

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
ім. Ігоря СІКОРСЬКОГО»

**ДЕТАЛІ ТА ВУЗЛИ ПРИЛАДІВ**  
**РОЗДІЛ «ОПІР МАТЕРІАЛІВ, ГРАФІЧНА ЧАСТИНА»**

Методичні вказівки  
до практичних занять (графічна частина)  
для студентів приладобудівного факультету напрямку підготовки 6.051003  
«Приладобудування»

*Рекомендовано вченою радою  
приладобудівного факультету  
(протокол №11/16 від 26.12.2016 р.)*

Київ - 2016

**Деталі та вузли приладів. Розділ «Опір матеріалів, графічна частина»:** методичні вказівки до практичних занять для студентів приладобудівного факультету напряму підготовки 6.051003 «Приладобудування», денної форми навчання [Електронний ресурс] / Уклад.: Ж.О. Павленко, Г.А.Богдан. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. – 60 с.

Навчальне електронне мережне видання

**ДЕТАЛІ ТА ВУЗЛИ ПРИЛАДІВ**  
**РОЗДІЛ «ОПІР МАТЕРІАЛІВ, ГРАФІЧНА ЧАСТИНА»**

Методичні вказівки  
до практичних занять (графічна частина)  
для студентів приладобудівного факультету напрямку підготовки 6.051003  
«Приладобудування»

Укладачі: *Жанна Онисимівна Павленко., ст. викладач*  
*Богдан Галина Анатоліївна, асистент*

Відповідальний  
редактор: *Протасов А.Г., д.п.н., к.т.н., доцент*

Рецензент: *Клочко Т.Р., к.т.н.*

*За редакцією укладачів*

## **Зміст**

Вступ.....	4
Структура методичних вказівок.....	8
Муфти .....	9
Опори валів .....	12
Конструкції кріплень деталей на валах .....	16
<b>ПРИКЛАДИ ЕСКІЗІВ СКЛАДАЛЬНИХ КРЕСЛЕНЬ.....</b>	<b>18</b>
Оформлення креслеників деталей.....	48
Позначення шорсткості поверхонь на креслениках деталей .....	49
Позначення на креслениках допусків форми та розташування поверхонь .....	51
Позначення покриттів поверхонь на креслениках деталей .....	53
Література.....	66

## Вступ

Надані методичні вказівки є частиною загальних Методичних вказівок до виконання курсового проекту. Вони являють собою посібник для виконання графічної його частини, і можуть застосовуватись при проектуванні деталей вузлів та механічних пристроїв широкого призначення; зокрема і для систем неруйнівного контролю, де використовуються в якості електроприводів та пристроїв механічного сканування.

### Загальні положення

*Графічна частина курсового проекту містить:*

1. Кінематичну схему пристрою, виконану згідно вимог міждержавних стандартів.
2. Складальне креслення пристрою чи електроприводу;
3. Специфікацію на складальне креслення пристрою чи електроприводу та складальні одиниці;
4. Робочі креслення деталей кількістю 6 - 8 шт.

*Кінематичну схему* механізму розробляють на підставі кінематичних розрахунків і викреслюють на аркуші формату А4 згідно ГОСТ 2.701, - ГОСТ 2.703-68, ГОСТ 2.707-68, [1] у яких наведені види й типи схем, умовні позначення й правила їх виконання. На цій схемі повинні бути пронумеровані вали із вказуванням частоти обертання кожного; зубчасті колеса із зазначенням кількості зубців, виконавчі механізми, а також наведені короткі технічні характеристики двигуна (тип, потужність і частота обертання), передатні відношення окремих передач і вихідні параметри вихідної ланки. Креслення повинно містити основний напис по ГОСТ 2.104-68. Приклад виконання кінематичної схеми показана на Рис.1 та на Рис.3 Додатку до Методичних вказівок до виконання курсового проекту [2].

*Складальне креслення* виробу виконують на стандартних форматах згідно ГОСТ 2.301-68, найчастіше на форматі А1 (за узгодженням з

Керівником допускається застосування формату А2 або А0) відповідно до норм і правил ЄСКД. Складальне креслення повинно містити мінімально необхідну кількість видів, розрізів, перерізів і давати повне уявлення про розроблюваний виріб. Масштаб необхідно вибрати зі стандартного ряду ГОСТ 2.302.68 і так, щоб зображення накреслених конструкцій було ясним і чітким. Основний напис креслення виконують у відповідності з ГОСТ 2.104-68. Над основним написом розташовують технічні вимоги по складанню, регулюванню, вибору зазорів (люфтів), виконанню певних розмірів згідно з даним кресленням, змащуванню, електричному монтажу, спрощенням, наявним на кресленні; а також вимоги до експлуатації, до довідкових розмірів та інше до розроблюваної конструкції.

Приклади виконання ескізів складальних креслень показано на Рис.10-26 та на Рис.4а,б. [2].

*Деталювання* призначає Керівник проекту із числа оригінальних деталей складального креслення або складальних одиниць розроблюваного виробу. Деталі розробляють як робочі кресленики згідно ЄСКД. Кресленики деталей виконують на окремих форматах. Вони повинні містити згідно ГОСТ 2.305 - 68, визначений головний вид деталі та згідно того ж стандарту мінімально необхідну кількість видів, розрізів, а також технічні вимоги, необхідні для виготовлення даної деталі (термообробка, покриття, відхилення форми й розташування поверхонь, розміри для довідок, розміри, виконувані разом з іншими деталями, тощо).

Кожний розмір, що виготовляється, згідно з даним кресленням повинен мати граничні відхилення, проставлені згідно стандартів ISO, що проставляються в числовому виді або спеціальними літерами. Якщо частина розмірів має поля допусків, виконувані з однаковими допусками і з однаковими відхиленнями, допускається в технічних вимогах робити

наступний запис:  $H12, h12, \pm \frac{IT12}{2}$ . Технічні вимоги розташовуються над основним записом.

Основний напис кресленника повинен відповідати ГОСТ 2.104-68 з обов'язковим вказуванням матеріалу деталі і стандарту на нього.

Приклади виконання робочих креслеників деталей показано на Рис.28-33 та Рис.5,6,7 Додатку [2].

*Специфікація* складається на кожну складальну одиницю й на складальне креслення. Приклад виконання специфікації надано на Рис.5 Додатку [2]. Її виконують на аркушах формату А4 за ГОСТ 2.108-68. Розміри основного напису першого аркуша специфікації 185x40 мм, наступні – 185x15 мм. У графі "Формат" проставляють формати тільки тих креслень, які розробляють у даному курсовому проекті. Графу "Зона" не заповнюють. У графі "Найменування" спочатку приводять розділ "Документація". В нього записують складальне креслення й кінематичну схему, за ним розділ "Складальні одиниці". В цей розділ записують всі складальні одиниці (при їх наявності), що входять безпосередньо в складальне креслення у вигляді окремих вузлів. У розділі "Деталі" перераховують усі розроблені деталі, що входять безпосередньо в складальне креслення в порядку, встановленому в класифікаторах. Усі вироби й деталі, що мають державні й галузеві стандарти, записують у розділ "Стандартні вироби".

У межах кожної категорії стандартів запис виконують по групах виробів, об'єднаних по їхньому функціональному призначенню (наприклад, підшипники, кріпильні вироби та ін.), у межах кожної групи - за абеткою зростання стандартів, а в межах кожного стандарту - у порядку зростання основних параметрів або розмірів виробу. В розділ "Інші вироби" записують усі покупні вироби, за винятком стандартних (наприклад, електродвигуни, що не мають стандарту). Графу "Найменування" завершують розділом "Матеріали", куди записують всі матеріали, що безпосередньо

використовуються в розроблюваному виробі (наприклад, дроти, нитки для монтажу, та інше), але не матеріали, з яких виготовляються деталі.

