

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



# СИСТЕМИ ПРИВОДІВ

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання **розрахунково-графічної роботи**  
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня  
зі спеціальності **131 – Прикладна механіка**  
всіх форм навчання

Затверджено на засіданні  
кафедри технологій  
машинобудування та  
деревообробки  
протокол №5 від 04.05.2023 р.

ЧЕРНІГІВ 2023

Системи приводів. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 131 – Прикладна механіка всіх форм навчання. – Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2023. – 33 с.

Укладач: САПОН СЕРГІЙ ПЕТРОВИЧ, кандидат технічних наук, доцент

Відповідальний за видання: ЄРОШЕНКО АНДРІЙ МИХАЙЛОВИЧ, завідувач кафедри технологій машинобудування та деревообробки, канд. техн. наук, доцент.

Рецензент: ОЛЕКСІЄНКО СЕРГІЙ ВЛАДИСЛАВОВИЧ, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технологій зварювання та будівництва Національного університету «Чернігівська політехніка».

© Сапон С.П.

© НУ «Чернігівська політехніка»

## Зміст

### Вступ 4

1	Загальні методичні рекомендації.....	5
1.1	Структура та зміст розрахунково-графічної роботи.....	5
1.2	Індивідуальне завдання та організація виконання і захисту РГР .....	6
1.3	Вимоги до оформлення РГР .....	7
1.3.1	Титульний аркуш РГР.....	7
1.3.2	Вимоги до оформлення пояснювальної записки РГР .....	8
1.3.3	Складання переліку посилань.....	9
1.4	Критерії оцінювання знань при виконанні РГР .....	10
2	Методичні рекомендації з оформлення та представлення розділів РГР .	13
2.1	Вимоги до оформлення графічних елементів.....	13
2.2	Вимоги до оформлення формул.....	13
2.3	Вимоги до оформлення таблиць .....	14
2.4	Рекомендації з формулювання описання конструкції елемента гідравлічного (пневматичного) приводу .....	15
2.5	Технічні характеристики елемента гідравлічного (пневматичного) приводу.....	18
2.6	Функціональне призначення .....	18
2.6.1	Функціональне призначення систем та їх елементів.....	19
2.6.2	Функціональне призначення деталі.....	22
2.6.3	Формулювання функцій поверхонь деталі.....	24
2.7	Рекомендації до виконання аналізу, порівняння, систематизації інформації .....	25
3	Рекомендації щодо оформлення графічної частини .....	28
3.1	Рекомендації до оформлення складального кресленника .....	28
3.2	Рекомендації до оформлення кресленника деталі.....	29
3.3	Рекомендації для самоперевірки оформлення креслеників .....	29
	Рекомендована література .....	31
	Додаток А Приклад оформлення титульного аркуша до РГР .....	33

## **Вступ**

Метою вивчення дисципліни «Системи приводів» є отримання знань та навичок необхідних для обґрунтованого вибору, раціональної експлуатації сучасних електричних, пневматичних, гідравлічних та комбінованих приводів машин, механізмів і технологічного обладнання.

Основними завданнями розрахунково-графічної роботи (РГР) є ознайомлення здобувачів вищої освіти (ЗВО) з функціональним призначенням, технологічними можливостями, принциповою будовою, особливостями конструкції та експлуатації сучасних типових елементів гідравлічних (пневматичних) приводів, що використовуються в галузі механічної інженерії та інших галузях.

В процесі виконання РГР здобувачі вищої освіти отримують практичні навички структуровано, компактно, зрозуміло і чітко описувати технічні об'єкти та системи, а також розвинути навички розробки складальних креслеників елементів гідравлічних (пневматичних) приводів та креслеників оригінальних (нестандартних) деталей.

Знання та навички, отримані під час виконання РГР дозволять здійснювати обґрунтований вибір компонентів гідравлічних та пневматичних приводів при проектуванні машин, механізмів, технологічного обладнання в галузі механічної інженерії залежно від вирішуваних інженерних задач. При необхідності отримані знання дозволять успішно вести пошук шляхів підвищення ефективності експлуатації сучасних пневматичних та гідравлічних приводів.

## 1 Загальні методичні рекомендації

### 1.1 Структура та зміст розрахунково-графічної роботи

Розрахунково-графічна робота (РГР) з дисципліни «Системи приводів» складається з двох частин. Перша частина РГР передбачає аналіз конструкції та функціонального призначення елементів гідравлічних приводів. Друга частина РГР передбачає аналіз конструкції та функціонального призначення елементів пневматичних приводів.

РГР складається з пояснювальної записки (ПЗ) та графічної частини.

Зміст пояснювальної записки для РГР, що складається з індивідуальних завдань **мінімального або базового рівня (60 балів)** наступний:

1. Елементи гідравлічних приводів
  - 1.1 Опис конструкції та принцип роботи... (найменування елемента гідравлічного приводу)
  - 1.2 Технічні характеристики...(найменування елемента гідравлічного приводу)
  - 1.3 Функціональне призначення
    - 1.3.1 Опис конструкції та принцип роботи гідравлічної системи... (назва системи, де використовується вибраний елемент гідравлічного приводу)
    - 1.3.2 Функціональне призначення гідравлічної системи
    - 1.3.3 Функціональне призначення... (найменування елемента гідравлічного приводу)
    - 1.3.4 Функціональне призначення деталі (найменування)
    - 1.3.5 Функціональне призначення поверхонь деталі (найменування)
2. Елементи пневматичних приводів
  - 2.1 Опис конструкції та принцип роботи... (найменування елемента пневматичного приводу)
  - 2.2 Технічні характеристики... (найменування елемента пневматичного приводу)
  - 2.3 Функціональне призначення
    - 2.3.1 Опис конструкції та принцип роботи пневматичної системи... (назва системи, де використовується вибраний елемент пневматичного приводу)
    - 2.3.2 Функціональне призначення пневматичної системи
    - 2.3.3 Функціональне призначення... (найменування елемента пневматичного приводу)

2.3.4 Функціональне призначення деталі (найменування)

2.3.5 Функціональне призначення поверхонь деталі (найменування)

Перелік посилань.

Орієнтовний зміст графічної частини РГР **мінімального або базового рівня (60 балів)** наступний:

- складальний кресленик елемента гідравлічного приводу (формат А3-А2).
- специфікація складального кресленика елемента гідравлічного приводу.
- кресленик **однієї** оригінальної деталі елемента гідравлічного приводу (формат А4-А2).
- складальний кресленик елемента пневматичного приводу (формат А3-А2).
- специфікація складального кресленика елемента пневматичного приводу.
- кресленик **однієї** оригінальної деталі елемента пневматичного приводу (формат А4-А2).

Вказаний формат креслеників не є виключно обов'язковим і може змінюватись в обгрунтованих випадках за погодженням з викладачем.

Вимоги до обсягу РГР здобувача вищої освіти, який претендує на підсумкову оцінку **понад 60 балів** наведено в пункті 1.4 даних методичних рекомендацій.

Методичні рекомендації з оформлення та представлення розділів РГР наведено в **2-му розділі** даних методичних рекомендацій.

## **1.2 Індивідуальне завдання та організація виконання і захисту РГР**

Компоненти індивідуального завдання до РГР кожен здобувач вищої освіти формує самостійно, залежно від оцінки на яку претендує при підсумковій атестації з дисципліни «Системи приводів». Індивідуальним завданням є ескізи, рисунки, схеми елементів гідравлічного та пневматичного приводів, які видає викладач. В окремих випадках індивідуальне завдання може бути запропоновано здобувачем вищої освіти особисто, але обов'язково завдання має бути пов'язане з різними елементами гідравлічних та пневматичних приводів. Особисто вибране індивідуальне завдання обов'язково погоджується в викладачем.

Дозволяється та заохочується виконання здобувачем вищої освіти індивідуального завдання конструкторського, дослідницького або креативно-дизайнерського спрямування (конструювання, удосконалення, дослідження або дизайн елементів гідравлічних та пневматичних приводів). В такому випадку зміст такої РГР розробляється спільно з викладачем.

Виконання РГР здійснюється протягом одного семестру. На першому тижні навчання формуються індивідуальні завдання та погоджуються з керівником РГР. Приступати до виконання РГР необхідно негайно після отримання завдання. Незрозумілі питання, що виникають при виконанні роботи потрібно з'ясувати на консультаціях.

З метою забезпечення ритмічного та поетапного виконання РГР проводяться два рубіжні контролі виконання розділів РГР. Рубіжний контроль здійснюється керівником РГР, а день проведення узгоджується зі здобувачами вищої освіти. В результаті рубіжних контролів керівник РГР виявляє стан виконання розділів РГР і, в разі виявлення порушення плану-графіка виконання розділів допомагає здобувачу вищої освіти виявити причини відставання та усунути їх.

