## Вступ [1]

Гідравлічні приводи набули досить широкого поширення для здійснення руху робочих органів різних машин. В машинобудуванні використовуються гідравлічні приводи в системах автоматичного керування робочими органами машин, які працюють за замкненим технологічним циклом — в циклових системах керування. До них належать системи автоматичного керування металорізальних верстатів і автоматичних ліній роботів-маніпуляторів та пресів. технологічних машин металургійної харчової і легкої промисловості та ін.

Значне поширення гідравлічних приводів у різних галузях машинобудування зумовлюється рядом їхніх істотних переваг до яких перш за все належать можливість одержання великих сил та обертаючих моментів, при порівняно малих розмірах гідродвигунів, плавність переміщення, забезпечення безступінчастого регулювання швидкості у широкому діапазоні, мала інерційність простота здійснення прямолінійних, зворотно-поступальних рухів та автоматичного керування робочими органами, легкість запобігання перевантаженням, висока експлуатаційна надійність.

Верстатобудування належить до тих галузей, де гідравлічні приводи використовуються традиційно. В наш час у металорізальних верстатах та ковальсько-пресовому обладнанні гідропривод використовується для здійснення як головних, так і допоміжних рухів, в тому числі автоматичних слідкуючих переміщень виконавчих механізмів, приводу робочих органів технологічних машин та роботів-маніпуляторів, затискних фіксуєчих та транспортних пристроїв.

В останні роки об'ємний гідропривод широко використовується в сільськогосподарських будівельно-дорожніх транспортних машинах. В гірничому машинобудуванні гідропривод застосовується в прохідницьких та вугільних комбайнах, стругових установках, бурових верстатах, щитах для проходки тунелів, механізованому кріпленні гірничих лав та ін. [1].

Широко застосовуються гідравлічні приводи в літальних апаратах.

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	131.05.ВР.000.00ПЗ	5
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

При незаперечних високих якостях гідравлічного об'ємного привода слід відзначити й властиві йому недоліки. Гідроприводи поступаються електричним приводам у відстані транспортування енергії від джерела постачання до його споживачів та в швидкості передачі командних сигналів внаслідок їхнього уповільненого проходження у рідкому середовищі.

Область застосування гідроприводу:

1. Системи управління літаків та ракет: системи повороту закрилків, гідроприводи шасі, радіолокаційні системи, системи управління рульовими поверхнями та ін.
2. Сільськогосподарське машинобудування.
3. Верстатобудування.
4. Приводи будівельно-шляхових машин.
5. Гірничо-видобувна промисловість.
6. Металургійна промисловість.
7. Роботи та маніпулятори.
8. Залізничний транспорт.

Переваги гідроприводу:

1. Малі габарити і мала питома вага на одиницю розвинутої потужності.
2. Висока швидкодія, обумовлена малою інертністю обертових частин, що забезпечує швидку зміну режиму роботи і високу позиційну точність.
3. Можливість безступеневого керування швидкості руху вихідної ланки, плавність роботи.
4. Простота отримання лінійних переміщень
5. Можливість роботи в динамічних режимах роботи при частих змінах швидкості і напрямку руху.
6. Добра змащуваність.
7. Можливість простого і надійного захисту від перевантаження, можливість роботи до жорсткого упору.

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
131.05.ВР.000.00ПЗ				6

8. Гідропривід має високу механічну жорсткість по відношенню до навантаження.

#### Недоліки гідроприводу

1. Гідравлічні витрати при русі рідини, які викликають її нагрів, а також деталей і вузлів і зменшення ККД.
2. Витоки рідини внутрішні і зовнішні, зменшують ККД і викликають забруднення робочого місця.
3. Необхідність фільтрації робочої рідини.
4. Зміна характеристик дроселюючих пристроїв при зміні густини робочої рідини.
5. Зміна характеристик відповідно відпрацюванню ресурсу.
6. Трудомісткість виготовлення окремих вузлів гідроприводу.
7. Підвищена пожежна небезпечність.
8. Невисока швидкість передачі сигналів в каналах трубопроводу.

#### Принцип дії

Принцип дії гідроприводу базується на законі Паскаля і високому модулі об'ємного стиснення рідини

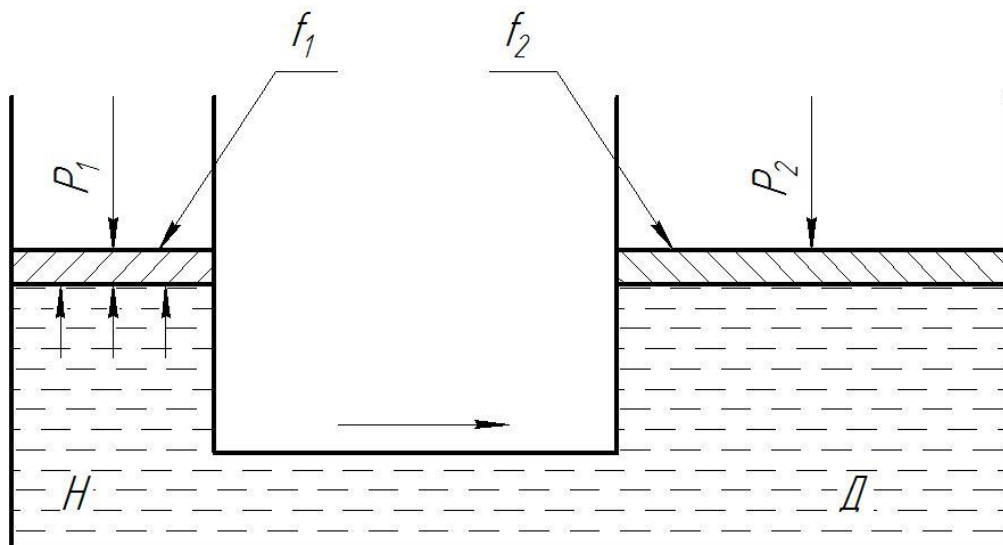


Рисунок 1 – Принцип дії приводу: Н – насос, Д – двигун.

Инвар. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
131.05.ВР.000.00ПЗ				7



Для аналізу принципу дії гідроприводу вважаємо, що порожнини гідроциліндрів і трубопроводу повністю заповнені рідиною. Рідина практично не стискається, герметично ізольована від зовнішнього середовища і не просочується в щілини між стінками гідроциліндрів і поршнями. Втрати енергії на тертя в гідроциліндрі і в об'ємі рідини малі. Крім того, будемо розглядати рух поршнів з незначними величинами прискорення, при яких можна не враховувати сили інерції поршнів та рідини.

На шток площею  $f_1$  діє сила  $P_1$ . Ця сила урівноважується силою тиску рідини на поверхню поршня. Рівновага сил на поршні має місце при виконанні умови

$$pf_1 = P_1,$$

де  $f_1$  – площа насосу Н;

$p$  – тиск в порожнині насосу Н.

Згідно з законом Паскаля, тиск рідиною передається в усіх напрямках однаково. Тому з боку рідини на поршень площею  $f_2$ , буде діяти сила  $P_2$ .

$$pf_2 = P_2,$$

де  $f_2$  – площа поверхні двигуна Д.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	131.05.ВР.000.00ПЗ	8

# 1 Опис конструкції і принципової схеми гідравлічного приводу завантажувального маніпулятора конвеєра

## 1.1 Опис конструкції та принцип дії

Загальний вигляд завантажувального маніпулятора конвеєра зображено на рисунку 1.1

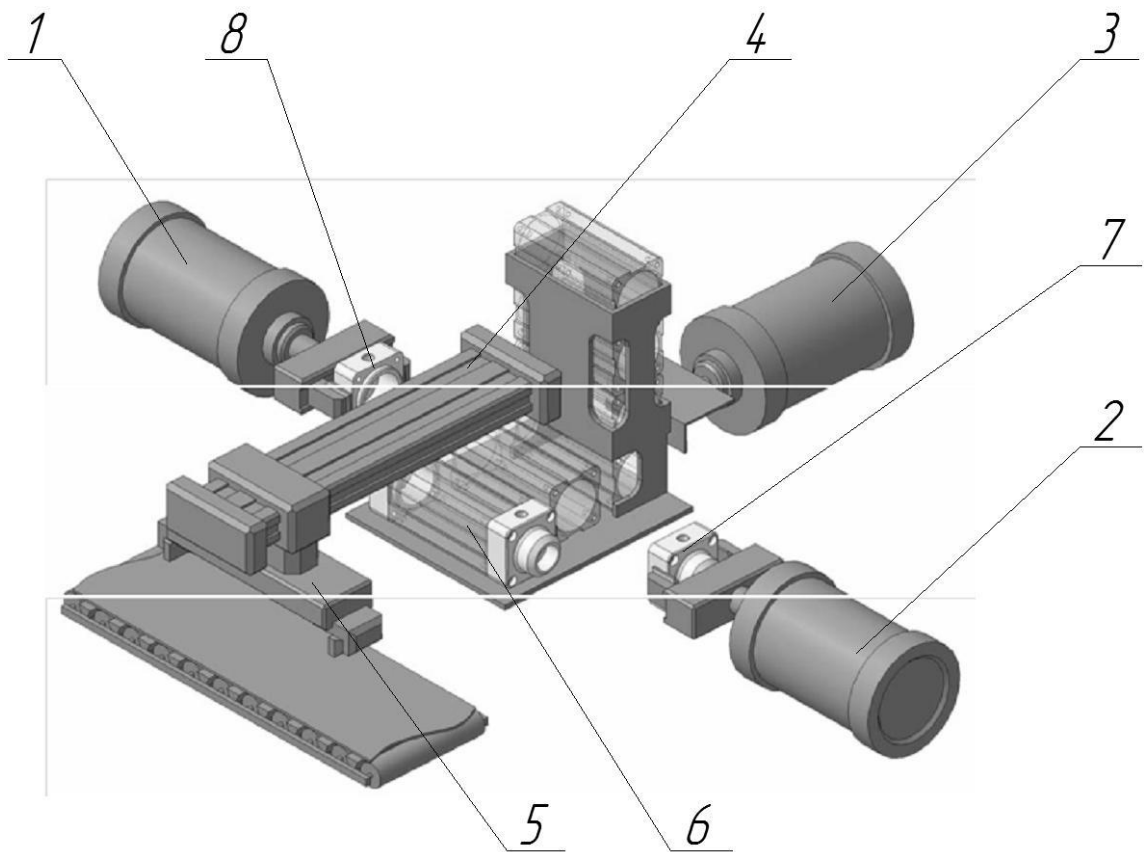


Рисунок 1.1 – Завантажувальний маніпулятор конвеєра

Приводи завантаження 1 і 2 встановлюють верхні і нижні кришки пневматичних циліндрів в касети 6 для подальшого складання. Привід 2 подає верхню кришку 7 в касету, а привід 1 подає нижню кришку 8 в касету. Після того, як встановлено обидві кришки, привід 3 подає наступну порожню касету на позицію завантаження I і виштовхує заповнену касету на позицію відвантаження II. Перед

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

завантаженням порожньої касети привід 3 виходить з робочої зони і дає можливість опуститися наступній касеті з магазину (затримка часу 3 секунди). Маніпулятор, що складається з приводу 4 з встановленим на ньому гідравлічним захопленням 5 (циліндр одnobічної дії), забирає с позиції II заповнену касету і встановлює її на конвеєр складальної лінії. При наявності порожньої касети в магазині цикл повторюється автоматично. Контроль інтервалів часу виконується за допомогою гідравлічного реле часу.