У графі "Кількість" проставляють число однакових деталей. Після цього заповнюють графу "Позиція" у послідовності записів, виконаних у специфікації, крім розділу "Документація", і номери позицій переносять на складальне креслення. Графу "Позначення" заповнюють на підставі єдиної індексації всієї документації, що входить у курсовий проект.

### *Шифр проекту*

Основний конструкторський документ – специфікація має шифр, що складається з наступних розділів:

XXXX.	XXXXXX.	XXX.
а	б	в

де *а* - шифр спеціальності й номер навчальної групи студента, *б* - дві останні цифри номера залікової книжки й чотиризначний номер завдання; *в* - розділ, де проставлено нулі (наприклад, ПК81. 210301.000).

Складальне креслення має той же шифр, що й специфікація, але з додаванням наприкінці індексу СК (наприклад, ПК81.210301.000 СК).

На кінематичній схемі до шифру додають індекс КЗ - схема кінематична принципова ГОСТ 2.701-76 (наприклад, ПК81.210301.000 КЗ).

Складальні одиниці, що входять у виріб, мають шифр, в якому у розділі "в" заповнюють порядковий номер складальний одиниці (наприклад, ПК81.210301.400).

Відповідні шифри проставляють на кожному аркуші графічної документації. Позиції, що занесені в розділи "Стандартні вироби" і "Матеріали", шифру не мають.

### *Оформлення готового курсового проекту*

Курсовий проект оформлюють у вигляді брошури в наступному порядку: титульний аркуш, технічне завдання на КП, анотація українською та англійськими мовами, зміст, пояснювальна записка з усіма розділами,

кінематична схема, специфікація, складальне креслення, зігнуте і складене згідно ГОСТ 2.501-68, (формат, розмір якого більше А4, складається так, щоб його основний напис перебував на лицьовій частині внизу, і таким чином складене креслення підшивають із лівої сторони аркуша); специфікація на складальні одиниці, креслення складальних одиниць і деталей.

Титульний аркуш виконують на обкладинці зброшуровання. Зброшурований курсовий проект підписують Розробник – студент і Керівник проекту на титульному аркуші й кресленнях.

### **Структура методичних вказівок**

В запропонованих методичних вказівках описано склад, конструкції, приклади варіантів застосування різних муфт, конструкцій підшипникових вузлів, конструкцій кріплень деталей на валах. Викладено технічні вимоги стосовно оформлення робочих креслеників деталей: шорсткості поверхонь, позначення відхилень від форми поверхонь, відомості про необхідні застосовувані покриття поверхонь деталей. Надані приклади ескізів складальних креслень конструкцій деяких механічних пристроїв з використанням різних зубчастих передач та виконавчих механізмів, що дозволяють відтворювати різні за видом та параметрами рухи робочих органів систем автоматики та неруйнівного контролю. До всіх наведених конструкцій додаються їх описи та коментарі.

#### Примітки

1. З метою спрощення на ескізах складальних креслень не показано стандартні пружні шайби під гвинтами, що запобігають самовідгвинчуванню гвинтів. На кресленнях наявність таких шайб **обов'язкова**.
2. З метою спрощення на більшості ескізів складальних креслень під кришками шарикопідшипників не показано набори тонких металевих



прокладок, які обмежують осьові переміщення (люфти) валів. На кресленнях їх наявність **обов'язкова**.

3. З метою спрощення на ескізах планетарних передач показано тільки **один** сателіт чи **одна** пара сателітів. На складальному кресленні обов'язково показуються **всі**.
4. На кресленнях **всіх** планетарних передач обов'язкова наявність перерізу (А-А) по планетарній передачі (див. Рис.19 ).
5. **Всі розміри на ескізах дані орієнтовно і в конкретній розробці можуть суттєво відрізнятись**.

Надані також приклади креслеників різних деталей, оформлені згідно технічних вимог, про які виголошено в текстовій частині Методичних вказівок.

## Муфти

Муфти в будь-яких конструкціях механізмів призначені для з'єднання валів з метою передачі руху. Необхідність застосування муфт викликана тим, що більшість механізмів та їх функціональних вузлів складається з окремих частин з вхідними та вихідними валами. Наприклад електродвигун, передаточний та виконавчий механізми. Безпосередньо кінематичний і силовий зв'язок між ними здійснюється за допомогою муфт.

Тип муфти обирають в залежності від вимог, що до неї пред'являються в конкретному приводі. Наприклад, муфти можуть компенсувати монтажні неточності з'єднаних валів, послаблювати шкідливий вплив поштовхів та вібрацій в процесі роботи, запобігати аварії механізму від недопустимо перебільшеного крутного моменту чи швидкості обертання, забезпечувати незворотність обертання в механізмі.

Деякі типи муфт в приладобудуванні стандартизовано, деякі нормалізовані міжвідомчими нормальми. Вибір та розрахунки муфт згідно варіанта завдання надано в Методичних вказівках [13].

На Рис.1-4 надані приклади конструкцій типових муфт.

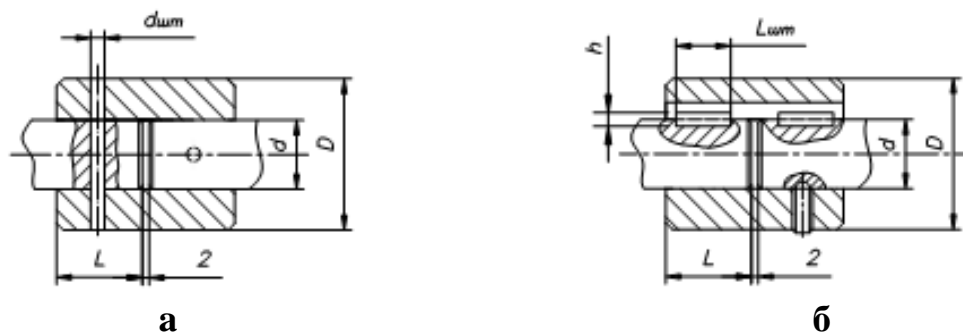


Рис.1 втулкова муфта

а) втулкова зі штифтами;