Представлення та захист виконаної РГР відбувається протягом останніх двох тижнів семестру не пізніше, ніж за три дні до початку екзаменаційної сесії згідно затвердженого графіку навчального процесу. До захисту РГР допускаються здобувачі вищої освіти, які виконали та оформили роботу відповідно до вимог даних методичних рекомендацій, а сама робота завірена підписом керівника. Керівник РГР підписує лише завершену та скріплену пояснювальну записку до РГР, зміст якої відповідає індивідуальному завданню та аркуші графічної частини роботи.

За бажанням, здобувач вищої освіти може додатково представити виконану РГР у вигляді мультимедійної презентації обсягом 7-15 слайдів, за яку також додатково нараховуються заохочувальні рейтингові бали.

Без своєчасно зданої РГР здобувач вищої освіти не може бути атестований з дисципліни «Системи приводів».

### **1.3 Вимоги до оформлення РГР**

#### **1.3.1 Титульний аркуш РГР**

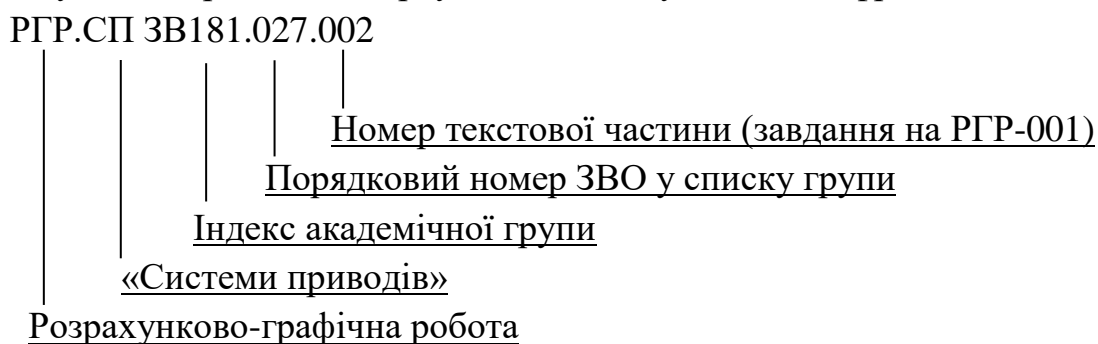
Титульний аркуш є першою сторінкою РГР, яка не нумерується.

Титульний аркуш виконується за встановленим зразком, що наведений у додатку А.

### 1.3.2 Вимоги до оформлення пояснювальної записки РГР

Викладання матеріалу в пояснювальній записці (ПЗ) повинно відповідати вимогам ДСТУ 3008-2015.

Текст ПЗ друкують виконується однаковим шрифтом величиною 14 пт, з однаковим міжрядковим інтервалом 1,5 строки, з вирівнюванням тексту по ширині сторінки та однаковими абзацами величиною 0,75-1,5 см. Текст розміщується на аркуші формату А4 з обмежувальними рамками і основними надписами за формою 2 (ГОСТ 2.105-95). В штампі обмежувальної рамки всіх аркушів РГР вказується її шифр:



**Зміст** розташовують безпосередньо після індивідуального завдання до РГР, починаючи з нової сторінки. До змісту вносять послідовно перелічені назви всіх розділів, підрозділів, пунктів і підпунктів (якщо вони мають заголовки) роботи; перелік посилань; назви додатків і номери сторінок. Зміст за нумерацією ПЗ є другою сторінкою. Назви заголовків змісту повинні однозначно відповідати назвам заголовків ПЗ за текстом.

Заголовки розділів потрібно розміщувати симетрично тексту. Заголовки підрозділів пишуть з абзацу. Перенесення слів в заголовках, запис заголовку на одній сторінці, а початок тексту на іншій, скорочення слів, крім загальноприйнятих, не допускається. Крапку в кінці заголовка не ставлять. Кожний розділ потрібно розпочинати з нової сторінки.

При виконанні РГР обсяг пояснювальної записки визначається без врахування обсягу додатків. Сторінки нумерують арабськими цифрами у відповідній графі обмежувальної рамки.

Матеріал ПЗ потрібно викладати коротко в логічній послідовності. В тексті повинні бути пояснення, розрахунки, ескізи, рисунки. **Не допускається** переписування з книг та інших інформаційних ресурсів відомих положень та інформації без відповідних посилань на їх номер у переліку посилань вміщений у квадратних дужках. Наприклад:



*В основу методу покладено створення пошукового поля можливих варіантів конструкції у вигляді морфологічної таблиці, яка вміщує можливі варіанти комбінацій конструктивних ознак. Методика виконання морфологічного аналізу детально висвітлена в численних наукових та навчальних виданнях [1. 3. 4. 6]*

Розділи, підрозділи та пункти нумеруються арабськими цифрами, розділяються крапкою. Наприклад: “1.4” (четвертий підрозділ першого розділу), “1.2.3” (третій пункт другого підрозділу першого розділу). Підрозділи і пункти нумеруються в межах розділу.

### **1.3.3 Складання переліку посилань**

Список літературних джерел та інших інформаційних ресурсів, використаних під час виконання РГР оформляють з нової пронумерованої сторінки із заголовком «Перелік посилань».

Посилання на літературні джерела та інформаційні ресурси наводять в квадратних дужках, вказуючи порядковий номер за списком [1]. В списку кожне найменування літературного джерела записують мовою, якою воно видане, з абзацу і нумерують арабськими цифрами.

Перелік посилань слід формувати у порядку їх появи у тексті або за абеткою.

Бібліографічний опис інформаційних джерел складають відповідно до діючого стандарту з бібліотечної та видавничої справи: ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги і правила складання».

Посилання на деякі літературні джерела рекомендовано оформлювати наступним чином:

#### **Навчальні посібники, підручники:**

Андренко П.М. Гідравлічні пристрої мехатронних систем: навчальний посібник / П.М. Андренко. – Х. : Видавничий центр НТУ “ХП”, 2013. – 188 с.

Буренніков, Ю. А. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи : навчальний посібник / Ю. А. Буренніков, І. А. Немировський, Л. Г. Козлов. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 273 с.

Основи теорії різання матеріалів: підручник [для вищ. навч. закладів] / М.П. Мазур, Ю.М. Внуков, А.І. Грабченко, В.Л. Доброскок, В.О. Залога, Ю.К. Новосьолов, Ф.Я. Якубов ; під заг. ред. М.П. Мазура. – 3-є вид. перероб. і доп. – Львів: Новий Світ-2000, 2020. – 471 с.

#### **Методичні вказівки (рекомендації):**

Сапон С.П. Системи приводів [Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Системи приводів» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 131 – Прикладна механіка всіх форм навчання.] / С.П.Сапон – Чернігів: НУЧП, 2022. – 34 с.

#### **Стандарти:**

ДСТУ 3973-2000. Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Правила виконання науково-дослідних робіт. Загальні положення. – Чинний від 2001-07-01. – К.: Держстандарт України, 2001. – 18 с.

#### **Патенти:**

Патент України на корисну модель 104015 UA, МПК F16C 32/06. Регульований радіальний сегментний гідростатичний підшипник / Сапон С.П., Цеков Б.В., Федориненко Д.Ю., Бойко С.В.; заявник і патентовласник Чернігівський національний технологічний університет. – № у 201506272; заявл. 25.06.2015; опубл. 12.01.2016, Бюл. № 1.

#### **Інформаційні інтернет-ресурси**

Сандвик коромант [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/pages/default.aspx>

#### **Стаття в періодичному виданні**

Стельмах Н. Автоматизований модуль сортування пластикових відходів. / Стельмах Н., Сапон С., Бельман О. // Технічні науки та технології. – 2021. – № 1 (23). – С. 37-44.

### **1.4 Критерії оцінювання знань при виконанні РГР**

РГР складається з двох частин: елементи гідравлічних приводів та елементи пневматичних приводів. Виконання та захист кожної частини РГР оцінюється за шкалою від **60 до 100 балів**.

Для отримання мінімальної кількості балів (**60 балів**) здобувач вищої освіти повинен виконати індивідуальне завдання до кожної частини РГР

Системи приводів

мінімального (базового) рівня відповідно до змісту наведеного в п.1.1 та рекомендацій розділу 2 даних методичних рекомендацій.

Якщо здобувач вищої освіти не виконав індивідуальне завдання мінімального (базового) рівня до хоча б однієї частини РГР, він вважається таким, що не здав РГР і не може бути атестований з дисципліни.

Здобувач вищої освіти, який претендує на оцінку **понад 60 балів** за виконання частини РГР, самостійно (залежно від оцінки, на яку претендує) **додатково** обирає кількість та вид індивідуальних завдань з нижче наведеного переліку.