## 1.2 Розробка гідравлічної схеми

Розробку схеми розпочинаємо з побудови кругової діаграми (рисунок 1.2), послідовність руху циліндрів отримуємо з технічного завдання.

Перший і другий гідроциліндри працюють синхронно, тому для спрощення схеми перших два циліндра записуємо, як 1.

$$1p - \bar{1} - 3 - \bar{3}t - 5p - 4 - \bar{5} - \bar{4}$$

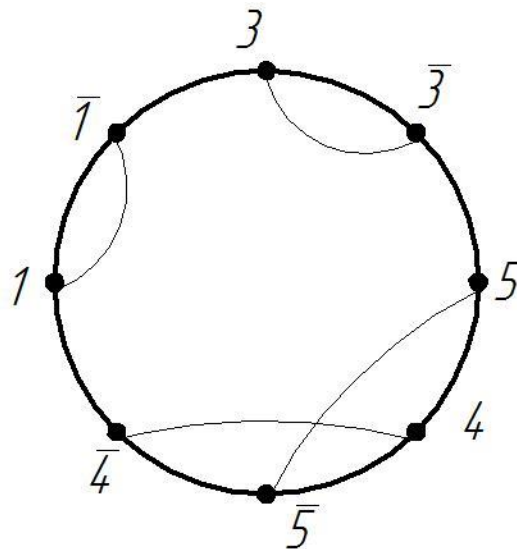


Рисунок 1.2 – Кругова діаграма

З'єднавши відповідні циліндри лініями зв'язку ми побачимо, що перетнулись лише лінії 4 та 5 циліндрів. Даний метод передбачає обов'язкове перетин ліній зв'язку. Для забезпечення цієї умови вводимо додаткові елементи 6, 7 та 8. Отримана діаграма зображена на рисунку 1.3.

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

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

131.05.BP.000.00ПЗ

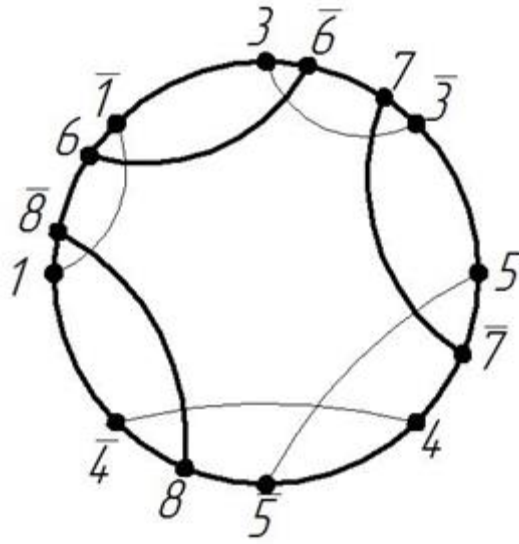


Рисунок 1.3 – Кругова діаграма з допоміжними елементами.

Записуємо рівняння:

$$Y_1 \leftarrow X_{\bar{4}} X_8$$

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

$$Y_3 \leftarrow X_{\bar{1}} X_6$$

$$Y_{\bar{3}} \leftarrow X_3$$

$$Y_4 \leftarrow X_5$$

$$Y_{\bar{4}} \leftarrow X_{\bar{5}} X_8$$

$$Y_5 \leftarrow X_{\bar{3}} X_7$$

$$Y_{\bar{5}} \leftarrow X_4$$

$$Y_6 \leftarrow X_1$$

$$Y_{\bar{6}} \leftarrow X_3$$

$$Y_7 \leftarrow X_3$$

$$Y_{\bar{7}} \leftarrow X_5$$

$$Y_8 \leftarrow X_4$$

$$Y_{\bar{8}} \leftarrow X_1$$

Використовуючи отримані сигнали зображуємо схему на рисунку 1.4.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
131.05.ВР.000.00ПЗ				11

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

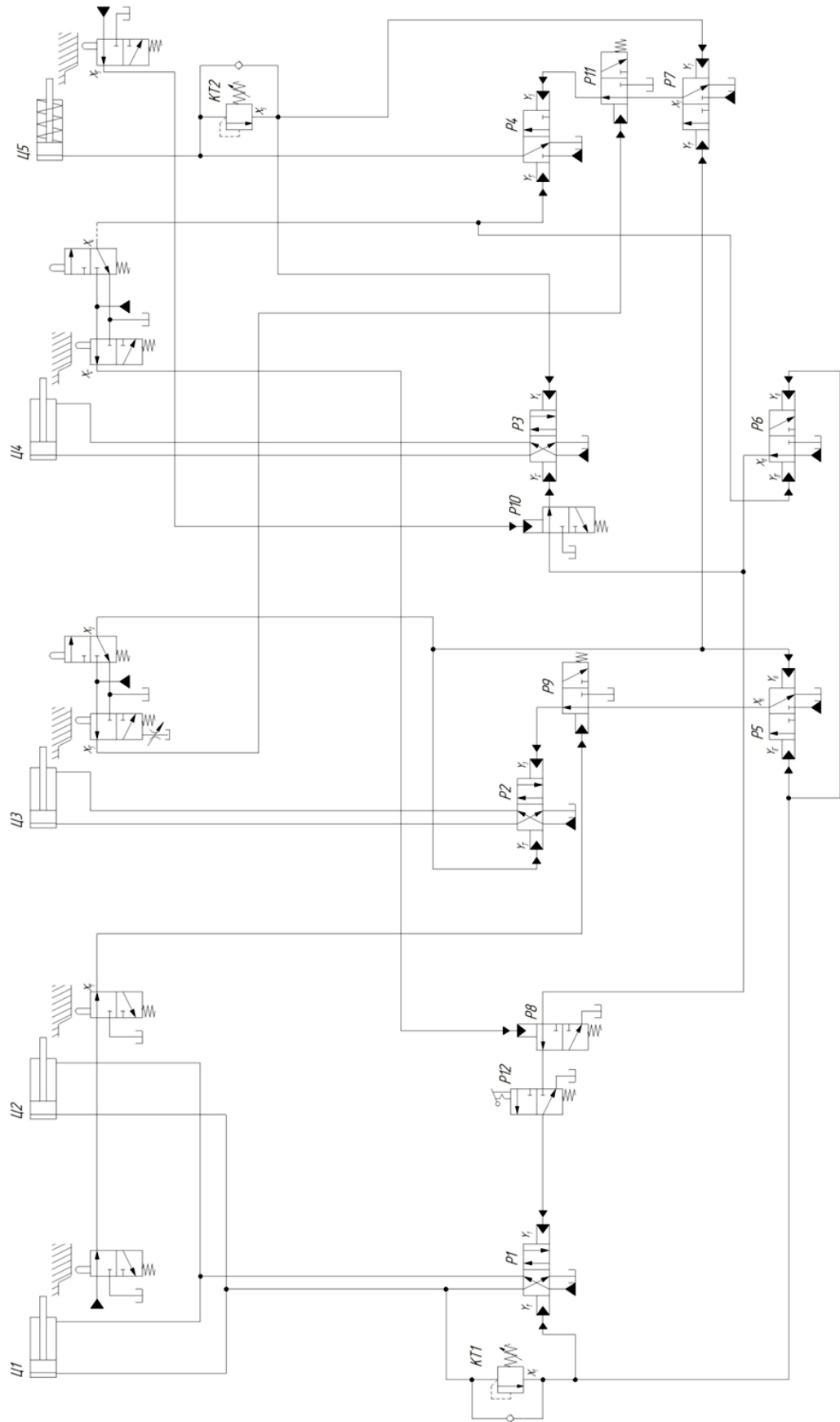


Рисунок 1.4 – Принципова гідравлічна схема приводу

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

131.05.ВР.000.00ПЗ

### 1.3 Принцип роботи гідравлічного приводу

Перемикання системи в працюючу фазу здійснюється розподільником Р12. Тиск який прийшов з Р12 на пілот розподільника Р1, перемикає його у другу позицію. Штоки циліндрів 1 і 2 починають висуватися. Розподільники, які відстежували початкове положення штоків, віджалися за допомогою пружини.

При повному висуненні штоків Ц1 і Ц2 споживання рідини циліндрами припиняється, тиск у напірній гілці зростає і спрацьовує клапан КТ1. Тиск який проходить через клапан перемикає розподільники Р5 і Р6.

Розподільник Р6 з'єднує пілот Р1 зі зливом, що дозволяє перемкнути розподільник Р1 під впливом тиску з КТ1 у першу позицію. Р5 подав тиск на Р9. Штоки гідроциліндрів Ц1 і Ц2 починають втягуватися.