б) втулкова зі шпонками

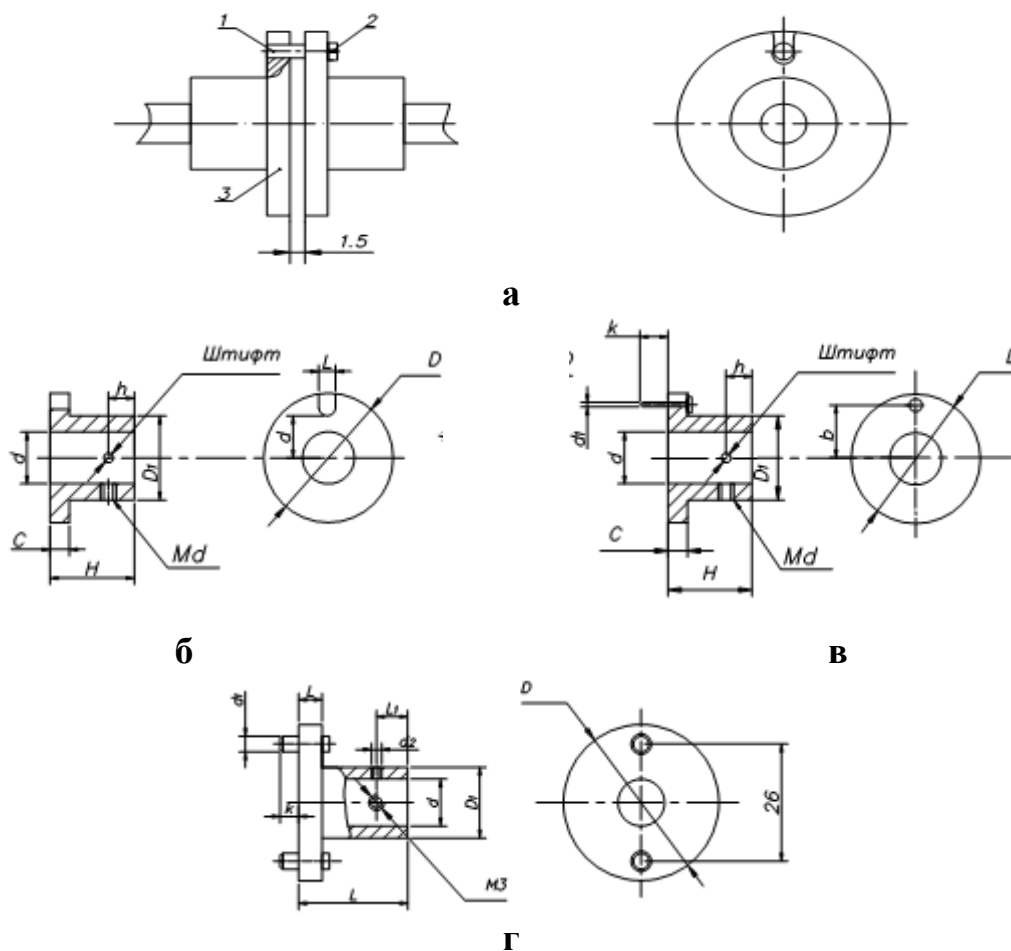


Рис.2 Поводкові муфти

а) зовнішній вид муфти; б); в) конструкції напівмуфт з одним поводком  
г) конструкція муфти з двома поводками

Таблиця 1

Геометричні розміри елементів напівмуфт для муфти з одним поводком

$d$	$D$	$D_1$	$h$	$c$	$h$	$a$	$b$	$L_{+0,015}^{+0,025}$	$d_1$	$k$	$Mb$	Штифт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4	25						9	10	4	4		1x10
4	35	8	6	2	2	14	15	4	4	4	M2	
5	22	10	8			7	8	4	4	4		
5	35		3	14	15			4	4	4		
6	24	11	9	2.5		8	9	4	4	4		1.5x10
7	26	12	10			9	10	4	4	4	M3	2x15
8	30	14	12		4	10	11	4	4	4		2.2x18
10	32	15	14	3	5	11	12	5	5	5	M4	
12	36	18	17	4	6	13	14	6	6	6		3x20

Таблиця 2

геометричні розміри елементів напівмуфт для муфти з двома поводками

$d$	$D$	$d_1$	$L$	$l$	$l_1$	$2B$	$d_1$	$d_2$	$k$
6	28	10	9	3	3	20	4	1.4	4
8	30	14	12	3	4	22	5	1.8	5
11	32	16	13	4	5	24	6	2.8	6

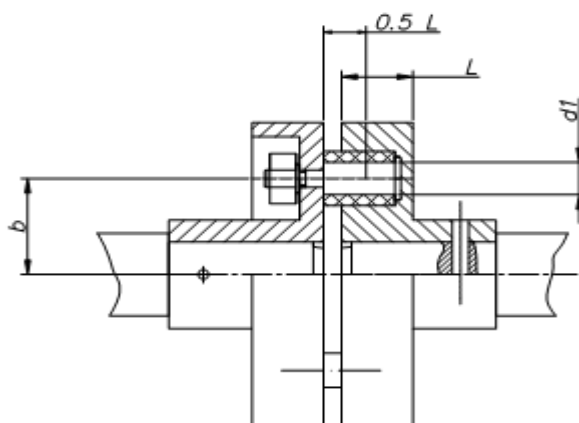
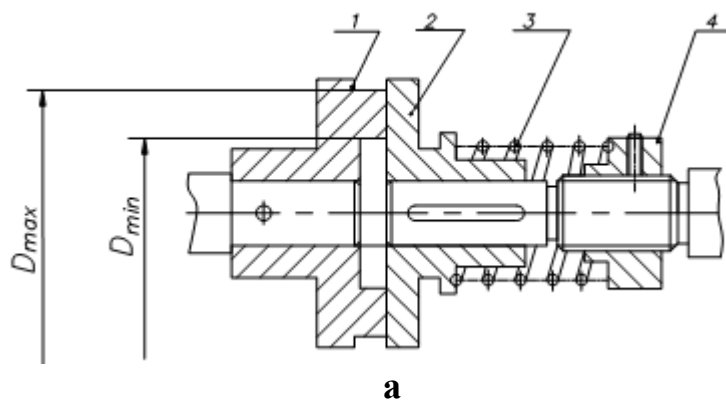
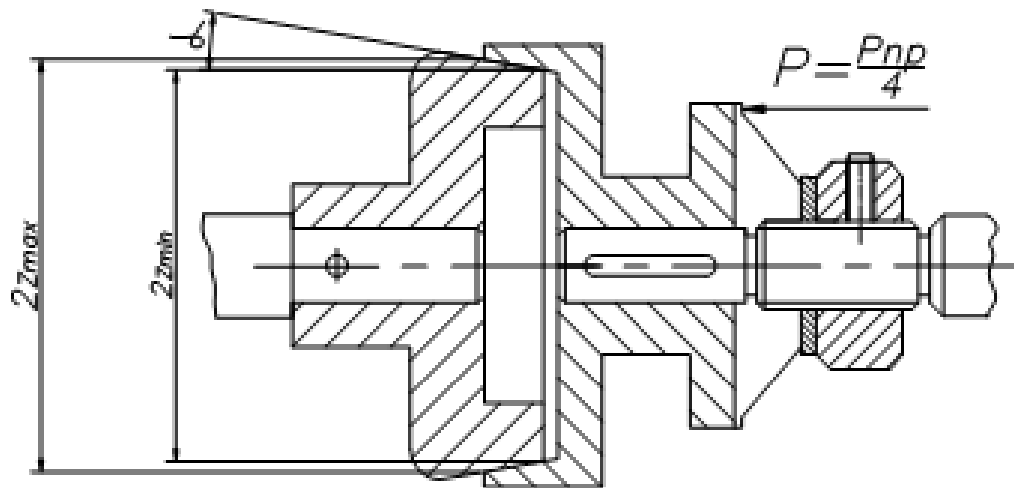


Рис.3 конструкція втулково-пальцевої муфти (з гумовими втулками для пом'ягшення поштовхів і демпфування)





б

Рис.4 конструкції фрикційних муфт  
 а) циліндрична фрикційна муфта б) конічна фрикційна муфта

### Опори валів

З метою зменшення тертя в опорах валів, що обертаються, в них встановлюються підшипники, найчастіше з тілами кочення. Конструкції таких опор різноманітні в залежності від конструкції самого механізму і методів та умов його складання. Приклади конструкцій опор надані на Рис.5, 6.

Рис.5 Конструкції опор, зображені на Рис.5 а;б; в; з кришками та опора Рис.5ж ( так звана «глуха») є найпростішими і розповсюдженими.