Таблиця 1.1 – Перелік видів робіт та додаткових балів

<b>Вид робіт</b>	<b>Кількість балів</b>
Опис конструкції та принципу роботи <b>одного</b> елемента гідравлічного (пневматичного) приводу	<b>5</b>
Функціональне призначення <b>одного</b> елемента гідравлічного (пневматичного) приводу	<b>5</b>
Складальний кресленик та специфікація <b>одного</b> елемента гідравлічного (пневматичного) приводу	<b>7</b>
Кресленик <b>однієї</b> нестандартної деталі	<b>5</b>
Функціональне призначення поверхонь <b>однієї</b> деталі	<b>5</b>
САЕ-аналіз конструкції елемента гідравлічного (пневматичного) приводу або нестандартної деталі	<b>10</b>
Опис фізичних явищ та законів на яких ґрунтується принцип роботи елемента гідравлічного (пневматичного) приводу	<b>10</b>
Систематизація та порівняння технічних характеристик, переваг і недоліків <b>двох</b> однакових за призначенням елементів гідравлічного (пневматичного) приводу	<b>10</b>
Систематизація та порівняння технічних характеристик, переваг і недоліків <b>трьох</b> однакових за призначенням елементів гідравлічного (пневматичного) приводу	<b>15</b>

За бажанням, здобувач вищої освіти може додатково представити РГР у вигляді мультимедійної презентації обсягом 7-15 слайдів, за яку також додатково нараховуються заохочувальні рейтингові бали з розрахунку: **1 бал за кожний якісно виконаний слайд**. Якісно виконаним вважається слайд без помилок, з чітким відображенням тексту та графічних об'єктів на відстані не менше 5 метрів.

Сумарна кількість балів, отриманих здобувачем вищої освіти за виконання РГР визначається за формулою:

$$B_{РГР}^{сум} = \frac{B_1 + B_2}{2}$$

де  $B_1$ ,  $B_2$  – відповідно кількість балів, отриманих за виконання 1-ї та 2-ї частин РГР.

При виконанні РГР заохочується креативність та новизна технічних рішень, запропонованих особисто здобувачем вищої освіти. Креативність та новизна конструкторських та технологічних рішень мають бути обґрунтовані з обов'язковим аналізом аналогічних за призначенням конструкцій, методик розрахунку, схем тощо та викладені окремим пунктом в тому розділі РГР, до якого дане рішення відноситься. Наповнення цього пункту передбачає збір, систематизацію та аналіз інформації на основі вивчення навчальної, науково-технічної літератури, фахових журналів та інших спеціальних періодичних видань, матеріалів тематичних виставок, патентів, інформаційних ресурсів мережі Internet тощо.

За кожне таке рішення **здобувач вищої освіти додатково отримує заохочувальні бали**. Кількість заохочувальних балів визначається виходячи з цінності та новизни запропонованих технічних рішень. Категорично не рекомендується занижувати оцінку (знецінювати) креативність та прагнення здобувача вищої освіти проявити свої здібності та бажання виконувати завдання нетрадиційно, з конструкторським або науково-дослідницьким ухилом.

З метою зниження негативного впливу критики на самооцінку, мотивацію здобувачів вищої освіти до навчання, самостійний пошук та формулювання власних рішень та ідей, не рекомендується виявлення керівником роботи помилок в розділах та графічній частині РГР. Керівник повинен вказати на наявність та характер помилок (редакційні, графічні, лінгвістичні, в розрахунках тощо) в певних розділах РГР, а виявлення та виправлення помилок повинен здійснювати виключно самостійно здобувач вищої освіти, при потребі - з консультативною допомогою викладача. Після виправлення помилок здобувач вищої освіти повторно подає РГР на перевірку викладачу. РГР, що містить помилки вважається не виконаною до тих пір, поки всі помилки не будуть виправлені.

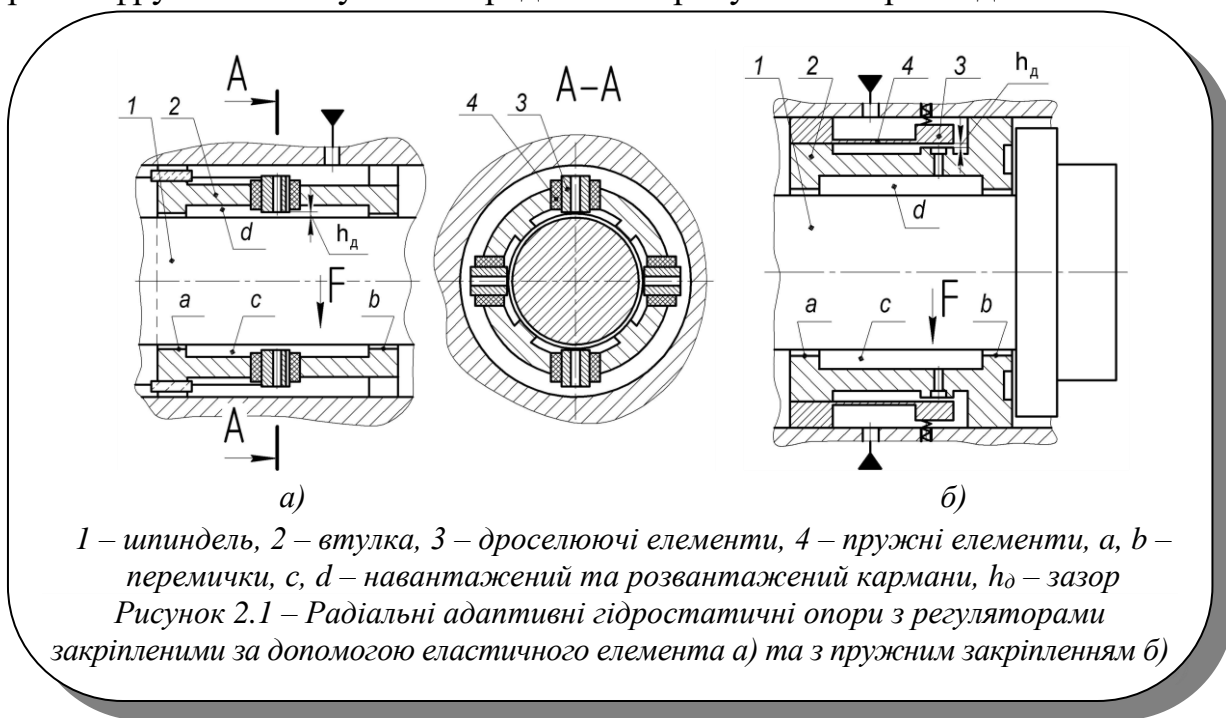
## 2 Методичні рекомендації з оформлення та представлення розділів РГР

### 2.1 Вимоги до оформлення графічних елементів

До графічних елементів відносять рисунки, ескізи, схеми тощо, які розміщують в тексті РГР. Всі графічні елементи повинні відповідати вимогам діючих стандартів, правилам нарисної геометрії та інженерної графіки.

Кожний графічний елемент повинен мати номер в межах окремого індивідуального завдання. **Номер ілюстрації** складається з порядкового номеру розділу (індивідуального завдання) і порядкового номеру ілюстрації в розділі, розділених крапкою. Наприклад: *Рисунок 1.3 (третій рисунок першого розділу)*.

Номер рисунка розміщують під зображенням, за ним через тире вказується назва рисунка з великої літери. Наприклад: *Рисунок 2.6 – Схеми базування деталей*. Якщо на рисунку вказані позиції елементів, то їх розшифрування вказується перед назвою рисунка. Наприклад:



### 2.2 Вимоги до оформлення формул

Формули нумеруються арабськими цифрами в межах розділу. Номер формули складається із номера розділу і порядкового номера формули в розділі. Номер вказують на правому боці аркуша у круглих дужках на рівні формули. Пояснення значень символів у формулах слід писати зразу під

Методичні рекомендації до розрахунково-графічної роботи формулою в тій же послідовності, як вони подані у формулах. Кожне пояснення пишеться з нового рядка, перший рядок розпочинається словом “де” без двокрапки.

Приклад:

*Для пневмоциліндра двосторонньої дії зусилля на штоці визначається за формулою [2 с. 162]:*

$$W = 0,785 (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta \quad (2.5)$$

*де  $D, d$  – діаметри циліндра і штока, мм;*

*$p$  – тиск стиснутого повітря, МПа;*

*$\eta$  – ККД пневмоциліндра  $\eta = 0,9$ ;*

### 2.3 Вимоги до оформлення таблиць

Таблиці нумеруються послідовно арабськими цифрами. Номер таблиці вказується над таблицею зліва і повинен складатися з номера розділу (індивідуального завдання) та порядкового номеру таблиці в межах окремого індивідуального завдання, розділених крапкою. Наприклад: *Таблиця 2.1* (перша таблиця другого розділу).