Після втягування штоків перших двох гідроциліндрів, тиск через натиснуті розподільники, перемикає розподільник Р9. Тиск який пройшов через Р9 перемикає Р2 і шток Ц3 висувається. Розподільник початкового положення віджимається, а кінцевого натискається. Р11 повертається у початкове положення, переключаються Р5 і Р2. Шток Ц3 втягнувся. Розподільник відстежив положення штока і подав тиск на пілот розподільника Р11. Тиск через Р7 і Р11 прийшов на пілот розподільника Р4 і перемкнув його у другою позицію. Шток Ц5 висунувся. У напірній гілці п'ятого циліндра піднявся тиск, який перемкнув клапан КТ2. Розподільник початкового положення віджався і припинив подачу мастила у пілот Р10. Тиском з клапана КТ2 перемикається Р3 і висувається шток Ц4, положення якого, відстежується натискними розподільниками. Розподільник, який сигналізує про висунутий шток, подає тиск на пілоти Р4 і Р6. Масло з поршневої порожнини Ц5 зливається і пружина повертає шток в початкове положення. Кінцевий сигналізатор при утягнутому штоку подає тиск на пілот Р10, що тягне за собою перемикання Р3 і втягування штока Ц4. Далі цикл повторюється.

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
131.05.ВР.000.00ПЗ				13

## 2 Визначення розмірів гідравлічних двигунів та вибір гідрообладнання [1]

### 2.1 Вихідні дані

Вихідні дані приведені в таблицях 2.1 – 2.3

Таблиця 2.1

Зусилля на штоках	Величина
Гідроциліндр завантаження Ц <sub>1</sub>	$F_1 = 25\text{кН}$
Гідроциліндр завантаження Ц <sub>2</sub>	$F_2 = 25\text{кН}$
Гідроциліндр транспортування Ц <sub>3</sub>	$F_3 = 18\text{кН}$
Гідроциліндр маніпулятора Ц <sub>4</sub>	$F_4 = 16\text{кН}$
Гідроциліндр захвата Ц <sub>5</sub>	$F_5 = 28\text{кН}$

Таблиця 2.2

Швидкості переміщення штоків	Величина
Гідроциліндр завантаження Ц <sub>1</sub>	$v_1 = 30\text{ мм/с}$
Гідроциліндр завантаження Ц <sub>2</sub>	$v_2 = 30\text{ мм/с}$
Гідроциліндр транспортування Ц <sub>3</sub>	$v_3 = 80\text{ мм/с}$
Гідроциліндр маніпулятора Ц <sub>4</sub>	$v_4 = 100\text{ мм/с}$
Гідроциліндр захвата Ц <sub>5</sub>	$v_5 = 40\text{ мм/с}$

Таблиця 2.3

Робочий хід поршнів	Величина
Гідроциліндр завантаження Ц <sub>1</sub>	$l_1 = 250\text{ мм}$
Гідроциліндр завантаження Ц <sub>2</sub>	$l_2 = 250\text{ мм}$
Гідроциліндр транспортування Ц <sub>3</sub>	$l_3 = 160\text{ мм}$
Гідроциліндр маніпулятора Ц <sub>4</sub>	$l_4 = 500\text{ мм}$
Гідроциліндр захвата Ц <sub>5</sub>	$l_5 = 25\text{ мм}$

### 2.2 Вибір робочої рідини і тиску в гідравлічному приводі [1]

Робоча рідина в гідроприводі служить для передачі енергії від вхідного ланки (вала насоса) до вихідного (штока гідроциліндра або вала гідромотора). Крім цього вона є змазує і антикорозійне середовищем і виконує ще ряд функцій,

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

131.05.BP.000.00ПЗ

що визначають експлуатаційні властивості і техніко-економічні показники гідроприводу.

До робочих рідин, призначених для гідроприводів верстатів пред'являються наступні основні вимоги [1].

Робоча рідина повинна мати гарні змащувальні і антикорозійними властивостями по відношенню до сталі, чавуну, бронзи, алюмінієвими сплавів; високу протипінну стійкість, що виключає утворення повітряно-масляної суспензії і відкладення смолистих опадів, що викликають облітерацію прохідних капілярних каналів і дросельних щілин в гідрообладнанні; термічну гідролітичну стабільність в процесі експлуатації і зберігання.

Для забезпечення працездатності насосів робоча рідина повинна мати температуру застигання на 10-15 °С нижче можливої роботи температури; в'язкість при температурі +50 °С не менше  $10 \times 10^{-6} (\text{м}^2/\text{с})$ , при температурі -40 °С - не більше  $1500 \times 10^{-6} (\text{м}^2/\text{с})$ .

Робоча рідина повинна забезпечувати стійку роботу насосів, сталість режиму гідроприводу, зберігати мастильні властивості; повинні бути усунуті надмірні витоки при високих температурах і надмірні втрати тиску при низьких температурах.

Для проектного гідроприводу вибираємо масло Турбінне Тп46 ГОСТ 32-74. Характеристики обраного масла наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Характеристики масла Турбінне Тп46 ГОСТ 32-74

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

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

Приймаємо робочий тиск рн=6,3 МПа

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	131.05.ВР.000.00ПЗ	15



## 2.3 Розрахунок розмірів гідроциліндрів [1]

Діаметр поршня гідроциліндра з одностороннім штоком визначається за формулою [2]:

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

де  $P$  – зусилля на штоці гідроциліндра, Н;

$\Delta p$  – перепад тиску на поршні гідроциліндра, Па;

$\eta_{\text{м}}$  – механічний к. к. п. гідроциліндра.

Вибираємо відношення діаметрів штока до поршня гідроциліндра у відповідності з наступними даними [2].

При  $p_{\text{н}} < 1.5 \text{ МПа}$ ,  $\alpha = 0.3 - 0.35$ ;

при  $1.5 \text{ МПа} < p_{\text{н}} < 5 \text{ МПа}$ ,  $\alpha = 0.5$ ;

при  $5 \text{ МПа} < p_{\text{н}} < 10 \text{ МПа}$ ,  $\alpha = 0.7$ .

Для обраного тиску допустимий  $\alpha = 0.7$ .

Діаметри штоків визначаються за формулою:

$$d_{\text{ш}} = \alpha \cdot d_{\text{п}} \quad (2.2)$$

Діаметри поршня і штока, визначені за формулами (2.1, 2.2) округлюються до найближчих стандартних значень відповідно до вимог ГОСТ 12447-80 [1].

Розрахунок розмірів поршнів і штоків, виконаний за формулами (2.1, 2.2) зводимо в таблицю 2.5.

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

					131.05.ВР.000.00ПЗ	
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		16

Таблиця 2.5 – Розрахунок розмірів гідроциліндрів

Гідроциліндр	Діаметр поршня, мм		Діаметр штока, мм	
	розрахунковий	прийнятий	розрахунковий	прийнятий
Гідроциліндр завантаження Ц <sub>1</sub>	79.0	80	56	56
Гідроциліндр завантаження Ц <sub>2</sub>	79.0	80	56	56
Гідроциліндр транспортування Ц <sub>3</sub>	70.7	70	49	50
Гідроциліндр маніпулятора Ц <sub>4</sub>	61.2	63	44.1	45
Гідроциліндр захвата Ц <sub>5</sub>	82.3	80	56	56

Для приводів завантаження вибираємо гідроциліндри з одностороннім штоком 1-80x250 ОСТ Г29-1-71. Основні параметри гідроциліндрів привода завантаження приведені у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Основні параметри гідроциліндрів привода завантаження

Діаметр поршня, мм	80
Діаметр штока, мм	56
Хід штока, мм	250
Маса, кг	21

Для привода транспортування виробу вибираємо гідроциліндр з одностороннім штоком 1-70x160 ОСТ Г29-1-71. Основні параметри гідроциліндра привода транспортування приведені у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Основні параметри гідроциліндра привода транспортування

Діаметр поршня, мм	70
Діаметр штока, мм	50
Хід штока, мм	160
Маса, кг	16

Для привода маніпулятора вибираємо гідроциліндр з одностороннім штоком 1-63x500 ОСТ Г29-1-71. Основні параметри гідроциліндра привода маніпулятора приведені у таблиці 2.8.

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	131.05.ВР.000.00ПЗ	17

Таблиця 2.8 – Основні параметри гідроциліндра привода маніпулятора

Діаметр поршня, мм	63
Діаметр штока, мм	45
Хід штока, мм	500
Маса, кг	22

Для привода захвата виробу обираємо гідроциліндр з одностороннім штоком 1-80x25 ТУ2-053-1625-82Е. Основні параметри гідроциліндра привода захвата приведені у таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Основні параметри гідроциліндра привода захвата

Діаметр поршня, мм	80
Діаметр штока, мм	56
Хід штока, мм	25
Маса, кг	9

Витрата рідини у порожнинах гідроциліндрів визначається за формулами [2]:

поршнева порожнина гідроциліндрів

$$Q = \frac{\pi \cdot d_n^2 \cdot v}{4}, \quad (2.3)$$

де  $v$  - швидкість переміщення штока гідроциліндра, м/с;

штокова порожнина гідроциліндрів

$$Q = \frac{\pi \cdot (d_n^2 - d_{ш}^2) \cdot v}{4}, \quad (2.4)$$

Необхідні витрати рідини для гідроциліндрів розраховані за формулами (2.3, 2.4) приведені у таблиці 2.10.

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	131.05.ВР.000.00ПЗ	18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Таблиця 2.10 Визначення необхідної витрати рідини

Гідроциліндр	Витрата рідини $10^{-4}$ , м <sup>3</sup> /с	
	Напірна лінія	Зливна лінія
Гідроциліндр завантаження Ц <sub>1</sub>	1.51	0.769
Гідроциліндр завантаження Ц <sub>2</sub>	1.51	0.769
Гідроциліндр транспортування Ц <sub>3</sub>	3.08	1.51
Гідроциліндр маніпулятора Ц <sub>4</sub>	3.12	1.53
Гідроциліндр захвата Ц <sub>5</sub>	2.01	1.02

## 2.4 Вибір гідроапаратури

Вибір насоса [1].