На Рис.5 в; г; з. для фіксації підшипників в осьовому напрямі використані стандартизовані стопорні кільця. Для тієї ж мети на валах зроблені перепади діаметрів ( Рис.5а; б; г; д; є)

Конструкції, зображені на Рис.5д та Рис. 5з, використовують при складанні валів з виготовленими на них елементами достатньо великих діаметрів. що не проходять через прості отвори для підшипників.

Рис.6 Такі конструкції опор можна застосувати при консольному розміщенні на них деталей (наприклад, зубчастих коліс)

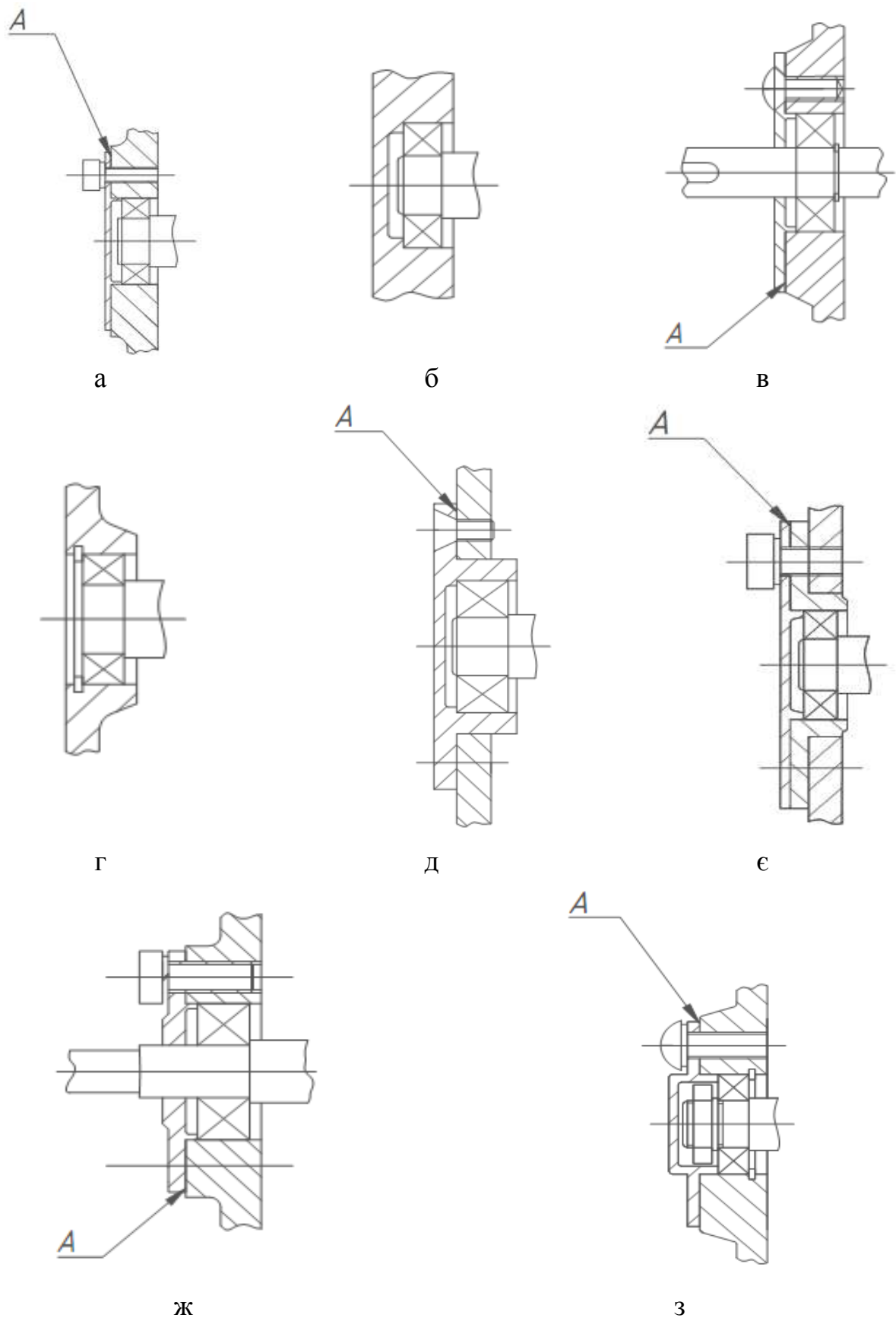
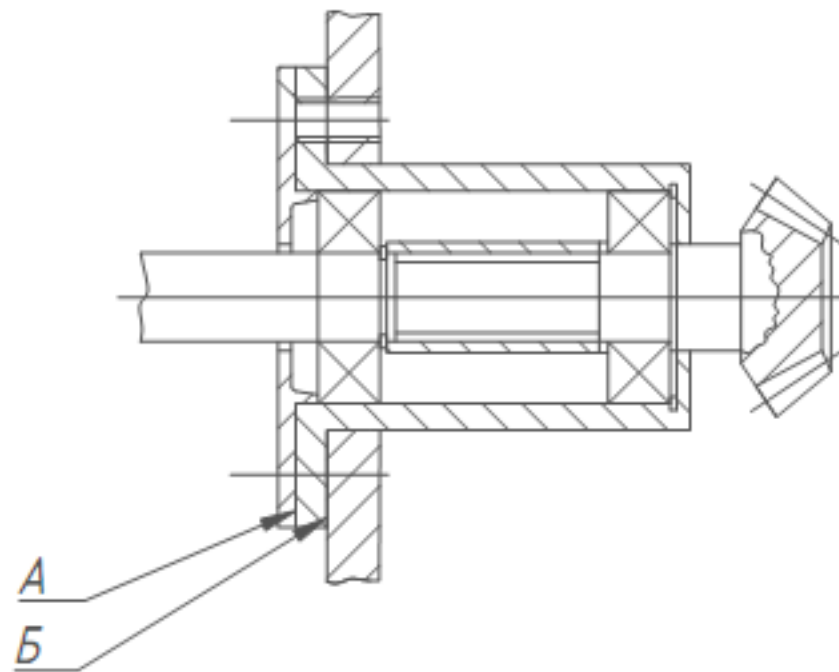
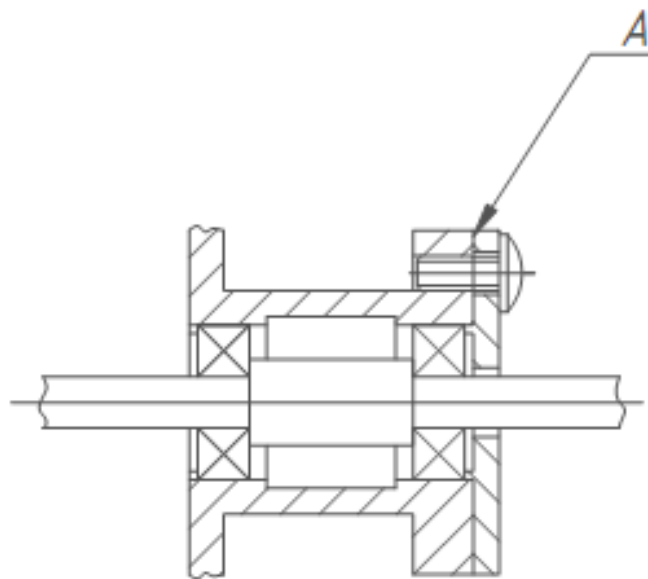