Кожна таблиця повинна мати заголовок. Таблицю розміщують після першого згадування про неї в такій формі, щоб її можна читати без повертання сторінки або з повертанням за годинниковою стрілкою. На всі таблиці повинні бути посилання в тексті, при цьому слово “Таблиця” пишуть повністю, наприклад: *в таблиці 2.4*.

*Таблиця 2.1 – Морфологічна таблиця конструктивних ознак пристрою*

№	Найменування ознаки	Варіанти ознаки		
		3	4	5
1	Спосіб затиску заготовки	Ручний	Пневматичний	Гідравлічний
2	Тип затискного механізму	Гвинтовий	Клиновий	Важільний
3	Спосіб базування заготовки	Нерухоме	Рухоме	

Якщо таблиця переноситься на іншу сторінку, її позначають так: *Продовження таблиці 2.1*. Наприклад:

Кафедра технологій машинобудування і деревообробки

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
4	Матеріал затискача	Сталь	Поліуретан	Пластмаса

## 2.4 Рекомендації з формулювання описання конструкції елемента гідравлічного (пневматичного) приводу

Метою формулювання описання конструкції та принципу роботи елементів гідравлічних та пневматичних приводів є набуття здобувачем вищої освіти вміння структуровано, компактно, зрозуміло і чітко описувати технічні об'єкти та системи. Це сприяє формуванню загальних та фахових компетенції відповідно до освітньої програми підготовки фахівців, зокрема:

- здатність структурно і логічно висловлювати свою думку, описувати процеси, явища, технічні об'єкти та системи;
- здатність до аналізу та синтезу, вміння виявляти, формулювати, ставити та вирішувати прикладні (науково-прикладні) завдання.

Описання конструкції та роботи складових елементів гідравлічних та пневматичних приводів наводиться в довільній формі, але при цьому необхідно щоб була відображена наступна інформація в рекомендованій послідовності:

- 1) назва і конкретна галузь застосування елемента гідравлічного (пневматичного) приводу;
- 2) перелік **основних** конструктивних елементів (деталей, складальних одиниць), з яких складається елемент гідравлічного (пневматичного) приводу;
- 3) описання як і де встановлюється та закріплюється елемент гідравлічного (пневматичного) приводу;
- 4) описання яким чином працює елемент гідравлічного (пневматичного) приводу, виконуючи **основні функції** з конкретним посиланням на деталі і вузли;
- 5) описати виконання елементом гідравлічного (пневматичного) приводу своїх **допоміжних функцій** з конкретним посиланням на деталі і вузли;
- 6) як здійснюється (пере)налагодження, регулювання і ремонт елемента гідравлічного (пневматичного) приводу;
- 7) технічні характеристики елемента гідравлічного (пневматичного) приводу (за наявності).

Текст описання конструкції і роботи елемента гідравлічного (пневматичного) приводу не обов'язково повинен містити всі вищеперелічені пункти і у вказаній послідовності, але має бути їх переважна більшість. Текст описання рекомендується розбивати на абзаци. В кожному з абзацив має відображатись інформація про конструкцію, яка описується відповідно до вищенаведених 7-ми пунктів.

Описання слід формулювати так, щоб в ньому було посилання на конкретні деталі і вузли у вигляді посилань на відповідні позиції кресленика, рисунка, ескіза, схеми тощо, що ілюструє конструкцію елемента гідравлічного (пневматичного) приводу. Описання будь-якої конструкції без її ілюстрації неможливе!

Приклад описання конструкції повітряного насоса:

*Повітряний насос (рисунок 2.2) призначений для відсмоктування газів з домішками крапельної рідини при створенні зони розрідження в ємності низького тиску трубопровідної системи перекачування світлих нафтопродуктів.*

*Основні деталі насоса: циліндр 1, поршень 2 і поршневі кільця 3, шток 5 і кривошип 9, з'єднані пальцем 7, перетворюють обертальний рух зубчастого колеса 8 у зворотно-поступальний рух поршня в циліндрі. Поршень кріпиться на штоці 5 спеціальною гайкою 4, що має два циліндричних отвори під ключ для загвинчування. Гвинти 15, що з'єднують гайку з поршнем, запобігають її відгвинчуванню.*

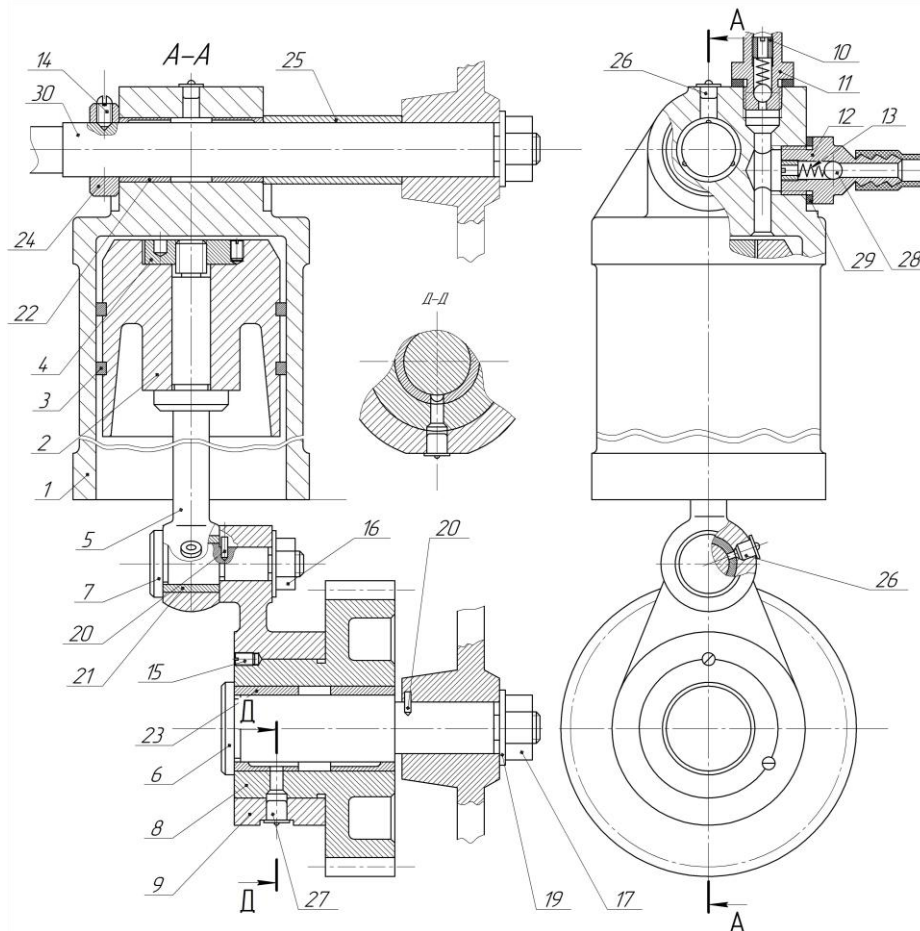
*У верхній частині циліндра розташовані всмоктуючий 12 і нагнітаючий 11 клапани. Отвори (сідла) у корпусах клапанів закриті кульками 28, що притиснуті пружинами 13. Сила притиснення пружин регулюється гайками 10.*

*Основні конструктивні частини повітряного насосу: циліндр 1 в зборі та зубчасте колесо 8 з кривошипом 9 встановлюються на осях 6 і 30, які в свою чергу кріпляться в отворах рами установки.*

**Основна функція** повітряного насоса - відсмоктування газів реалізується наступним чином. При переміщенні поршня 2 вниз у циліндрі 1 створюється розрідження. Всмоктуючий клапан 12 відкривається, і повітря із системи засмоктується в циліндр. При переміщенні поршня вгору під дією стиснутого повітря відкривається нагнітаючий клапан 11 і повітря виштовхується в атмосферу.

*У вісь 6 і палець 7 запресовані штифти 20, що запобігають їхньому повертанню, оскільки заведені в прорізі, що є в кривошипі і станині. Поверхні тертя змащуються через маслянки 26 і 27.*





1 – циліндр, 2 – поршень, 3 – кільце поршневе, 4 – гайка спеціальна,  
 5 – шток, 6 – вісь кривошипа, 7 – палець, 8 – колесо зубчасте,  
 9 – кривошип, 10 – гайка регульовальна, 11, 12 – корпуси клапанів,  
 13 – пружина, 14, 15 – гвинти, 16, 17 – гайки, 18, 19 – шайби, 20 –  
 штифт, 21 – 23, 25 – втулки, 24 – кільце, 26, 27 – маслянки, 28 – кулька,  
 29 – гумова прокладка, 30 – вісь

Рисунок 2.2 – До опису конструкції повітряного насоса

**Допоміжними функціями** повітряного насоса є забезпечення необхідної продуктивності, необхідної величини тиску на виході з насосу, величини ККД не менше  $\eta=0,75$ , встановленого допустимого рівня шуму, вимог ергономічності, безпеки, надійності та довговічності роботи протягом  $10000 \pm 100$  годин машинного часу.