Для забезпечення роботи гідравлічного приводу відповідно до розрахованих необхідних витратам робочої рідини вибираємо пластинчастий насос НПЛ 25/63 ТУ2-053-1899-88. Характеристики насоса приведені у таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 Характеристика насоса

Робочий об'єм, см <sup>3</sup>	25
Подача, дм <sup>3</sup> /хв	21.1
Тиск на виході з насоса, МПа	
номінальний	6.3
піковий	7,0
Частота вращения, хв <sup>-1</sup>	950
К.к.д. об'ємний	0.88
Маса, кг	9.7

## Вибір гідророзподільників [1].

Для здійснення керування гідроциліндрами завантаження, транспортування та маніпулятора вибираємо розподільники 1РХ6.574А/0.4 з гідравлічним керуванням. Характеристики розподільників приведені у таблиці 2.12.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	131.05.ВР.000.00ПЗ				19

Таблиця 2.12 – Характеристика розподільників

Діаметр умовного проходу, мм	6
Витрата рідини, дм <sup>3</sup> /хв	
номінальна	20-25
максимальна	20-60
Тиск, МПа	
номінальний	32
у зливній лінії, не більше	16
Втрати тиску при номінальній витраті, МПа	0,2

Для здійснення керування гідроциліндром захвату виробу вибираємо розподільник 1РХ6.573/0.4 з гідравлічним керуванням. Характеристики розподільників приведені у таблиці 2.12.

Таблиця 2.13 – Характеристика розподільників

Діаметр умовного проходу, мм	6
Витрата рідини, дм <sup>3</sup> /хв	
номінальна	20-25
максимальна	20-60
Тиск, МПа	
номінальний	32
у зливній лінії, не більше	16
Втрати тиску при номінальній витраті, МПа	0,2

Для забезпечення умови завдання вибираємо клапан тиску ПБ Г66-32М4 з вмонтованим зворотнім клапаном. Характеристики клапану тиску приведені у таблиці 2.13.

Таблиця 2.14 Характеристика клапана тиску

Діаметр умовного проходу, мм	10
Витрата рідини, дм <sup>3</sup> /хв	
номінальна	32
максимальна	50
мінімальна	1
Номінальний перепад тиску, МПа	0,2

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

## Вибір фільтру [1]

Вибираємо фільтр напірний 1ФГМ32-25М ГОСТ 16026-80. Характеристики фільтру приведені у таблиці 2.14.

Таблиця 2.15 – Характеристика фільтра

Номінальна витрата, дм <sup>3</sup> /хв	40
Номінальний тиск, МПа	32
Номінальний перепад тиску, МПа	0,2
Перепад тиску, МПа спрацювання сигналізатора	0,3
відкриття перепускного клапану	0,7
номінальна тонкість фільтрації, мкм	25
Маса, кг	5

Инов. № подл.		Подпись и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подпись и дата	
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	131.05.ВР.000.00ПЗ				
					21				

### 3 Гідравлічний розрахунок приводу [2]

Діаметр гідроліній визначається за формулою [2]

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

де  $Q_{\max}$  – максимальна витрата у гідролінії м<sup>3</sup>/с;

$v_{\text{доп}}$  – допустима швидкість руху робочої рідини у гідролінії м/с.

Максимальна витрата у гідролініях згідно таблиці 2.10  $Q_{\max} = 21$  дм<sup>3</sup>/хв.

Вибір швидкостей руху РР проведемо згідно таблиці 3.1.

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 6 м/с

Визначаємо діаметри гідроліній за формулою (3.1). Розрахунок діаметрів зводимо у таблицю (3.2).

Таблиця 3.2 – Визначення діаметра гідролінії

Гідроциліндр	Ділянка гід-ролінії	$Q_{\max},$ м <sup>3</sup> /с·10 <sup>-4</sup>	$d_{\text{роз}},$ мм	$d_y,$ мм	$v_{\text{факт}},$ м/с
Гідроциліндр завантаження Ц <sub>1</sub>	Напірна	1.51	5.66	6	5.34
	Зливна	0.769	4.04	6	2.72
Гідроциліндр завантаження Ц <sub>2</sub>	Напірна	1.51	5.66	6	5.34
	Зливна	0.769	4.04	6	2.72
Гідроциліндр транспортування Ц <sub>3</sub>	Напірна	3.08	8.09	10	3.92
	Зливна	1.51	5.66	6	5.34
Гідроциліндр маніпулятора Ц <sub>4</sub>	Напірна	3.12	8.14	10	3.97
	Зливна	1.53	5.70	6	5.41
Гідроциліндр захвата Ц <sub>5</sub>	Напірна	2.01	6.53	10	2.56

Діаметр всмоктуючого трубопроводу визначається за формулою:

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	131.05.ВР.000.00ПЗ				22
					Изм	Лист	№ докум.	Подп.	

$$d_{\text{в}} = \sqrt{\frac{4Q_{\text{в}}}{\pi v_{\text{дон}}}},$$

де  $Q_{\text{в}}$  – витрата рідини у всмоктуючому трубопроводі, м<sup>3</sup>/с.

$$Q_{\text{в}} = \frac{Q_{\text{н}}}{\eta_{\text{o}}},$$

$Q_{\text{н}}$  – подача насоса, м<sup>3</sup>/с;

$\eta_{\text{o}}$  – об'ємний к.к.д. насоса.

$$Q_{\text{в}} = \frac{0.000350}{0.88} = 0.000398 \text{ (м}^3\text{/с)}.$$

$$d_{\text{в}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.000398}{3.14 \cdot 2}} = 0.0159 \text{ (м)}.$$

По ГОСТ 12447-80 приймаємо  $d_{\text{в}} = 16$  мм.

Втрати тиску в гідравлічній лінії визначаються за формулою [2].

$$\Delta p_{\Sigma} = \Delta p_{\text{м}} + \Delta p_{\text{г.а.}} + \Delta p_{\text{тр}}, \quad (3.2)$$

де  $\Delta p_{\text{м}}$  – втрати тиску в місцевих опорах, Па;

$\Delta p_{\text{г.а.}}$  – сумарні втрати тиску у гідроапаратурі, Па;

$\Delta p_{\text{тр}}$  – сумарні втрати тиску на тертя по довжині трубопроводу, Па.

Сумарні втрати тиску у місцевих опорах визначаються за формулою [2]:

$$\Delta p_{\text{м}} = \sum_{i=1}^n \Delta p_{\text{м.і}}, \quad (3.3)$$

де  $\Delta p_{\text{м.і}}$  – втрати тиску у  $i$  – му опорі, Па;

$n$  – кількість місцевих опорів, шт.

Втрати тиску у місцевому опорі визначаються за формулою [2]:

$$\Delta p_{\text{м.і}} = \xi_i \rho \frac{v_i^2}{2}, \quad (3.4)$$

де  $\xi_i$  – коефіцієнт втрат у місцевому опорі;

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

$v_i$  – швидкість руху рідини у місцевому опорі, м/с.

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	131.05.ВР.000.00ПЗ	23



Сумарні втрати тиску у гідроапаратурі визначаються за формулою [2]:

$$\Delta p_{г.а.} = \sum_{i=1}^n \Delta p_{г.а.i}, \quad (3.5)$$

де  $\Delta p_{г.а.i}$  – втрати тиску у  $i$ - му гідроапараті, Па;

$n$  – кількість гідроапаратів.

Втрати тиску у  $i$  – му гідроапараті визначаються за формулою [2]:

$$\Delta p_{г.а.i} = \Delta p_{ном} \cdot \left( \frac{Q_{ф}}{Q_{ном}} \right)^2, \quad (3.6)$$

де  $\Delta p_{ном}$  – втрати тиску у  $i$ - му гідроапараті при номінальній витраті;

$Q_{ф}$  – фактична витрата через гідроапарат, м<sup>3</sup>/с;

$Q_{ном}$  – номінальна витрата через гідроапарат, м<sup>3</sup>/с.

Сумарні втрати тиску на тертя по довжині трубопроводу визначаються за формулою [2]:

$$\Delta p_{тр} = \sum_{i=1}^n \Delta p_{тр.i}, \quad (3.7)$$

де  $\Delta p_{тр.i}$  – втрати тиску на ділянці трубопроводу, Па;

$n$  – кількість ділянок.

Втрати тиску на ділянці трубопроводу визначаються за формулою [2]:

$$\Delta p_{тр.i} = \rho \lambda_i \frac{l_i}{d_i} \frac{v_i^2}{2}, \quad (3.8)$$

де  $\lambda_i$  – коефіцієнт втрат на тертя;

$l_i$  – довжина трубопроводу, м;

$d_i$  – діаметр трубопроводу, м;

$v_i$  – швидкість руху рідини на ділянці трубопроводу, м/с.

Коефіцієнт втрат на тертя залежить від режиму руху робочої рідини та може бути визначений за формулою [2]:

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	131.05.ВР.000.00ПЗ	24

$$\lambda_i = \begin{cases} \frac{75}{Re} & Re < Re_{кр} \\ 0,316 & \\ \frac{1}{\sqrt[4]{Re}} & Re > Re_{кр} \end{cases}, \quad (3.9)$$

де  $Re$  – число Рейнольдса;

$Re_{кр}$  – критичне число Рейнольдса.

Число Рейнольдса визначається за формулою [2]:

$$Re = \frac{v_i d_i}{\nu}, \quad (3.10)$$

де  $\nu$  – коефіцієнт кінематичної в'язкості робочої рідини, м/с<sup>2</sup>.

Критичне число Рейнольдса для гідравлічних приводів:

$$Re_{кр} = 1000$$

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

Розрахунок втрат тиску по формулі (3.2) з урахуванням формул (3.3 – 3.10) зводимо до таблиць 3.3 – 3.6.

Тиск у порожнинах гідро двигунів визначається за формулами:

Для напірної порожнини

$$p_{нап} = p_n - \Delta p_{нап},$$

де  $p_n$  – тиск на виході з насоса, МПа;

$\Delta p_{нап}$  – втрати тиску у напірному трубопроводі, МПа;

Для зливної порожнини

$$p_z = p_{зл} + \Delta p_z,$$

де  $p_{зл}$  – тиск на виході із зливного трубопроводу, МПа;

$\Delta p_z$  – втрати тиску у зливному трубопроводі, МПа.