Рис. 5  
Конструкції опор валів з підшипниками



**а**



**б**

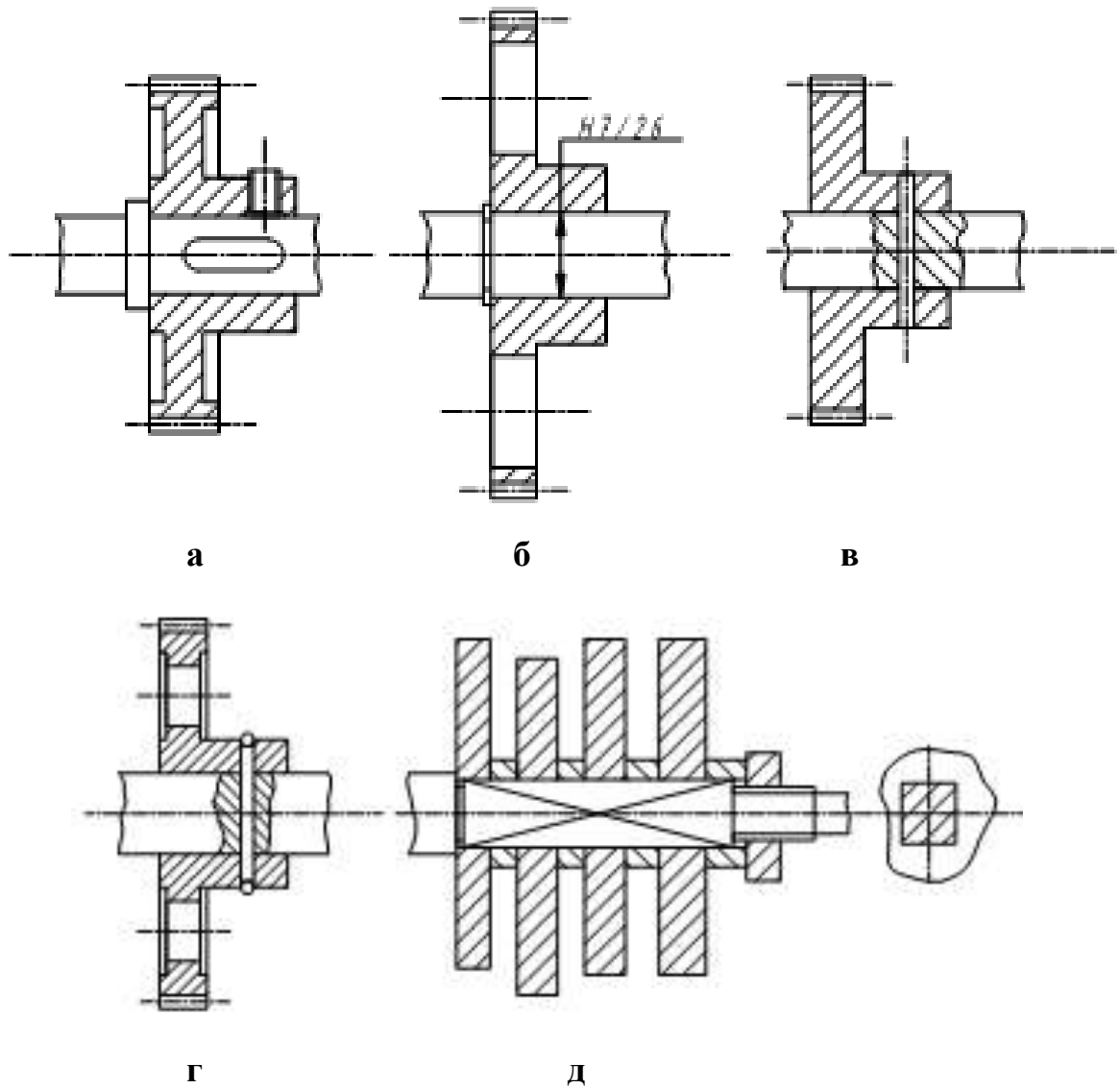
Рис. 6 Конструкції підшипникових вузлів

Примітка:

В усіх конструкціях на рис.5,6 під кришками підшипників повинні бути встановлені набори металевих прокладок (їх розташування вказане позначками А та Б) для зменшення осьового переміщення (люфтів) валів.



## Конструкції кріплень деталей на валах

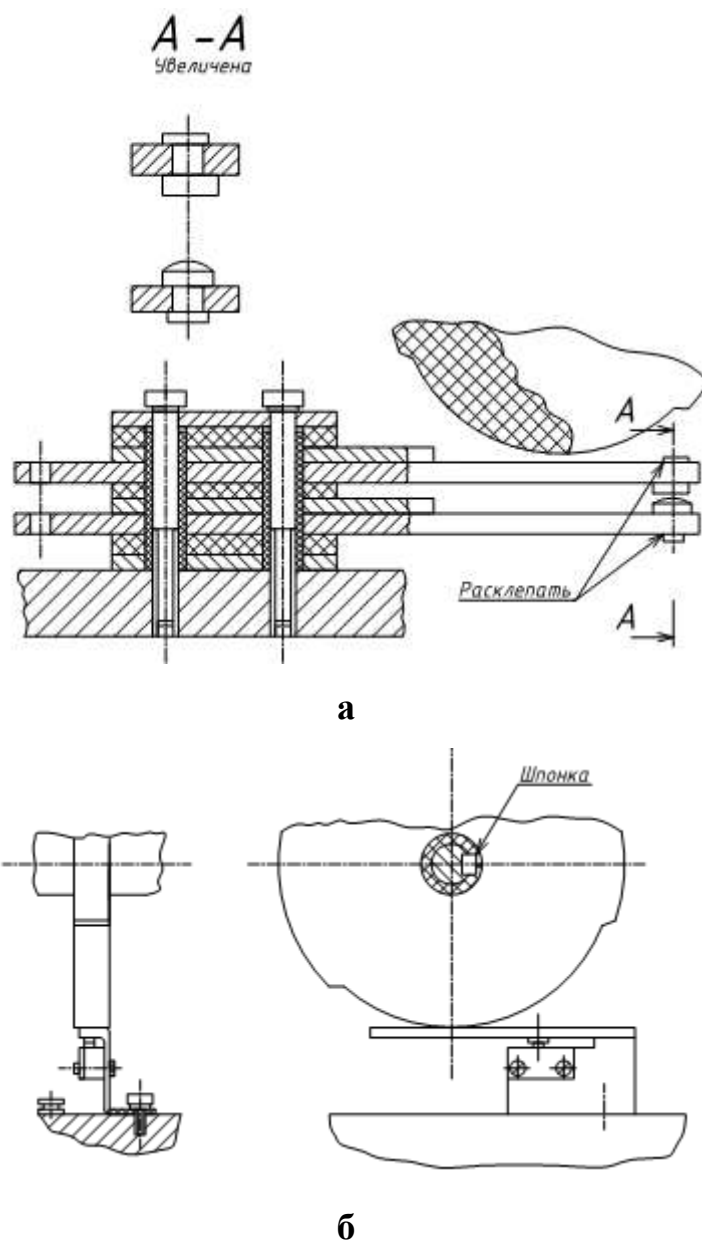


**Рис. 7**

- а) - кріплення деталі шпонкою;
- б) – кріплення деталі за рахунок її нерухомої посадки на вал;
- в), г) - кріплення штифтом;
- д) – кріплення від провертання деталей на валу насаджуванням на «квадрат»

На рис. 7а), б), г) показано приклади зменшення маси деталей за рахунок проточок та декількох симетрично розташованих отворів.