Необхідна величина тиску розрідження, герметичність, продуктивність повітряного насоса забезпечуються відповідним герметичним з'єднанням клапанів 11 і 12 з циліндром та щільністю посадки поршня в циліндрі, яка реалізується за допомогою поршневих кілець 3. Необхідна величина ККД досягається точністю і плавністю переміщень та мінімальними втратами на тертя в рухомих елементах повітряного насоса.

Навички, отримані при формулюванні описання конструкції і роботи елемента гідравлічного (пневматичного) приводу сприяють формуванню вміння структуровано, компактно, зрозуміло і чітко описувати технічні об'єкти та системи.

## 2.5 Технічні характеристики елемента гідравлічного (пневматичного) приводу

В даному розділі РГР необхідно сформулювати технічні характеристики до елемента гідравлічного (пневматичного) приводу. В технічних характеристиках необхідно навести інформацію про параметри, необхідні для розуміння функціональних можливостей елемента гідравлічного (пневматичного) приводу. Наприклад:

*Технічні характеристики повітряного насоса:*

<i>Робочий тиск стиснутого повітря на виході з насосу</i>	<i>101±1,0 кПа</i>
<i>Коефіцієнт корисної дії,</i>	<i>η=0,75.</i>
<i>Продуктивність</i>	<i>0,75±0,05 м<sup>3</sup>/хв</i>
<i>Тиск залишковий мінімальний при нульовій продуктивності</i>	<i>0,73±0,01кПа</i>
<i>Номінальна частота обертання кривошипа</i>	<i>400±5хв<sup>-1</sup></i>
<i>Ресурс роботи до відмови не менше 10000 ±100 годин машинного часу.</i>	

Перелік технічних характеристик залежить від функціонального призначення елемента гідравлічного (пневматичного) приводу. Сформулювати технічні характеристики можна на основі вивчення навчальної, науково-технічної літератури, фахових журналів та інших спеціальних періодичних видань, матеріалів тематичних виставок, патентів, інформаційних ресурсів мережі Internet тощо.

## 2.6 Функціональне призначення

Формулювання функціонального призначення будь-якого технічного об'єкта є дуже відповідальним етапом процесу підготовки інженера. Вміння чітко, зрозуміло і максимально конкретно формулювати функціональне призначення технічних об'єктів є ключовим навиком, необхідним для їх проектування або удосконалення. Помилки, допущені при виявленні та уточненні функціонального призначення, призводять до створення неякісних технічних об'єктів.

Вміння формулювати функціональне призначення елементів гідравлічних (пневматичних) систем та їх деталей дозволить в подальшому

Системи приводів

успішно здійснювати їх обґрунтований вибір, проектування, удосконалення або розробку технологічних процесів виготовлення.

Виконання розділу РГР «Функціональне призначення» складається з наступних етапів:

- опис конструкції гідравлічної (пневматичної) системи;
- функціональне призначення гідравлічної (пневматичної) системи;
- функціональне призначення елемента гідравлічного (пневматичного) приводу;
- функціональне призначення деталі;
- функціональне призначення поверхонь деталі.

Розробці функціонального призначення будь-якого технічного об'єкта повинні передувати глибоке вивчення задач, для розв'язання яких він призначений. Починати розробку функціонального призначення слід з детального опрацювання інформації, що міститься в описі конструкції та принципу роботи технічного об'єкта.

Опис конструкції гідравлічної (пневматичної) системи виконується відповідно до рекомендацій п. 2.4 даних методичних рекомендацій.

### 2.6.1 Функціональне призначення систем та їх елементів

Функціональне призначення гідравлічної або пневматичної системи (складальної одиниці, механізму, вузла) – максимально уточнена і чітко сформульована задача, для розв'язання якої призначена гідравлічна або пневматична система (складальна одиниця, механізм, вузол).

Розробка і формулювання функціонального призначення ґрунтується на аналізі вихідної інформації про гідравлічну (пневматичну) систему, елементом якої є заданий гідравлічний (пневматичний) насос, клапан, регулятор, розподільник тощо.

*Навички, отримані при формулюванні функціонального призначення, сприяють формуванню вміння чітко і конкретно формулювати цілі та критерії їх досягнення в будь-якій сфері життєдіяльності людини.*

Будь-який елемент гідравлічних або пневматичних систем містить систему службових функцій, які визначають принцип його функціонування і конструктивно являє собою сукупність конструктивних елементів для реалізації цих функцій. Ознаки (властивості), які характеризують об'єкт в певних умовах, називають **службовими функціями**. Формулювання функціонального призначення повинне містити чіткі, конкретні і зрозумілі формулювання основних та допоміжних функцій.

**Основна функція** елемента гідравлічних (пневматичних) систем – ознака, яка визначає його сутність, призначення, для реалізації якої створюється об'єкт і без якої він, як виріб, втрачає свою споживчу вартість, корисність.

Для визначення основної функції потрібно відповісти на питання:

- 1) Для чого існує або створений елемент гідравлічної (пневматичної) системи?
- 2) Яку задачу виконує елемент гідравлічної (пневматичної) системи? Що робить об'єкт?
- 3) Яка від даного елемент гідравлічної (пневматичної) системи користь?
- 4) Що станеться, якщо елемент гідравлічної (пневматичної) системи видалити?

Так, основною функцією гідравлічного (пневматичного) циліндра є перетворення енергії стиснутого повітря в зворотно-поступальний рух штока; компресора – стиснення і перекачування повітря (газу); клапана – обмеження на заданому рівні тиску робочої рідини (повітря) в гідравлічних (пневматичних) системах і т.д.

**Допоміжна функція** елемента гідравлічних (пневматичних) систем – ознака, яка доповнює, розвиває і уточнює основну функцію. Допоміжна функція може принципово не впливати на основні функції об'єкта, але забезпечує певні умови його функціонування.

Наприклад, допоміжними функціями гідравлічного (пневматичного) циліндра є:

ДФ<sub>1</sub> – забезпечити швидкість переміщення штока  $0,2 \pm 0,05$  м/с;

ДФ<sub>2</sub> – забезпечити величину зусилля на штоці  $2000 \pm 50$  Н;

ДФ<sub>3</sub> – герметичне з'єднання елементів гідравлічної (пневматичної) системи;

ДФ<sub>4</sub> – забезпечення показників надійності протягом гарантованого терміну експлуатації  $12000 \pm 100$  годин машинного часу;

ДФ<sub>5</sub> – безпечність експлуатації гідравлічного (пневматичного) циліндра;

ДФ<sub>6</sub> – забезпечити вимоги ергономічності.

Особливу увагу слід звернути на якісне, скрупульозне виявлення всіх виконуваних об'єктом і його елементами функцій. Для виявлення **допоміжних функцій** корисним буде пошук відповіді на низку питань:

- 1) Як має виконувати складальна одиниця свою задачу?
- 2) Без чого (яких властивостей) складальна одиниця буде непотрібною?
- 3) Якщо збільшити (зменшити) які-небудь параметри (функціональні, розмірні, точнісні, міцнісні) виконавчих поверхонь, що зміниться?

Не завжди вдається зразу чітко формулювати функції. Це потребує доброго знання призначення елемента гідравлічних (пневматичних) систем, принципу його роботи, технічних характеристик, переваг і недоліків тощо. Зазвичай, якщо є хоча б ця інформація, виявлення основних і допоміжних функцій не викликає труднощів. Лаконічність і точність формулювання основних і допоміжних функцій як навик формується з досвідом.

*Неможливість чітко й коротко сформулювати функцію елемента гідравлічних (пневматичних) систем свідчить про необхідність продовжити вивчення його призначення, після чого знову повернутися до формулювання його функцій.*

Формулюючи службове (функціональне) призначення елемента гідравлічних (пневматичних) систем, слід як можна глибше його уточнити і обов'язково виразити ці уточнення кількісно з допустимими відхиленнями.

*Кількісні показники з допустимими відхиленнями потрібні для визначення в подальшому, при виготовленні та експлуатації, критеріїв виконання (невиконання) складальною одиницею своїх функцій.*

Приклад формулювання функціонального призначення повітряного насосу.