Розрахунок тисків у порожнинах гідродвигунів зводимо у таблицю 3.7

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
131.05.BP.000.00ПЗ				
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
				25

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

Таблица 3.3 – Визначення втрат тиску по довжині гідролінії

Гідроциліндр	Ділянка гід-ролінії	d, мм	l, м	$Q, \text{м}^3/\text{с} \times 10^{-4}$	v, м/с	Re	Режим	$\lambda$	$\Delta p, \text{МПа}$
Гідроциліндр завантаження Ц <sub>1</sub>	напірна	6	2.4	1.51	5.34	729	Ламін.	0.103	0.53
	зливна	6	2.5	0.769	2.72	371	Ламін.	0.201	0.28
Гідроциліндр завантаження Ц <sub>2</sub>	напірна	6	2.4	1.51	5.34	729	Ламін.	0.103	0.53
	зливна	6	2.5	0.769	2.72	371	Ламін.	0.201	0.28
Гідроциліндр транспортування Ц <sub>3</sub>	напірна	10	2.8	3.08	3.92	892	Ламін.	0.0841	0.16
	зливна	10	2.8	1.51	5.34	729	Ламін.	0.103	0.37
Гідроциліндр маніпулятора Ц <sub>4</sub>	напірна	10	3.2	3.12	3.97	903	Ламін.	0.0830	0.19
	зливна	6	3.4	1.53	1.95	443	Ламін.	0.169	0.09
Гідроциліндр захвату Ц <sub>5</sub>	напірна	10	1.8	2.01	2.56	582	Ламін.	0.129	0.07

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

Таблиця 3.4 – Визначення втрат тиску в місцевих опорах

Гідродвигун	Ділянка гід-ролінії	Тип опору	Кіль.	$\xi$	$Q \cdot 10^4, \text{м}^3/\text{с}$	$v, \text{м/с}$	$\Delta p_{\text{мс}}, \text{МПа}$
Гідроциліндр заванта-ження Ц <sub>1</sub>	Напірний	Поворот на 90°	3	0.4	1.51	5.34	0.0154
		Штуцер	8	0.6			0.0616
		Сумарні					0.077
Гідроциліндр заванта-ження Ц <sub>2</sub>	Зливний	Поворот на 90°	3	0.4	0.769	2.72	0.004
		Штуцер	10	0.6			0.020
		Сумарні					0.024
Гідроциліндр заванта-ження Ц <sub>2</sub>	Напірний	Поворот на 90°	3	0.4	1.51	5.34	0.0154
		Штуцер	8	0.6			0.0616
		Сумарні					0.077
Гідроциліндр заванта-ження Ц <sub>2</sub>	Зливний	Поворот на 90°	3	0.4	0.769	2.72	0.004
		Штуцер	10	0.6			0.020
		Сумарні					0.024

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

Продовження таблиці 3.4

Гідродвигун	Ділянка гід-ролінії	Тип опору	Кіль.	$\xi$	$Q \cdot 10^4, \text{ м}^3/\text{с}$	$v, \text{ м/с}$	$\Delta p_{\text{м5}}, \text{ МПа}$
Гідроциліндр транспортування Ц <sub>3</sub>	Напірний	Поворот на 90°	3	0.4	3.08	3.92	0.0083
		Штуцер	6	0.6			0.0249
		Сумарні					0.0333
Гідроциліндр маніпулятора Ц <sub>4</sub>	Зливний	Поворот на 90°	3	0.4	1.51	5.34	0.0154
		Штуцер	8	0.6			0.0617
		Сумарні					0.077
Гідроциліндр маніпулятора Ц <sub>4</sub>	Напірний	Поворот на 90°	3	0.4	3.12	3.97	0.0085
		Штуцер	5	0.6			0.0213
		Сумарні					0.0299
Гідроциліндр маніпулятора Ц <sub>4</sub>	Зливний	Поворот на 90°	3	0.4	1.53	1.95	0.0021
		Штуцер	8	0.6			0.0082
		Сумарні					0.0103

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

Продовження таблиці 3.4

Гідродвигун	Ділянка гід-ролінії	Тип опору	Кіль.	$\xi$	$Q \cdot 10^4, \text{ м}^3/\text{с}$	$v, \text{ м/с}$	$\Delta p_{\text{мб}}, \text{ МПа}$
Гідроциліндр захвату Ц <sub>5</sub>	Напірний	Поворот на 90°	3	0.4	2.01	2.56	0.0035
		Штуцер	6	0.6			0.0106
Сумарні							0.0142

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

131.05.ВР.000.00ПЗ

Таблиця 3.5 – Визначення втрат тиску у гідроапаратах

Гідроциліндр	Ділянка гід-ролінії	Гідроапарат	$\Delta p_{\text{ном}}$ , МПа	$Q_{\text{ном}}$ , $\text{м}^3/\text{с} \cdot 10^{-4}$	$Q_{\text{ф}}$ , $\text{м}^3/\text{с} \cdot 10^{-4}$	$\Delta p_{\text{га}}$ , МПа
Гідроциліндр завантаження Ц <sub>1</sub>	Напірний	Ф	0.2	6.67	1.51	0.0103
		КО	0.2	5.5		0.0151
		Р1	0.2	3.33		0.0411
		Сумарні	0.0664			
	Зливний	Р1	0.2	3.33	0.769	0.0107
		КП1	0.2	5.33		0.0042
		Сумарні	0.0148			
Гідроциліндр завантаження Ц <sub>2</sub>	Напірний	Ф	0.2	6.67	1.51	0.0103
		КО	0.2	5.5		0.0151
		Р2	0.2	3.33		0.0411
		Сумарні	0.0664			
	Зливний	Р2	0.2	3.33	0.769	0.0107
		КП1	0.2	5.33		0.0042
		Сумарні	0.0148			
Гідроциліндр транспортування Ц <sub>3</sub>	Напірний	Ф	0.2	6.67	3.08	0.0426
		КО	0.2	5.5		0.0627
		Р3	0.2	3.33		0.1711
		Сумарні	0.2765			
	Зливний	Р3	0.2	3.33	1.51	0.0411
		КП1	0.2	5.33		0.0161
		Сумарні	0.0572			
Гідроциліндр маніпулятора Ц <sub>4</sub>	Напірний	Ф	0.2	6.67	3.12	0.0438
		Р4	0.2	3.33		0.1756
		Сумарні	0.2193			
	Зливний	КО	0.2	5.5	1.53	0.0155
		Р4	0.2	3.33		0.0422
Сумарні	0.0577					
Гідроциліндр захвату Ц <sub>5</sub>	Напірний	Ф	0.2	6.67	2.01	0.0182
		Р5	0.2	3.33		0.0729
		КП2	0.2	5.33		0.0284
		Сумарні	0.1195			

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

131.05.ВР.000.00ПЗ

30

Изм Лист № докум. Подп. Дата

Таблиця 3.6 – Сумарні втрати тиску

Гідроциліндр	Ділянка гідролінії	$\Delta p_{тр}$ , МПа	$\Delta p_{м}$ , МПа	$\Delta p_{га}$ , МПа	$\Delta p_{\Sigma}$ , МПа
Гідроциліндр завантаження Ц <sub>1</sub>	Напірний	0.53	0.077	0.066	0.673
	Зливний	0.28	0.024	0.015	0.319
Гідроциліндр завантаження Ц <sub>2</sub>	Напірний	0.53	0.077	0.066	0.673
	Зливний	0.28	0.024	0.015	0.319
Гідроциліндр транспортування Ц <sub>3</sub>	Напірний	0.16	0.0333	0.28	0.473
	Зливний	0.37	0.0771	0.057	0.504
Гідроциліндр маніпулятора Ц <sub>4</sub>	Напірний	0.19	0.0299	0.22	0.440
	Зливний	0.09	0.0103	0.058	0.158
Гідроциліндр захвата Ц <sub>5</sub>	Напірний	0.07	0.0142	0.12	0.204

Таблиця 3.7 – Тиск у порожнинах гідроциліндрів

Гідроциліндр	$p_{нап}$ , МПа	$p_{з}$ , МПа
Гідроциліндр завантаження Ц <sub>1</sub>	5.627	0.319
Гідроциліндр завантаження Ц <sub>2</sub>	5.627	0.319
Гідроциліндр транспортування Ц <sub>3</sub>	5.827	0.504
Гідроциліндр маніпулятора Ц <sub>4</sub>	5.860	0.158
Гідроциліндр захвата Ц <sub>5</sub>	6.096	0

Дійсне зусилля на штоках циліндрів визначається по формулі

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

де  $F_{нап}$  - ефективна площа поршня у напірній порожнині гідроциліндра, м<sup>2</sup>;

$F_{з}$  – ефективна площа поршня у зливній порожнині гідроциліндра, м<sup>2</sup>.

Розрахунок зусиль зводимо у таблицю 3.8.