**Рис.8**

Рис.8а показана конструкція контактної групи, складеної з плоских пружин, відокремлених одна від одної ізолюючими прокладками;

Рис. 8б застосування в якості контакту стандартного мікроперемикача;

## ПРИКЛАДИ ЕСКІЗІВ СКЛАДАЛЬНИХ КРЕСЛЕНЬ

На Рис.9 наведено приклад оформленої згідно ГОСТ 2.701 - 84 принципової кінематичної схеми механізму. **Принципова кінематична схема** будь-якого механізму виконується без масштабу, всі елементи зображуються відповідними умовними позначеннями згідно ГОСТ 2.770 – 88. Призначення кінематичної схеми – показати напрямок передачі і перетворення руху від входу механізму (двигуна) до його виходу. Правила виконання кінематичних схем регламентуються ГОСТ 2.703 – 68.

На Рис.10-26 показано приклади конструкцій деяких механізмів, що складаються з різних зубчастих елементів та виконавчих механізмів різних типів, які розглядаються під час вивчення дисципліни.

Зокрема:

Рис.10

Приклад конструкції (фронтальна проекція) електропривода, складовими частинами якого є: двигун, закріплений на кронштейні, втулкова муфта, що з'єднує вал двигуна з першим валом передатного механізму; передатний механізм складається з двох циліндричних передач та черв'ячної передачі. З метою зменшення тертя в опорах валів застосовуються стандартні шарикопідшипники. Конструкція зібрана в двох з'єднаних між собою корпусах для забезпечення можливості складання, та встановлена на станину.

Рис. 11

«вид зверху» тієї ж конструкції

Рис.12

Приклад конструкції (фронтальна проекція) електропривода, складовими частинами якого є: двигун, закріплений на кронштейні, втулкова муфта, що з'єднує вал двигуна з першим валом передатного механізму; передатний механізм складається з одноступінчастої планетарної передачі (елементи: центральне колесо «с» , сателіти «g» , нерухоме колесо «b», водило «H») та черв'ячної передачі. З метою зменшення тертя в опорах валів

застосовуються стандартні шарикопідшипники. Для недопущення осьового зміщення підшипників застосовано стандартні стопорні кільця. Конструкція зібрана в двох, з'єднаних між собою корпусах, для забезпечення можливості складання, та встановлена на станину.

Рис.13

Приклад конструкції (фронтальна проекція) електропривода, складовими частинами якого є: двигун, закріплений на кронштейні, втулкова муфта, що з'єднує вал двигуна з першим валом передатного механізму; передатний механізм складається з пари циліндричних зубчастих коліс та двох одноступінчастих планетарних передач (елементи: центральні колеса «с», сателіти «g», нерухомі колеса «b», водила «H»). З метою зменшення тертя в опорах валів застосовуються стандартні шарикопідшипники. Для недопущення осьового зміщення підшипників застосовано стандартні стопорні кільця. Конструкція зібрана в циліндричному корпусі з двома кришками, для забезпечення можливості складання, та встановлена на станину.

Рис.14

Приклад конструкції (фронтальна проекція) електропривода, складовими частинами якого є: двигун, закріплений (орієнтовно на кронштейні), втулкова муфта, що з'єднує вал двигуна з першим валом передатного механізму; передатний механізм складається з пари конічних зубчастих коліс та двох циліндричних зубчастих передач. Особливістю конструкції є закріплення підшипників вхідного і вихідного валів в патронах, що дозволяє скоротити довжину валів. З метою зменшення тертя в опорах валів застосовуються стандартні шарикопідшипники. Для недопущення осьового зміщення підшипників застосовано стандартні стопорні кільця. Конструкція зібрана в двох, з'єднаних між собою корпусах, для забезпечення можливості складання та може при необхідності бути встановлена на станину.

Рис.15

Приклад конструкції (фронтальна проекція) електропривода, складовими частинами якого є: двигун, закріплений (орієнтовно на кронштейні), втулкова муфта, що з'єднує вал двигуна з першим валом передатного механізму; передатний механізм складається з пари конічних зубчастих коліс та черв'ячної передачі. З метою зменшення тертя в опорах валів застосовуються стандартні шарикопідшипники. Для недопущення осьового зміщення підшипників застосовано стандартні стопорні кільця. Конструкція зібрана в корпусі з кришками для забезпечення можливості складання та може при необхідності бути встановлена на станіну.

Рис. 16

Приклад конструкції (фронтальна проекція) електропривода, складовими частинами якого є: двигун, закріплений (орієнтовно на кронштейні), втулкова муфта, що з'єднує вал двигуна з першим валом передатного механізму; передатний механізм складається з пари конічних зубчастих коліс та трьох одноступінчастих планетарних передач (елементи: центральні колеса «с», сателіти «g», нерухомі колеса «b», водила «H»). З метою зменшення тертя в опорах валів застосовуються стандартні шарикопідшипники. Для недопущення осьового зміщення підшипників застосовано стандартні стопорні кільця. Особливістю конструкції є закріплення підшипників вхідного вала в патроні, що дозволяє скоротити довжину цього вала. Планетарні передачі знаходяться в одному циліндричному корпусі, конічна передача - в іншому; для забезпечення можливості складання вони з'єднуються гвинтами. Конструкція встановлена на станину.

Рис. 17

Приклад конструкції (фронтальна проекція – вісь X) двокоординатного механічного скануючого пристрою, складовими частинами якого є: двигун, закріплений на кронштейні, поводкова муфта, що з'єднує вал двигуна з першим валом передатного механізму, передатний механізм, що складається з

однієї циліндричної передачі та виконавчий механізм типу «гвинт – гайка», призначений для перетворення обертового руху вала-гвинта в поступальний рух «гайки»-платформи, на якій встановлено ланцюг переміщення «вісь Y». Для підтримки рухомої платформи паралельно ходовому гвинту встановлено напрямну. Для зменшення тертя в гвинтовій парі застосовано різьбові втулки з бронзи, а в опорах валів - стандартні підшипники. Конструкція утримується на стойках зі стандартних кутників, які, в свою чергу можуть кріпитися (за призначенням) на об'єктах.

Рис.18

«вид зверху» двокоординатного механічного сканера (вісь Y) з двигуном, втулковою муфтою, ходовим гвинтом та напрямною. В якості рухомої «гайки» - платформа для кріплення первинного перетворювача.

Рис.19

Показано переріз А-А по одноступінчастій планетарній передачі. Виконання такого перерізу обов'язкове при наявності в конструкції планетарних одно- чи двохступінчастих передач. Вхідне центральне колесо «с» входить в зачеплення з трьома сателітами «g», ті в свою чергу – з нерухомим колесом «b»; осі сателітів вставлені в водило «H», обертовий рух якого є вихідним рухом передачі.

Рис.20

Зображено приклад конструкції, що складається з двох одноступінчастих планетарних передач (елементи: центральні колеса «с», сателіти «g», нерухомі колеса «b», водила «H») та гвинтового виконавчого механізму, в якому обертовий рух вала-гвинта перетворюється в зворотно-поступальний рух вихідного елемента – «гайки». З метою зменшення тертя в опорах валів застосовуються стандартні шарикопідшипники. Для недопущення осьового зміщення підшипників застосовано стандартні стопорні кільця. Для зменшення тертя при поступальному русі «гайки» встановлено ролик. Планетарні передачі знаходяться в одному циліндричному корпусі, гвинтова

передача - в іншому; для забезпечення можливості складання корпуси з'єднуються гвинтами. Конструкція може встановлюватись на станину.