*Повітряний насос (див. рисунок 2.2) призначений для відсмоктування газів з домішками крапельної рідини при створенні зони розрідження в смності низького тиску трубопровідної системи перекачування світлих нафтопродуктів.*

*Основна функція ( $\Phi_0$ ) – відсмоктування газів.*

*Допоміжні функції ( $\Phi_d$ ):*

*$\Phi_{d1}$  – забезпечення продуктивності  $0,75 \pm 0,05$  м<sup>3</sup>/хв;*

*$\Phi_{d2}$  – забезпечення величини тиску на виході з насосу  $101 \pm 1,0$  КПа.*

*$\Phi_{d3}$  – забезпечення величини ККД не менше  $\eta = 0,75$ .*

*$\Phi_{d4}$  – забезпечення допустимого рівня шуму 70 дБ.*

*$\Phi_{d5}$  – забезпечення показників надійності та довговічності протягом гарантованого терміну експлуатації  $10000 \pm 100$  годин машинного часу.*

*$\Phi_{d6}$  – забезпечення вимог безпеки та ергономічності.*

*Тиск залишковий мінімальний при нульовій продуктивності  $0,73 \pm 0,01$  КПа.*

*Відсмоктування і нагнітання повітряним насосом газів здійснюється за допомогою всмоктуючого і нагнітаючого клапанів золотникового типу з робочим тиском спрацьовування відповідно  $5,1 \pm 0,5$  КПа і  $101 \pm 1,0$  КПа.*

*Швидкість руху поршня в циліндрі не повинна перевищувати  $1,5-2$  м/с (при номінальній продуктивності). Хід поршня  $160 \pm 1$  мм.*

Номинальна частота обертання кривошипа  $400 \pm 5 \text{ хв}^{-1}$ . Допустима температура нагрівання поршневих кілець  $t = 75 \pm 5^\circ \text{C}$ .

Інтервал допустимої температури експлуатації насоса  $-20^\circ \dots + 40^\circ \text{C}$ . Відносна вологість повітря  $75 \pm 10\%$ .

Необхідна величина тиску розрідження, герметичність, продуктивність повітряного насоса забезпечуються відповідним герметичним з'єднанням клапанів 11 і 12 з циліндром та щільністю посадки поршня в циліндрі, яка реалізується за допомогою поршневих кілець 3. Величина ККД не менше  $\eta = 0,75$  забезпечується точністю і плавністю переміщень та мінімальними втратами на тертя в рухомих елементах повітряного насоса.

Для змащення поверхонь деталей повітряного насоса, що піддаються тертю використовувати мастило ЦИАТИМ-221 ГОСТ 9433-80. Періодичність змащення - кожні 24 години експлуатації.

## 2.6.2 Функціональне призначення деталі

Функціональне призначення деталі – максимально уточнена і чітко сформульована задача, для розв'язання якої призначена деталь, як елемент складальної одиниці, що входить до гідравлічної (пневматичної) системи.

Принципи формулювання функціонального призначення деталі аналогічні принципам формулювання функціонального призначення складальної одиниці (див. п 2.6.1).

Деякі функції типових деталей машин наведено в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Окремі функції деяких типових деталей машин

Тип деталі		Функції: основна ( $\Phi_o$ ), допоміжна ( $\Phi_d$ )
Корпус	$\Phi_o$	Забезпечення сталої точності відносного розташування деталей і механізмів у статичному стані, так і в процесі експлуатації машини.
	$\Phi_{d1}$	Створення замкнутого простору
	$\Phi_{d2}$	Забезпечення плавності роботи деталей і механізмів
	$\Phi_{d3}$	Гасіння вібрацій
Вал, шпindelь	$\Phi_o$	Передача зусилля обертання з переносом вздовж вісі
	$\Phi_{d1}$	Орієнтування деталей в складальній одиниці
	$\Phi_{d2}$	Надання деталям обертового руху з визначеною швидкістю і крутним моментом
Станина, рама	$\Phi_o$	Координація та взаємне орієнтування основних вузлів і механізмів машини (в деяких випадках спрямовує їх рух)
Шестерня, зубчасте колесо	$\Phi_o$	Передача крутного моменту
	$\Phi_{d1}$	Зменшує (збільшує) кількість обертів
Важіль	$\Phi_o$	Передача зусилля сполученим деталям
	$\Phi_{d1}$	Переміщує деталі із заданою швидкістю
	$\Phi_{d2}$	Фіксує положення деталей

## Продовження таблиці 2.2

Шпонка, штифт	$\Phi_o$	Запобігає прокручуванню
Колінчастий вал	$\Phi_o$	Перетворення поступального руху в обертовий або навпаки
	$\Phi_d$	Орієнтування деталей поршневої групи
Кожух, оболонка, кришка	$\Phi_o$	Розділяє, відділяє від середовища, запобігає, захищає
Шатун	$\Phi_o$	Передача зворотно-поступального руху

Приклад формулювання функціонального призначення кривошипа:

*Кривошип (рисунок 2.3) призначений для виконання наступних нижченаведених функцій.*

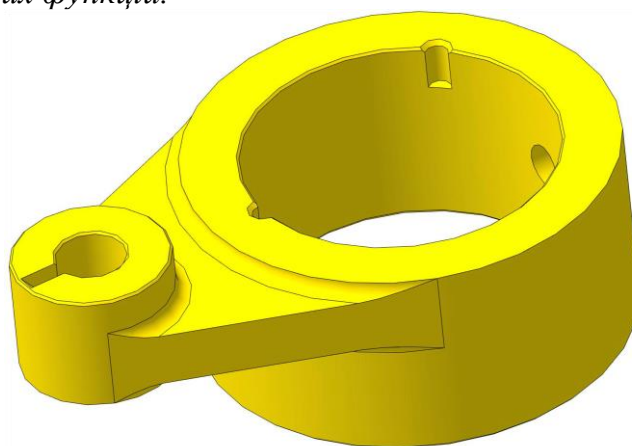


Рисунок 2.3 – Тривимірна модель кривошипа

**Основна функція ( $\Phi_o$ ):** перетворення обертання зубчастого колеса 8 у зворотно-поступальне переміщення штока 5 з поршнем (див. рисунок 2.1)

**Допоміжні функції ( $\Phi_d$ ):**

$\Phi_{d1}$  – забезпечення точності розташування пальця 7 та штока 5;

$\Phi_{d2}$  – забезпечення жорсткості конструкції;

$\Phi_{d3}$  – забезпечення вимог безпеки при складанні і експлуатації насоса  
Крутний момент який передає кривошип складає:  $260 \pm 2$  Н·м.

Зовнішні й внутрішні поверхні деталі не повинні мати раковин, порожнин, сколів, тріщин та інших ливарних дефектів. На зовнішніх поверхнях кривошипа не допускається наявність гострих країв та кутів для забезпечення безпеки при складанні і експлуатації.

Міцність і жорсткість досягається відповідним конструктивним виконанням кривошипа та фізико-механічними властивостями матеріалу СЧ 15 ГОСТ 1412-85, з якого він виготовлений.

Рекомендована температура навколишнього середовища при експлуатації кривошипа  $20^{\circ} \pm 10^{\circ} \text{C}$ . Інтервал допустимої температури експлуатації кривошипа  $-20^{\circ} \dots + 40^{\circ} \text{C}$ . Відносна вологість повітря  $75 \pm 10\%$

### 2.6.3 Формулювання функцій поверхонь деталі

На кожен деталь у складальній одиниці покладається виконання певних функцій, що випливають із функцій, для реалізації яких призначена складальна одиниця. В сукупності ці функції повинні відображатись і максимально уточнюватись у функціональному призначенні деталі. Функціональне призначення деталі реалізується її поверхнями, які виконують певні функції.

Поверхні деталей, за допомогою яких сама деталь, машина (вузол, складальна одиниця) виконує своє функціональне призначення, називаються **виконавчими**. Наприклад, у зубчастого колеса - це бічні поверхні зубців та бічна поверхня шпонкового пазу в отворі, які забезпечують передачу зубчастим колесом крутного моменту. У корпуса редуктора – всі поверхні, які визначають положення деталей редуктора як в статичному стані, так і в процесі експлуатації. і т.д.

**Основні бази** - поверхні деталі, які визначають її положення у складальній одиниці.

У вала 1, наприклад (рисунок 2.4) - це підшипникові шийки і одна з торцевих поверхонь. У зубчастого колеса 2 - отвір, торець та бічна поверхня шпонкового пазу.

**Допоміжні бази** - поверхні деталі, які визначають положення приєднаних до даної інших деталей.

Наприклад, у вала 1 - це шийка і прилеглий торець, які орієнтують зубчасте колесо 2; шпонковий паз, який орієнтує шпонку на валу.