Таблиця 3.8 – Розрахунок зусиль на гідродвигунах

Гідроциліндр	Зусилля, Н
Гідроциліндр завантаження Ц <sub>1</sub>	24.7
Гідроциліндр завантаження Ц <sub>2</sub>	24.7
Гідроциліндр транспортування Ц <sub>3</sub>	19.3
Гідроциліндр маніпулятора Ц <sub>4</sub>	16.2
Гідроциліндр захвата Ц <sub>5</sub>	28.6

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

Изм Лист № докум. Подп. Дата

131.05.BP.000.00ПЗ

31



З таблиці 3.8 бачимо, що розрахований гідравлічний привід забезпечує необхідні зусилля при роботі механізму.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
131.05.ВР.000.00ПЗ				
				32



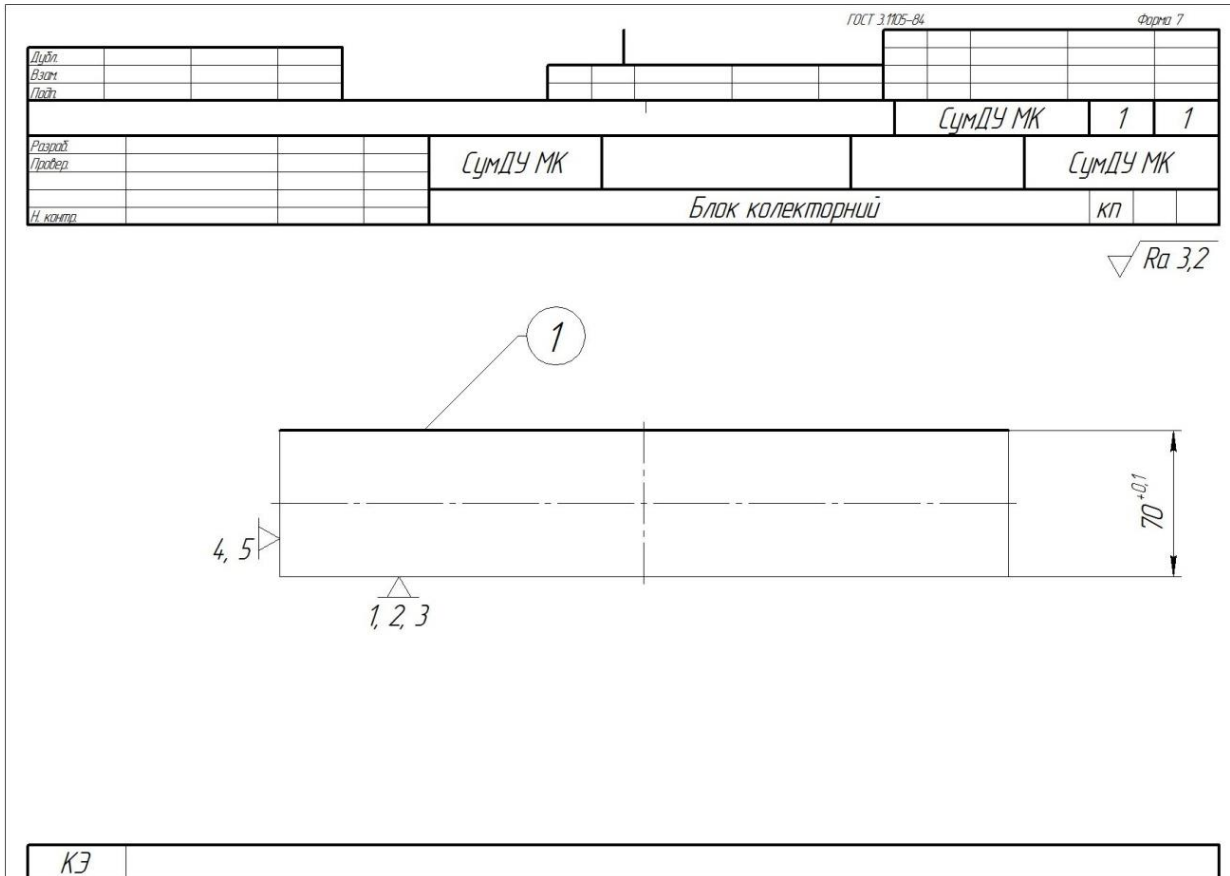


Рисунок 4.1 – Операційний ескіз (операція 015)

020 Вертикально-фрезерна

Встановити закріпити зняти. Точити поверхню 1, 2.

Обладнання: Вертикально-фрезерний верстат 6P12

Ріжучий інструмент:

Фреза циліндрична  $\varnothing 40$  ГОСТ 29116-91.

Вимірювальний інструмент:

Штангенциркуль ШЦ-П-400-0.1 ГОСТ 166-89.

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп. Дата

131.05.ВР.000.00ПЗ

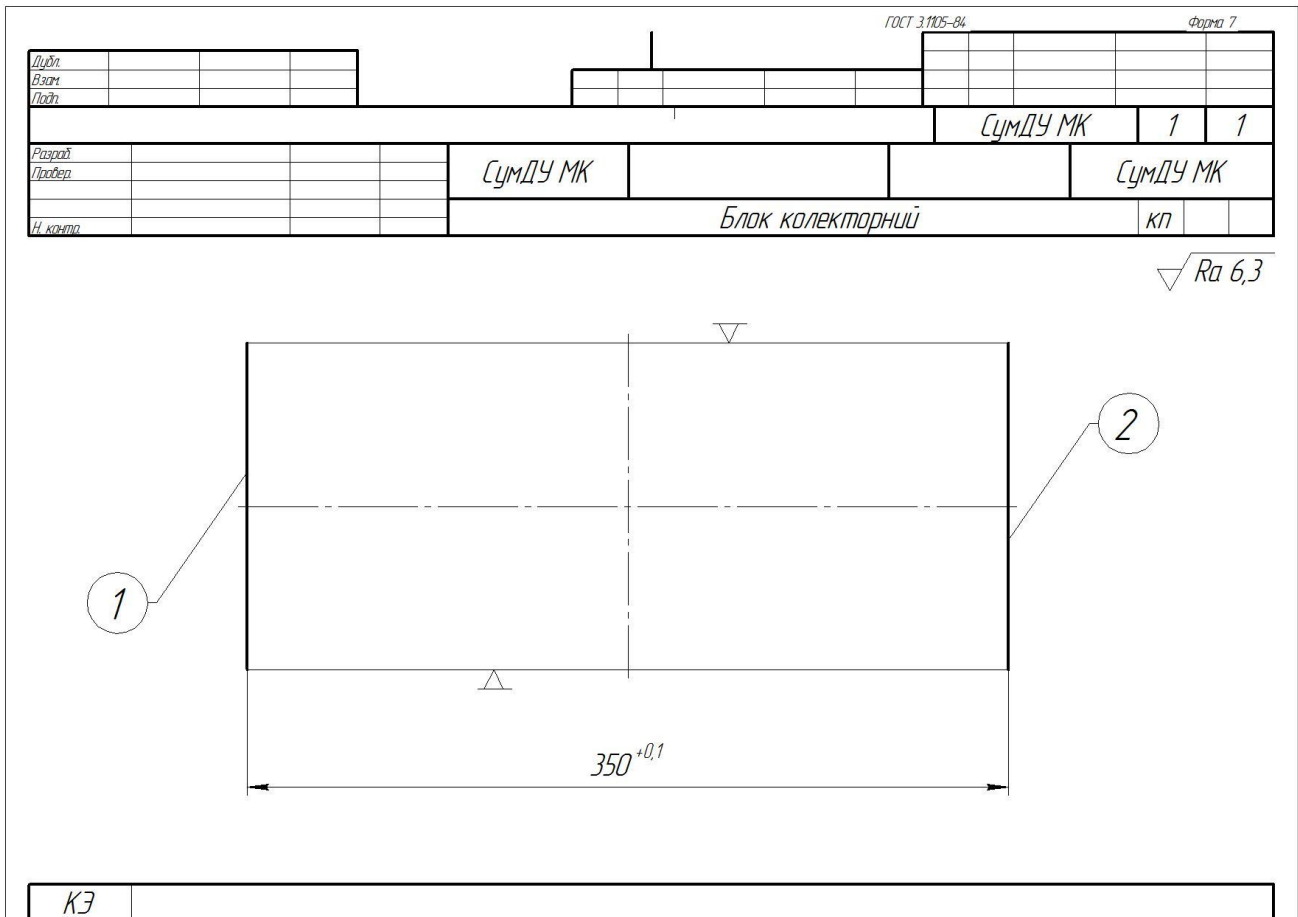


Рисунок 4.2 – Операційний ескіз (операція 020)

025 Вертикально-фрезерна

Встановити закріпити зняти. Точити поверхню 1, 2.

Обладнання: Вертикально-фрезерний верстат 6P12

Ріжучий інструмент:

Фреза циліндрична  $\varnothing 40$  ГОСТ 29116-91.

Вимірювальний інструмент:

Штангенциркуль ШЦ-II-400-0.1 ГОСТ 166-89.

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	131.05.ВР.000.00ПЗ			35











Обладнання – вертикально-свердлильний верстат мод.2С163Б

Інструмент:

Свердло  $\text{Ø}10, \text{Ø}12, \text{Ø}14.9$

Мітчик G3/8 ГОСТ 19090-93

Патрон для мітчиків.

Вимірювальний інструмент:

Штангенциркуль ШЦ-II-400-0.1 ГОСТ 166-89.