Рис.21

Приклад конструкції (фронтальна проекція) електропривода, складовими частинами якого є: двигун, закріплений (орієнтовно на кронштейні), втулкова муфта, що з'єднує вал двигуна з першим валом передаточного механізму; передатний механізм складається з пари конічних зубчастих коліс та двох двоступінчастих планетарних передач (елементи: центральні колеса «с», групи сателітів «g» та «s», нерухомі колеса «b», водила «H»). Виконавчим механізмом в цій конструкції є рейкова передача, що складається з рейкового циліндричного колеса та рейки (як варіант - квадратного профілю) і призначена для перетворення обертового руху колеса в зворотно поступальний рух рейки. З метою зменшення тертя в опорах валів застосовуються стандартні шарикопідшипники. Для недопущення осьового зміщення підшипників застосовано стандартні стопорні кільця. Особливістю конструкції є закріплення підшипників вхідного вала в патроні, що дозволяє скоротити довжину цього вала. Планетарні передачі знаходяться в циліндричних корпусах, конічна та рейкова передачі мають свої корпуси; для забезпечення можливості складання вони з'єднуються гвинтами та мають кришки.

При кресленні цього варіанту конструкції обов'язкова наявність перерізу по планетарній передачі з викреслюванням всіх її елементів.

Рис.22

Переріз Б-Б по рейковій передачі конструкції, поданої на Рис.21. **Увага:** на Рис.22 форму перерізу рейки змінено, як варіант, на круглу; форма корпуса рейкової передачі – теж дещо інша. Для зменшення тертя при переміщенні рейки в корпус встановлено бронзові втулки. Для запобігання прокручуванню рейки та виходу її з зачеплення на рейці зроблено пази, в які заходять штифти, що вставлені у втулки.



Рис.23

Показано приклад конструкції, що складається з двигуна, прикріпленого до корпусу кронштейном, поводкової муфти, що з'єднує вал двигуна з першим валом передатного механізму, трьох циліндричних передач ( пар зубчастих коліс 1-2, 3-4, 5-6) та планетарної одноступінчастої передачі, з елементами: центральне колесо «с», два сателіти «g», нерухоме колесо «b», водило «H». Особливістю конструкції є вмонтована в нециліндричний корпус планетарна передача, нерухоме колесо «b», якої кріпиться до стінки корпусу, а підшипники вихідного вала-води́ла встановлено в патрон. Всі зубчасті елементи закріплені на валах за допомогою стандартних штифтів. З метою зменшення тертя в опорах валів застосовуються стандартні шарикопідшипники.

Рис.24

Приклад розташування і закріплення на роликівих стойках об'єкту контролю (труби) під час його обертового руху при здійсненні сеансу контролю. Об'єкт контролю (ОК) закріплено в двох патронах. За допомогою одного з них на ОК передається рух з певною кутовою швидкістю від двигуна, а другий має можливість (як правило за допомогою гвинтового механізму, який не показаний) ще й поступального переміщення для щільного затиснення ОК. Особливість конструкції в наявності підпружинених роликів, які, з одного боку не заважають обертовому руху і не збільшують тертя, а з іншого – таку конструкцію можна використовувати при контролі труб *різного* діаметра.

Рис.25

Показано приклад конструкції з хвильовою зубчастою передачею, коли гнучке колесо – нерухоме і являє собою тонкостінну оболонку, що дозволяє передавати рух *між різними середовищами* ( наприклад в вакуум, чи в агресивне середовище). Гнучке колесо закріплене на базовій плиті, в нього для передачі руху введено дисковий генератор хвиль, складений з двох дисків,



встановлених на валі з розрахованим ексцентриситетом  $a_w$ . Вихідне жорстке колесо теж зібране з двох частин: безпосередньо зубчастого вінця та ободу, що з'єднані між собою. Стандартні підшипники, що використовуються для зменшення тертя, на вхідному та вихідному валах встановлено в патрони. Для недопущення осьового зміщення підшипників застосовано стандартні стопорні кільця.