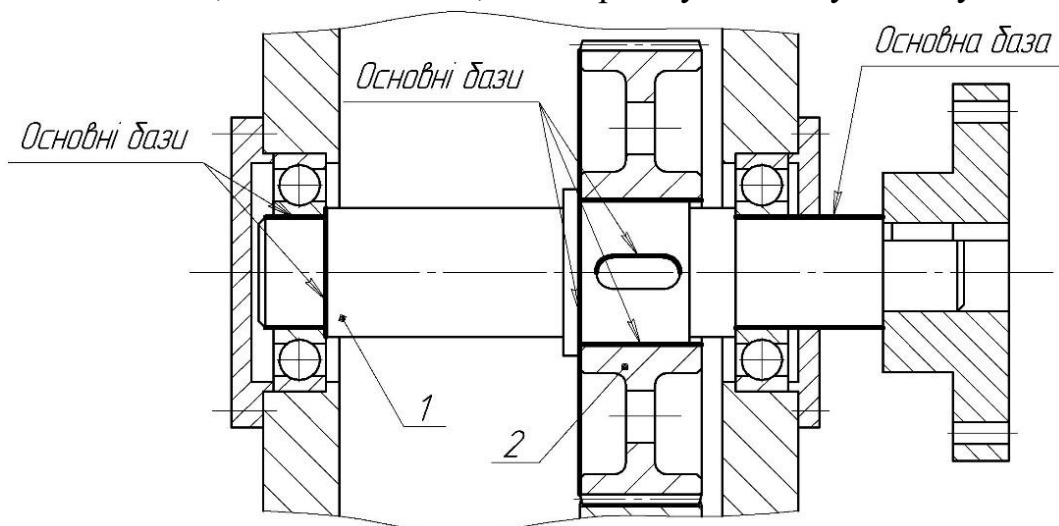


Рисунок 2.4 – До визначення основних баз деталей

У РГР функціональний аналіз поверхонь деталей необхідно представити у вигляді ескіза та таблиці, приклади оформлення яких наведено нижче.



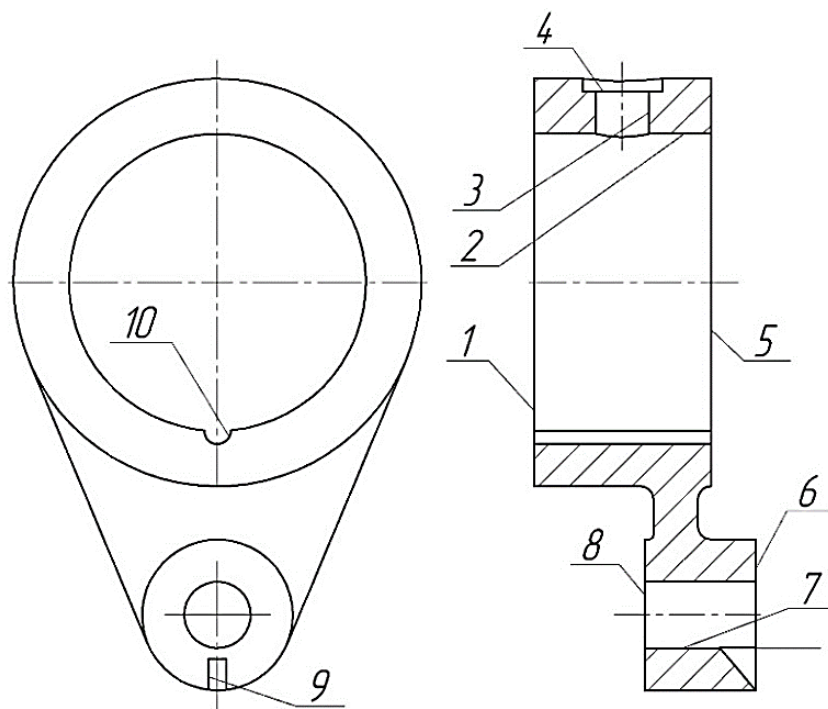


Рисунок 2.5 – До визначення функцій поверхонь кривошипа

Таблиця 2.2 – Види та функції поверхонь кривошипа

Функції	Вид поверхні	Позначення поверхонь
Перетворення обертання зубчастого колеса 8 у зворотно-поступальне переміщення поршня 2	Виконавчі поверхні	2, 7
Визначення положення штока 5		6
Визначення положення кривошипа	Основні бази	1, 2, 10
Визначення положення маслянки 27	Допоміжні бази	3, 4
Визначення положення пальця 7		6, 7
Визначення положення шайби 18		8
Визначення положення штифта 20		9

## 2.7 Рекомендації до виконання аналізу, порівняння, систематизації інформації

Порівняльний аналіз будь-яких конструкцій елементів систем гідравлічних (пневматичних) приводів передбачає збір, систематизацію та аналіз інформації на основі вивчення навчальної, науково-технічної літератури, фахових журналів та інших спеціальних періодичних видань, матеріалів тематичних виставок, патентів, інформаційних ресурсів мережі Internet тощо.

Систематизувати будь-яку інформацію можна у табличному вигляді або графо-аналітичними методами (діаграми, графіки, схеми тощо). Вибір способу систематизації та представлення інформації – особиста відповідальність студента.

Аналіз переваг і недоліків можна представити у вигляді таблиці:

*Таблиця 2.3 – Аналіз переваг і недоліків гідравлічних насосів*

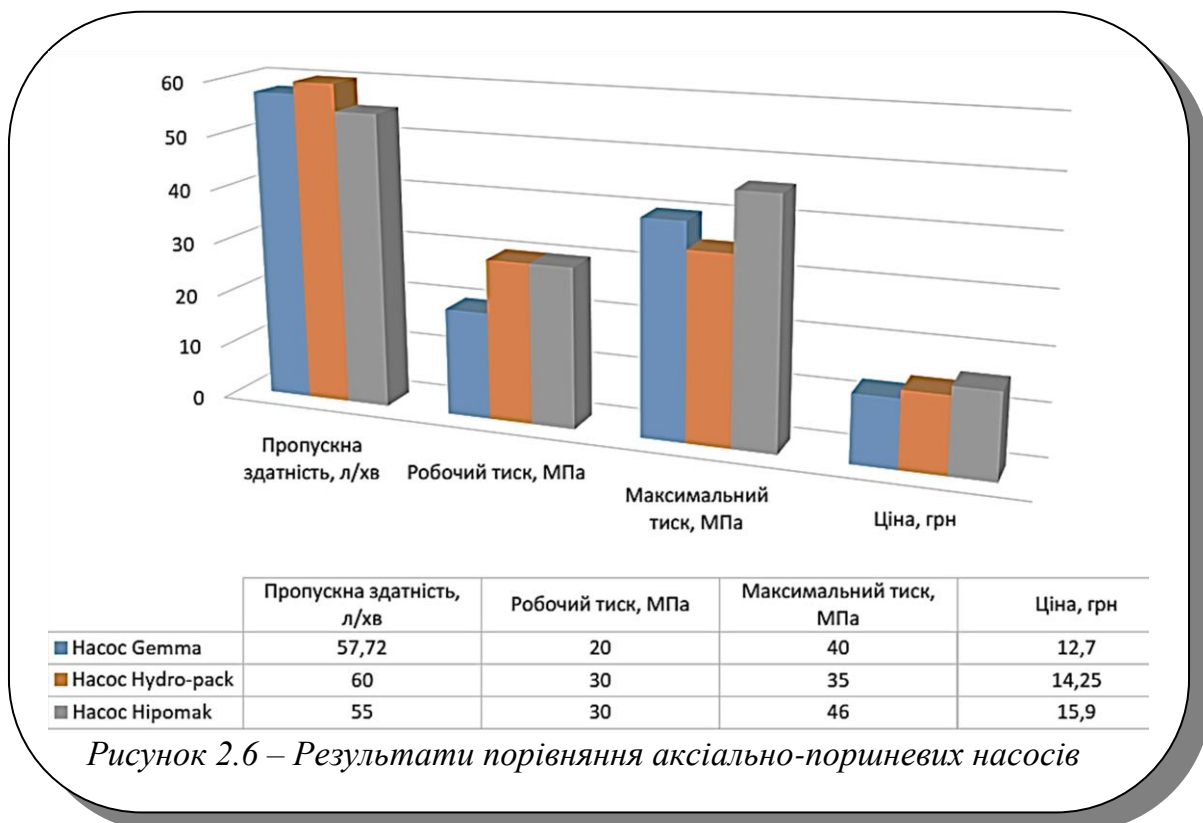
<b>Тип насоса</b>	<b>Переваги</b>	<b>Недоліки</b>
<i>Шестеренний НШ-160</i>	<i>Перевага 1</i>	<i>Недолік 1</i>
<i>Аксіально-поршневий BF10</i>	<i>Перевага 1 Перевага 2 Перевага 3</i>	<i>Недолік 1</i>
<i>Плунжерний НД-15</i>	<i>Перевага 1 Перевага 2</i>	<i>Недолік 1 Недолік 2 Недолік 3</i>

Адекватно порівнювати переваги і недоліки можна тільки подібних за призначенням елементів систем гідравлічних (пневматичних) приводів.