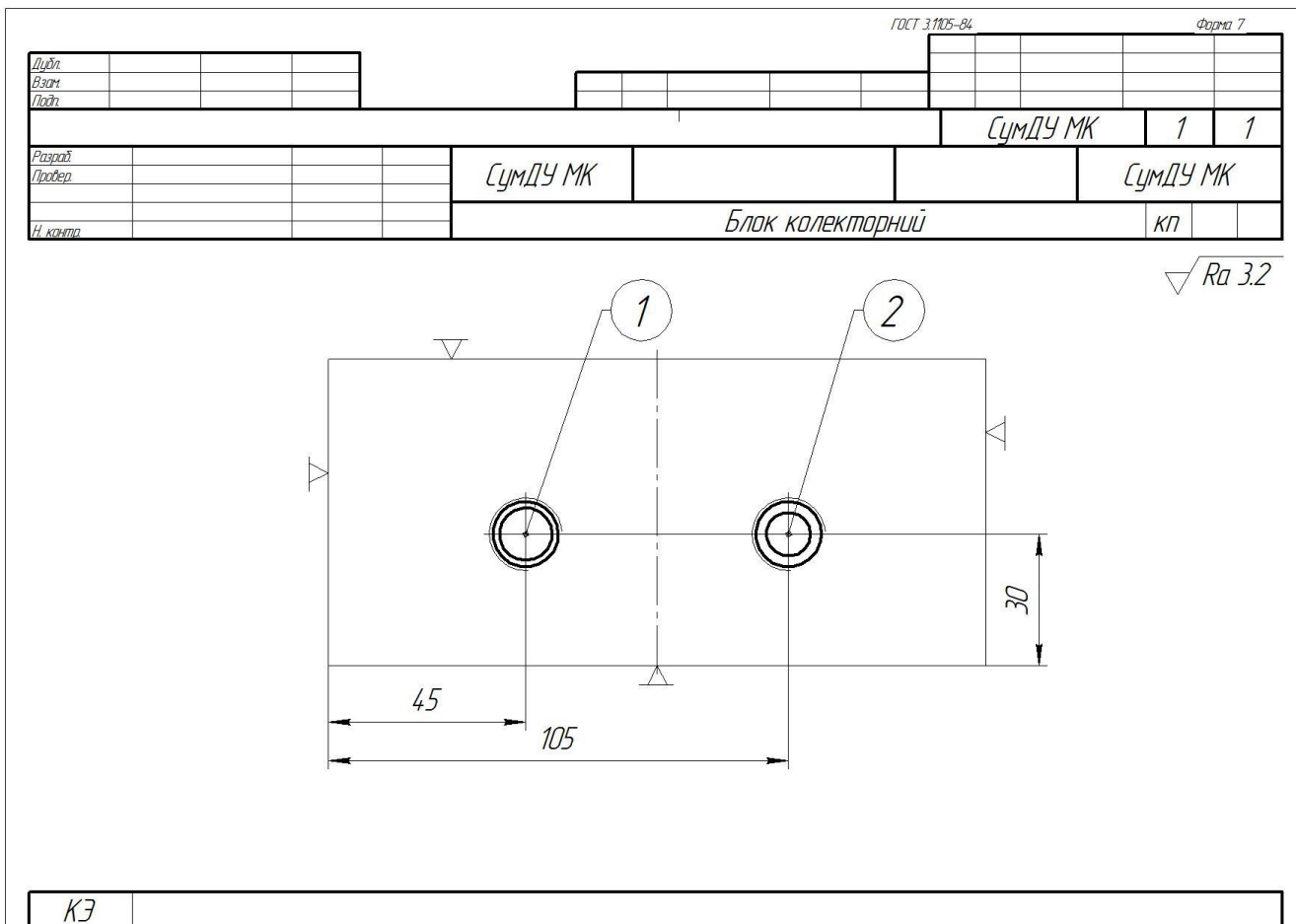


Рисунок 4.6 – Операційний ескіз (операція 045)

050 Вертикально свердлильна

Встановити, закріпити, зняти.

Свердлити отвір:

1 –  $\text{Ø}14.9 \times 14$ ;

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.
131.05.ВР.000.00ПЗ			40

- 2 – Ø6x100, Ø11.5x14;  
 3 – Ø6x194, Ø11.5x14;  
 4 – Ø10x147, Ø14.9x14.

Зенкувати отвір:

- 2, 3 – Ø6;  
 4 – Ø10.

У отворах 1 та 4 нарізати різь G3/8. Контроль на місці.

У отворах 2 та 3 нарізати різь G1/4. Контроль на місці.

Обладнання – вертикально-свердлильний верстат мод.2С163Б

Інструмент:

Свердло Ø6, Ø10, Ø11.5, Ø14.9;

Зенкер Ø6, Ø10;

Мітчик G1/4, G3/8 ГОСТ 19090-93;

Патрон для мітчиків.

Вимірювальний інструмент:

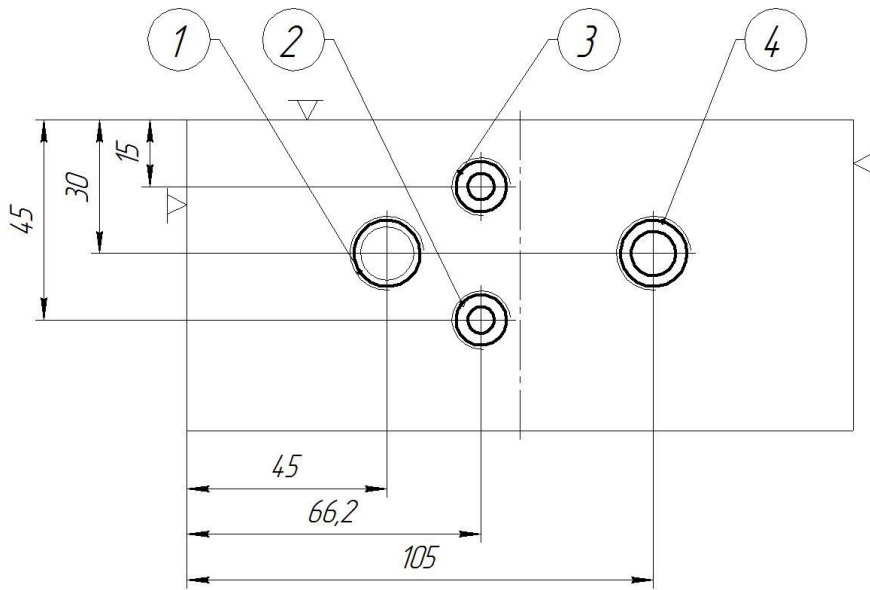
Штангенциркуль ШЦ-II-400-0.1 ГОСТ 166-89.

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

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

Дизайн										
Взят										
Подп.										
							СумДУ МК	1	1	
Разработ							СумДУ МК		СумДУ МК	
Провер										
							Блок коллекторный		кп	

▽ Ra 3.2



КЭ

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	131.05.ВР.000.00ПЗ

## 5 Нормування і контроль у галузі охорони праці [4]

Значне місце в питаннях створення безпечних і здорових умов праці займає розроблення і впровадження нормативної документації в галузі охорони праці. Це правила з техніки безпеки і норми з виробничої санітарії, вимоги вибухобезпеки, пожежобезпеки, електробезпеки і т.д.

Ці вимоги є юридично обов'язковими як для адміністрації, так і для робітників і службовців. При недотриманні цих правил і норм винуватці юридично відповідальні. Види відповідальності: дисциплінарна, адміністративна, кримінальна, матеріальна.

За сферою дії правила і норми з техніки безпеки і виробничої санітарії діляться на:

- а) загальні (єдині);
- б) міжгалузеві;
- в) галузеві.

Загальні, тобто єдині правила і норми поширюються на всі галузі народного господарства і закріплюють найважливіші гарантії безпеки та гігієни праці. Наприклад, всі ДСТУ системи стандартів безпеки праці.

Міжгалузеві правила і норми закріплюють гарантії безпеки або в декількох галузях або на окремих типах устаткування.

Галузеві правила і норми поширюються тільки на окрему галузь виробництва. Містять гарантії безпеки та гігієни праці, специфічні для даної галузі (залізничний, авіатранспорт і т.д.).

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

131.05.ВР.000.00ПЗ

До числа норм з техніки безпеки та виробничої санітарії відносять норми, що встановлюють заходи індивідуального захисту працівників від професійних захворювань і виробничих травм. Ці норми, зокрема, передбачають таке: на роботах зі шкідливими умовами праці, а також тих, що виконуються в особливих температурних умовах, або пов'язаних із забрудненням, робітникам і службовцям видаються безкоштовно згідно з встановленими нормами спецодяг, спеціальне взуття і інші засоби індивідуального захисту. Вони є власністю підприємства, яке повинне організувати зберігання, чищення і ремонт їх. У свою чергу, робітники і службовці зобов'язані користуватися в робочий час видаваними їм ЗІЗ.

На роботах, пов'язаних із забрудненням, робітникам і службовцям видається безкоштовно згідно з встановленими нормами мило (400 г на місяць). На роботах, де можливий вплив на шкіру шкідливо діючих речовин, видаються безкоштовно згідно з встановленими нормами засобами для змивання і знешкодження.

В Україні затверджено положення про створення державних нормативних актів з охорони праці – (ДНАОП). Це норми, інструкції, вказівки та інші види державних нормативних актів з охорони праці, обов'язкові для виконання і дотримання усіма підприємствами і установами, затверджені ДНАОП, вносяться до Державного реєстру, який видає Держнагляд охорони праці. ДНАОП кодуються. Промисловість України кодується згідно з класифікатором за галузями і підгалузями чотиризначним кодом.

Приклад кодування для міжгалузевих нормативних актів:

ДНАОП 0.00 – 3.05 – 97 назва документа,

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	131.05.ВР.000.00ПЗ	44					
							Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

де ДНАОП – скорочена назва нормативного акта; 0.00 – державні органи, які затвердили нормативний акт.

Види державних нормативних актів:

1. Правила;
2. Стандарти;
3. Норми;
4. Положення, статuti;
5. Інструкції, керівництва, вказівки;
6. Рекомендації, вимоги;
7. Технічні умови безпеки;
8. Переліки, інші.

В Україні розробляються державні стандарти України (ДСТУ), що невдовзі повинні замінити ще частково діючі міждержавні стандарти Системи стандартів безпеки праці (ССБП) як вид нормативно-технічної документації в галузі охорони праці.

Система стандартів безпеки праці (ССБП) — це комплекс взаємозв'язаних стандартів, спрямованих на забезпечення безпеки праці, збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці. Розробка стандартів здійснюється на основі глибоких наукових досліджень, новіших досягнень науки і техніки вченими, спеціалістами різних галузей народного господарства, працівниками служб охорони праці. Стандарти безпеки праці поділяються на міждержавні (ГОСТ), державні (ДСТУ), міжгалузеві (ГСТУ), галузеві (ОСТ), стандарти підприємств (СТПССБП). Державні стандарти охорони праці — це норми і правила, що поширюються на всі галузі господарства незалежно від форми вла-

Підпись и дата						
Инв. № дубл.						
Взам. инв. №						
Підпись и дата						
Инв. № подл.						
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	131.05.ВР.000.00ПЗ	45

сності та виду діяльності: будівельні, санітарні норми й правила; правила розміщення електроустановок споживачів; правила дорожнього руху; положення «Про розслідування та облік нещасних випадків» тощо.

Міжгалузеві норми і правила — це такі норми й правила, що регламентують охорону праці в кількох галузях або в окремих видах виробництва.