Порівняння властивостей, технічних характеристик, експлуатаційних показників елементів систем гідравлічних (пневматичних) приводів можна представити у вигляді діаграм, табличним або графічним способом.

*Таблиця 2.4 – Порівняння технічних характеристик аксіально-поршневих гідравлічних насосів*

<b>Зовнішній вигляд</b>	<b>Найменування</b>	<b>Кількість поршнів</b>	<b>Пропускна здатність, л/хв</b>	<b>Робочий тиск, МПа</b>	<b>Максимальний тиск, МПа</b>	<b>Швидкість обертання, хв<sup>-1</sup></b>
	Аксіально-поршневий насос Vi-rotational A-Type Nipomak	6	57,72	20	40	1200
	Аксіально-поршневий насос P10060SF131 Hydro-pack	6	60	30	35	1500
	Аксіально-поршневий насос 55 cm <sup>3</sup> Gemma	6	55	30	46	1750



*Рисунок 2.6 – Результати порівняння аксіально-поршневих насосів*

Можливості пакету програм Microsoft Office дозволяють продемонструвати навички багатьох різних способів систематизації та представлення інформації.

### **3 Рекомендації щодо оформлення графічної частини**

Графічна частина РГР повинна відповідати вимогам діючих стандартів ЕСКД і ЕСТД, правилам нарисної геометрії та технічного креслення.

Формат аркушів повинен бути таким, щоб створювалось цілком повне враження і була вся інформація, необхідна для роботи з креслениками. Кількість проєкцій і перерізів повинна бути такою, яка б давала повне і однозначне уявлення про конструкцію. Не слід прагнути до надмірного збільшення або зменшення зображень на аркушах. Масштаб повинен бути таким, щоб неозброєним оком можна було розгледіти зображені на аркуші конструктивні елементи деталі, складальної одиниці, технологічні позначення тощо. Перевага віддається масштабу 1:1.

#### **3.1 Рекомендації до оформлення складального креслення**

На складальному кресленнику елементів гідравлічних (пневматичних) систем приводів необхідно обов'язково відобразити:

- складальну одиницю (елемент гідравлічного, пневматичного приводу) в необхідній кількості проєкцій, видів та розрізів для повного і чіткого уявлення про її конструктивні особливості;
- номери деталей згідно позицій специфікації;
- габаритні розміри;
- установчі розміри, що визначають спосіб встановлення та закріплення елемента гідравлічного (пневматичного) приводу в системі, де він виконує своє функціональне призначення;
- приєднувальні розміри (з допусками), що визначають розміри та конструктивні особливості поверхонь деталей даної складальної одиниці, до яких будуть приєднуватись інші деталі при монтажі у вузлі, машині тощо, наприклад розміри отворів для приєднання трубопроводів;
- розміри з посадками всіх рухомих та нерухомих з'єднань, окрім різевих, які будуть утворюватися в процесі складання елемента гідравлічного (пневматичного) приводу;
- довідкові розміри (на креслениках їх позначають \*);
- технічні вимоги.

Специфікація до складального креслення виконується у відповідності з вимогами ЕСКД і розміщується в кінці лабораторної роботи.

### **3.2 Рекомендації до оформлення кресленика деталі**

При необхідності, рекомендації з розробки креслеників типових деталей наведено в довідниках і посібниках з конструювання деталей машин [1-5].

На кресленику деталі необхідно обов'язково відобразити :

- деталь в необхідній кількості видів та проєкцій для повного і чіткого уявлення про її форму та конструктивні особливості;
- габаритні розміри деталі;
- розміри (з допусками), що визначають форму, розміри та розташування базових (основні і допоміжні бази) та виконавчих поверхонь;
- вільні розміри, що уточнюють розміри та положення конструктивних елементів деталі;
- допуски форми (при необхідності) базових і виконавчих поверхонь;
- допуски розташування (при необхідності), що визначають положення базових і виконавчих поверхонь;
- розміри фасок, канавок, радіусів скруглень;
- довідкові розміри (на креслениках їх позначають \*);
- шорсткість поверхонь;
- технічні умови до деталі.

### **3.3 Рекомендації для самоперевірки оформлення креслеників**

Перед поданням креслеників на перевірку викладачеві здобувач вищої освіти повинен самостійно старанно перевірити правильність їх оформлення, відповідність вимогам і підтвердити це своїм підписом.

Перевірку слід проводити, відповідаючи на запитання:

1. Чи достатньо ясно представлена конструкція на кресленику (ескізі), чи не має необхідності в додаткових перерізах, видах?
2. Чи не захаращений кресленик (ескіз) зайвими проєкціями та зображеннями?
3. Чи всі необхідні технічні характеристики відображені в технічних вимогах? Чи не треба доповнень?
4. Чи відповідає діючим стандартам, правилам та рекомендаціям нанесення розмірів, допусків, шорсткості та інших позначень?
5. Чи відповідають вибрані посадки характеру з'єднань деталей в складальній одиниці

6. Чи є зайві, недостаючі або такі, що повторюються розміри та літерні позначення?
7. Чи правильно заповнено штамп кресленика?
8. Наявність підпису виконавця

## Рекомендована література

1. Деталі машин: підручник / А. В. Міняйло, Л. М. Тіщенко, Д. І. Мазоренко [та ін.]. – Київ: Агроосвіта, 2013. – 448 с.
2. Деталі машин. Розрахунок та конструювання: підручник / Г. В. Архангельський, М. С. Воробйов, О.І. Дубинець [та ін.]. – К.: «Галком», 2014. – 684 с.
3. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник. / В.Т. Павлище. – К.: Вища школа, 1993. – 556 с.
4. Курмаз Л. В. Основи конструювання деталей машин: навчальний посібник / Л. В. Курмаз. – Харків : Підручник НТУ «ХП», 2010. – 532 с.
5. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. / Ю.С. Рудь. – 2-е вид., переробл. – Кривий Ріг: Видавець ФОП Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.
6. Буренніков, Ю. А. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи : навчальний посібник / Ю. А. Буренніков, І. А. Немировський, Л. Г. Козлов. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 273 с.
7. Герман В.Ф. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи: конспект лекцій / В.Ф. Герман. – Суми : Сумський державний університет, 2015. – 160 с.
8. Андренко П.М. Гідравлічні пристрої мехатронних систем: навчальний посібник / П.М. Андренко. – Х. : Видавничий центр НТУ “ХП”, 2013. – 188 с.
9. Аврунін Г.А. Основи об’ємного гідропривода і гідропневмоавтоматики: навч. посіб. / Г.А. Аврунін, І.Г. Кириченко, І.І. Мороз ; під ред. Г.А. Авруніна. – Х. : ХНАДУ, 2009. – 424 с.
10. Гідравліка, гідро- та пневмопривод: підручник / за ред. О.О. Федорця, О.Ф. Саленка. – 2-ге вид., переробл. і доповн. – К.: Знання, 2009. – 502 с.
11. Гідропривод та гідро пневмоавтоматика: підручник/ В.О.Федорець, М.Н.Педченко, В.Б.Струтинський та ін. – К.: Вища школа, 1995. – 463 с.
12. Технічна гідромеханіка. Гідравліка та гідропривод: підручник / В.О.Федорець, М.Н. Педченко, О.О. Федорець та ін.; За ред. В.О. Федорця. – Житомир, ЖІТІ, 1998. – 412 с.
13. Шевчук С.П. Насосні, вентиляторні та пневматичні установки: підручник / С.П. Шевчук, О.М. Попович, В.М. Світлицький. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 308 с.
14. Холоменюк М.В. Насосні та вентиляторні установки: навч. посіб. / М.В. Холоменюк. – Дніпропетровськ: Нац. гірн. ун-т, 2004. – 330 с.

15. Badr H.M. Pumping Machinery Theory and Practice. / Badr H.M., Ahmed W.H. – John Wiley & Sons, Ltd., 2015. – 392 p.

16. Beater Peter. Pneumatic Drives. System Design, Modelling and Control / Beater Peter. – Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2007. – 324 p.

17. Дидактика Camozzi 2006 – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://camozzi.ua/naukovo\\_navchalniy\\_centр/didactic\\_materials/practycum\\_to\\_m\\_1](https://camozzi.ua/naukovo_navchalniy_centр/didactic_materials/practycum_to_m_1)



**Додаток А Приклад оформлення титульного аркуша до РГР**

<b>МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ</b>	
<b>НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»</b>	
кафедра технологій машинобудування і деревообробки	
<b>РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА</b>	
з дисципліни «Системи приводів»	
Виконав:	студент гр. ЗТМ-191 Івахно І.М.
Керівник:	канд. техн. наук, доцент Сапон С.П.
ЧЕРНІГІВ 2022	