Галузеві норми і правила розробляються на основі загальнодержавних, міжгалузевих законодавчих актів, норм та правил з урахуванням специфіки виробництва для певної галузі господарства. Вони поширюються лише на підприємства й установи даної галузі.

Державні та галузеві стандарти України, чинні станом на 1 січня 2001 р., наведено в офіційному виданні Держстандарту України «Каталог нормативних документів—2001 р.», міждержавні стандарти, чинні станом на 1 березня 2001 р. — у нумераційному покажчику / «Міждержавні стандарти—2001 р.»

Державні, міжгалузеві і галузеві нормативні акти, стандарти, технічні умови охорони праці переглядаються в міру впровадження досягнень науки і техніки, але не рідше одного разу на 10 років.

Стандарти підприємств з безпеки праці є складовою системи стандартів безпеки праці. На підприємствах загальне керівництво розробкою стандартів здійснює керівник (власник) чи головний інженер, організаційно-методичне керівництво покладено на служби стандартизації за участю служб охорони праці. Створюються такі стандарти підприємств з безпеки праці: організаційно-методичні, які визначають організацію роботи з охорони праці на підприємстві, організацію навчання та інструктаж працівників з безпеки праці, порядок нагляду за об'єктами підвищеної небезпеки, порядок проведення аналізу травматизму тощо; вимоги

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	131.05.ВР.000.00ПЗ	46

безпеки до виробничого устаткування; вимоги безпеки до технологічних процесів; вимоги до забезпечення працівників засобами індивідуального захисту (вимоги до організації забезпечення працівників засобами індивідуального захисту і до експлуатації цих засобів, порядок видачі індивідуальних засобів захисту тощо). Для забезпечення безпеки праці стандарти підприємств мають важливе значення. Вони виконують такі функції: є законом підприємства, що підвищує відповідальність керівників та відповідних служб за охорону праці; дозволяють упорядкувати і систематизувати вимоги безпеки до устаткування, технологічних процесів; дають можливість зосередити увагу не тільки на виявленні причин травматизму і профзахворюваності, а й на створенні умов для зниження травматизму та профзахворюваності. Впровадження стандартів на підприємствах, в установах та організаціях полягає в конкретній реалізації їх вимог у забезпеченні безпеки праці. Стандарти використовуються згідно з комплексними заходами щодо досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці й виробничої санітарії, розроблених на основі обстеження устаткування, технологічних процесів, фактичного санітарно-технічного та протипожежного стану робочих місць.

Ивв. № подл.	Подпись и дата	Взам. ивв. №	Ивв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
131.05.ВР.000.00ПЗ				47



## 6 Сертифікація нової техніки [5]

### Види сертифікації та її мета

Сертифікація продукції в Україні поділяється на обов'язкову та добровільну.

Сертифікація продукції здійснюється уповноваженими на те органами з сертифікації

- підприємствами, установами і організаціями з метою:
- запобігання реалізації продукції, небезпечної для життя, здоров'я та майна громадян і навколишнього природного середовища;
- сприяння споживачеві в компетентному виборі продукції;
- створення умов для участі суб'єктів підприємницької діяльності в міжнародному економічному, науково-технічному співробітництві та міжнародній торгівлі.

### Державна система сертифікації

Державну систему сертифікації створює державний комітет України по стандартизації, метрології та сертифікації - національний орган України з сертифікації, який проводить та координує роботу щодо забезпечення її функціонування, а саме:

- визначає основні принципи, структуру та правила системи сертифікації України;
- затверджує переліки продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації, та визначає її запровадження;
- призначає органи з сертифікації продукції;

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	131.05.ВР.000.00ПЗ	48

- абзац п'ятий статті 14 виключено встановлює правила визнання сертифікатів інших країн;

- розглядає спірні питання з випробувань і дотримання правил сертифікації продукції;

- веде Реєстр державної системи сертифікації;

- організує інформаційне забезпечення з питань сертифікації.

Державний комітет України по стандартизації, метрології та сертифікації в межах своєї компетенції несе відповідальність за дотримання правил і порядку сертифікації продукції.

### Обов'язкова сертифікація

1. Сертифікація на відповідність обов'язковим вимогам нормативних документів проводиться виключно в державній системі сертифікації.

2. Обов'язкова сертифікація в усіх випадках повинна включати перевірку та випробування продукції для визначення її характеристик і подальший державний технічний нагляд за сертифікованою продукцією.

3. Випробування з метою обов'язкової сертифікації повинні проводитися акредитованими випробувальними лабораторіями (центрами) методами, які визначені відповідними нормативними документами, а за відсутності цих документів - методами, що визначаються органом з сертифікації чи органом, який виконує його функції. Результати випробувань, проведених зазначеними лабораторіями (центрами), у подальшому не потребують підтвердження іншими акредитованими випробувальними лабораторіями (центрами). Повторні

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
131.05.ВР.000.00ПЗ				49

випробування за визначеними характеристиками цієї продукції не проводяться, крім випадків, коли відповідно до законодавства встановлена недостовірність результатів випробувань. Сертифікації продовольчої сировини та харчових продуктів тваринного походження здійснюються після проведення ветеринарно-санітарної експертизи та видачі відповідних ветеринарних документів.

### Сертифікат і знак відповідності державної системи сертифікації

Під час проведення сертифікації та у разі позитивного рішення органу з сертифікації заявникові видається сертифікат та право маркувати продукцію спеціальним знаком відповідності.

Форма, розміри і технічні вимоги до знаку відповідності визначаються державним стандартом.

Знак відповідності не може бути застосований, якщо порушено правила його використання.

Сертифікація продукції, що імпортується

Відповідність продукції (товару), яка ввозиться і реалізується на території України, обов'язковим вимогам норм і стандартів, що діють в Україні, має підтверджуватися сертифікатом або свідоцтвом про визнання іноземного сертифіката, виданим або визнаним Державним комітетом України по стандартизації, метрології та сертифікації або уповноваженим (акредитованим) ним органом.

Державний комітет України по стандартизації, метрології та сертифікації на підставі виданих сертифікатів відповідності або свідоцтв про визнання іноземного сертифіката включає сертифіковану продукцію до Єдиного реєстру сертифікованої в Україні продукції.

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	131.05.ВР.000.00ПЗ	50

Органи митного контролю здійснюють митне оформлення імпор-  
тних товарів на підставі зазначеного Єдиного реєстру в порядку, вста-  
новленому Кабінетом Міністрів України.

Державний комітет України по стандартизації, метрології та сер-  
тифікації здійснює контроль за наявністю сертифікатів для товарів, що  
реалізуються юридичними або фізичними особами на митній території  
України.

Оплата робіт, пов'язаних з обов'язковою сертифікацією продукції

1. Оплаті підлягають всі види робіт, пов'язані з обов'язковою сер-  
тифікацією продукції: підготовчі, експертні, щодо акредитації, атеста-  
ції, випробування, контролю та реєстрації.

2. Кошти, витрачені заявником на обов'язкову сертифікацію про-  
дукції, відносяться на собівартість.

3. Вартість робіт, пов'язаних з обов'язковою сертифікацією про-  
дукції, визначається в договорі між замовником і виконавцем.

Відповідальність органів з сертифікації продукції та випробува-  
льних лабораторій (центрів), що проводять обов'язкову сертифікацію

Орган з сертифікації продукції при проведенні обов'язкової сер-  
тифікації несе відповідальність за:

- необґрунтовану чи неправомірну видачу сертифіката відповід-  
ності;
- порушення правил сертифікації.

Акредитована випробувальна лабораторія (центр) несе відповіда-  
льність за недостовірність результатів випробувань.

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	131.05.ВР.000.00ПЗ	51

Якщо дії, вказані в пункті 1 цієї статті, не завдали шкоди споживачеві, громадянам, їхньому майну та навколишньому природному середовищу, орган, винний у порушенні правил, сплачує до державного бюджету України подвійну вартість виконаних робіт на підставі рішення Державного комітету України по стандартизації, метрології та сертифікації. При повторному аналогічному порушенні правил сертифікації орган з сертифікації продукції та випробувальна лабораторія (центр) позбавляються акредитації в державній системі сертифікації.

Збитки (включаючи очікуваний і неодержаний прибуток), завдані виробником споживачам, їхньому майну, та шкода, заподіяна навколишньому природному середовищу діями, вказаними в пункті 1 цієї статті, підлягають відшкодуванню за рахунок органу, що проводив обов'язкову сертифікацію, в порядку, встановленому чинним законодавством, і цей орган позбавляється акредитації в державній системі сертифікації.

Ивв. № подл.	Подпись и дата	Взам. ивв. №	Ивв. № дубл.	Подпись и дата					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	131.05.ВР.000.00ПЗ				
					52				

## Висновки

У бакалаврській роботі вирішена практична задача створення гідравлічного приводу завантажувального маніпулятора конвеєра.

Основні результати роботи:

Виконаний опис конструкції та принцип роботи завантажувального маніпулятора конвеєра.

Розроблена гідравлічний привід, який забезпечує наступні рухи:

- подача верхньої та нижньої кришки у касету;
- подача наступної заготовки та виштовхування опресованої касети;
- захоплення виробу гідравлічним захватом
- транспортування захопленого виробу до конвеєрної лінії.

Розроблений технологічний процес виготовлення плити панелі гідравлічної

Розроблені робочі креслення спроектованих гідравлічних панелей.

Розрахований гідравлічний привід забезпечує задані зусилля для виконання технічного завдання.

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	131.05.ВР.000.00ПЗ	53
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

## Література

1. Свешников В.К., Усов А.А. Станочные гидроприводы: Справочник. – М.: Машиностроение, 1998.
2. Навроцкий К.Л. Теория и проектирование гидро- и гидроприводов. – М.: Машиностроение, 1990.
3. Буслов В. К. Об'ємний гідропривід: Конспект лекцій для студентів, що навчаються за фахом «Гідравлічні машини». 2009
4. Керб Л. П. Основи охорони праці: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 2003. — 215 с.
5. <http://mirznanii.com/a/39328/sertifkats-produkts>
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..

Иnv. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Иnv. № дубл.	Подпись и дата						
					131.05.BP.000.00ПЗ					
					Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	54