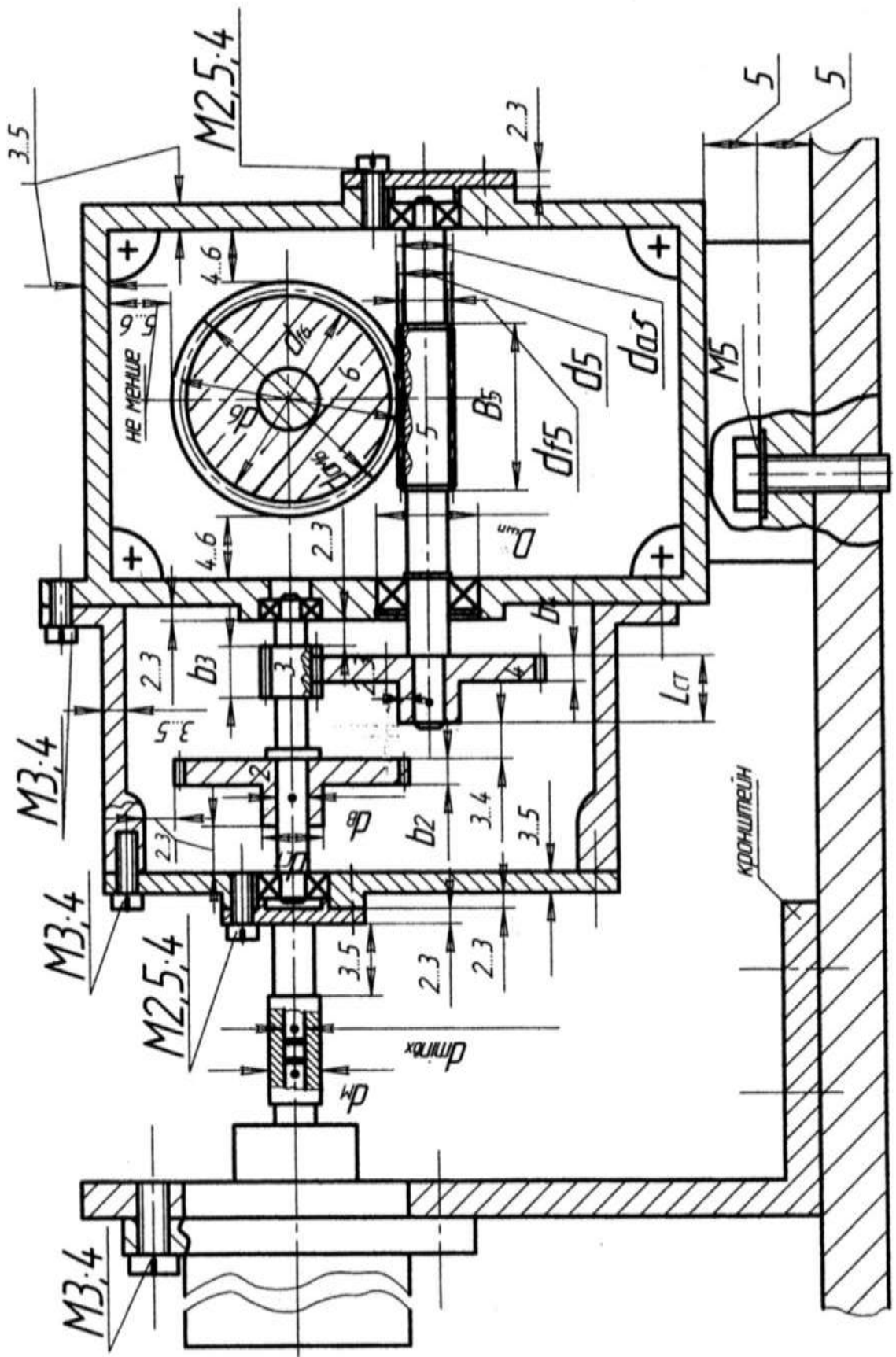


Рис.10

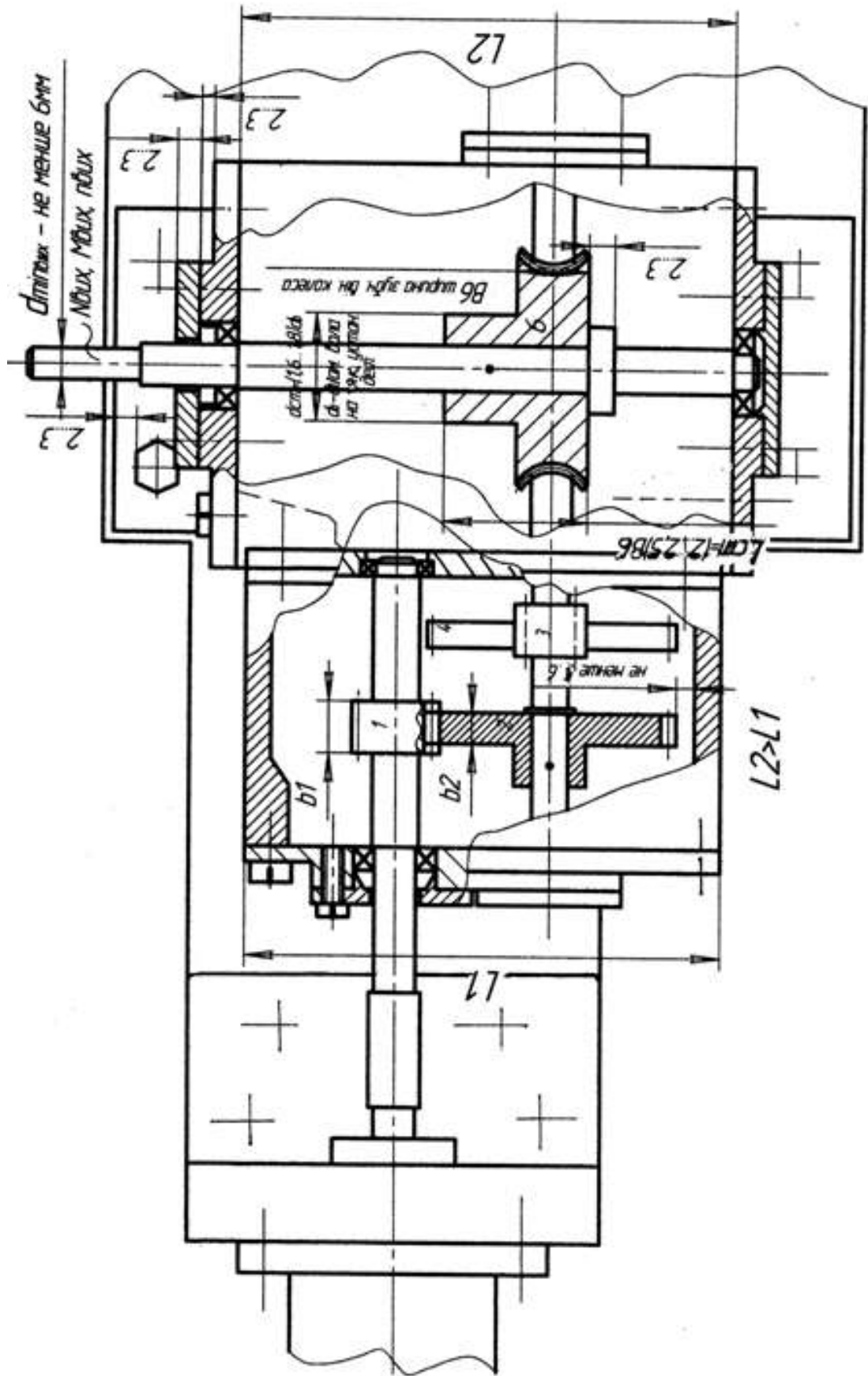


Рис.11

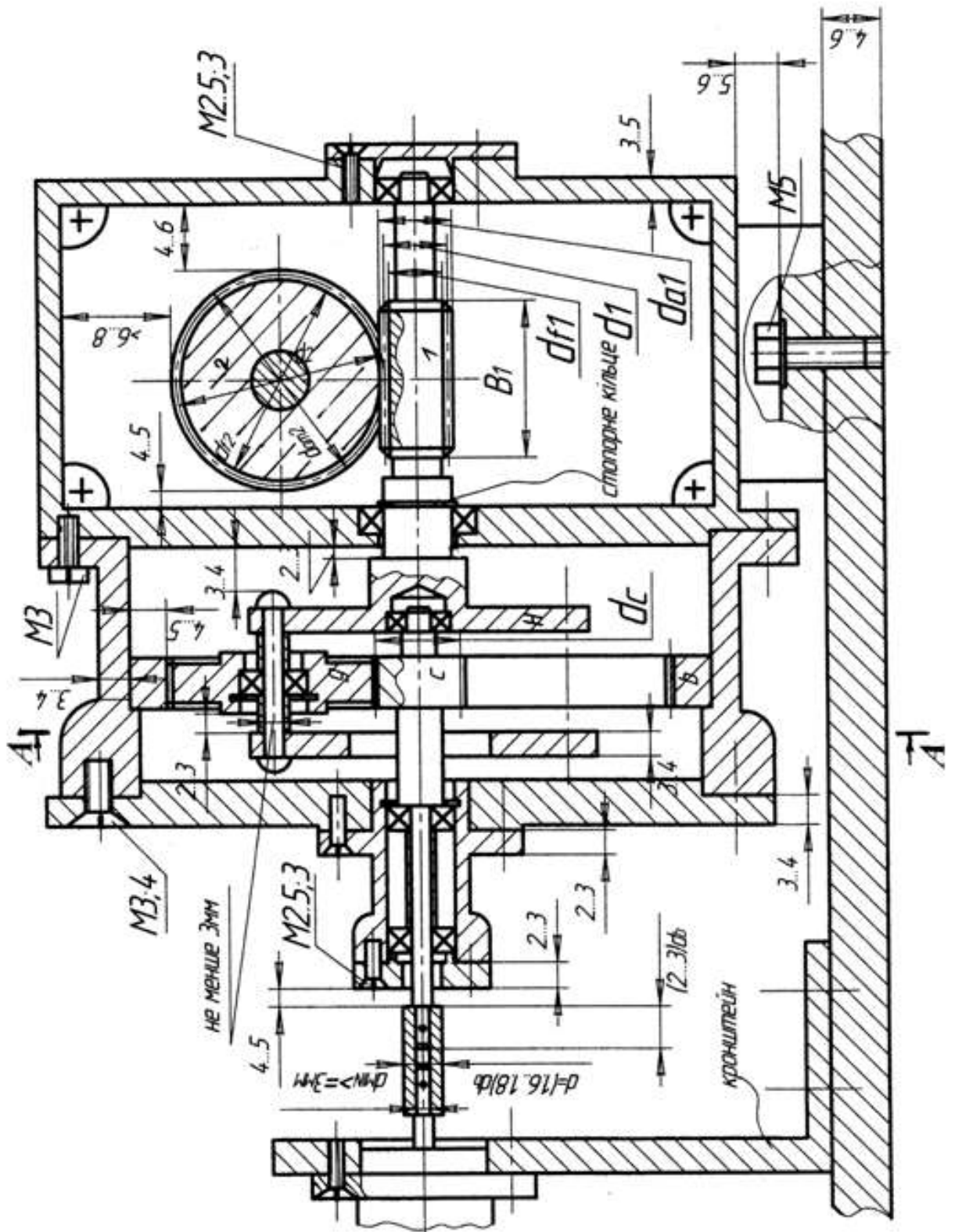


Рис.12

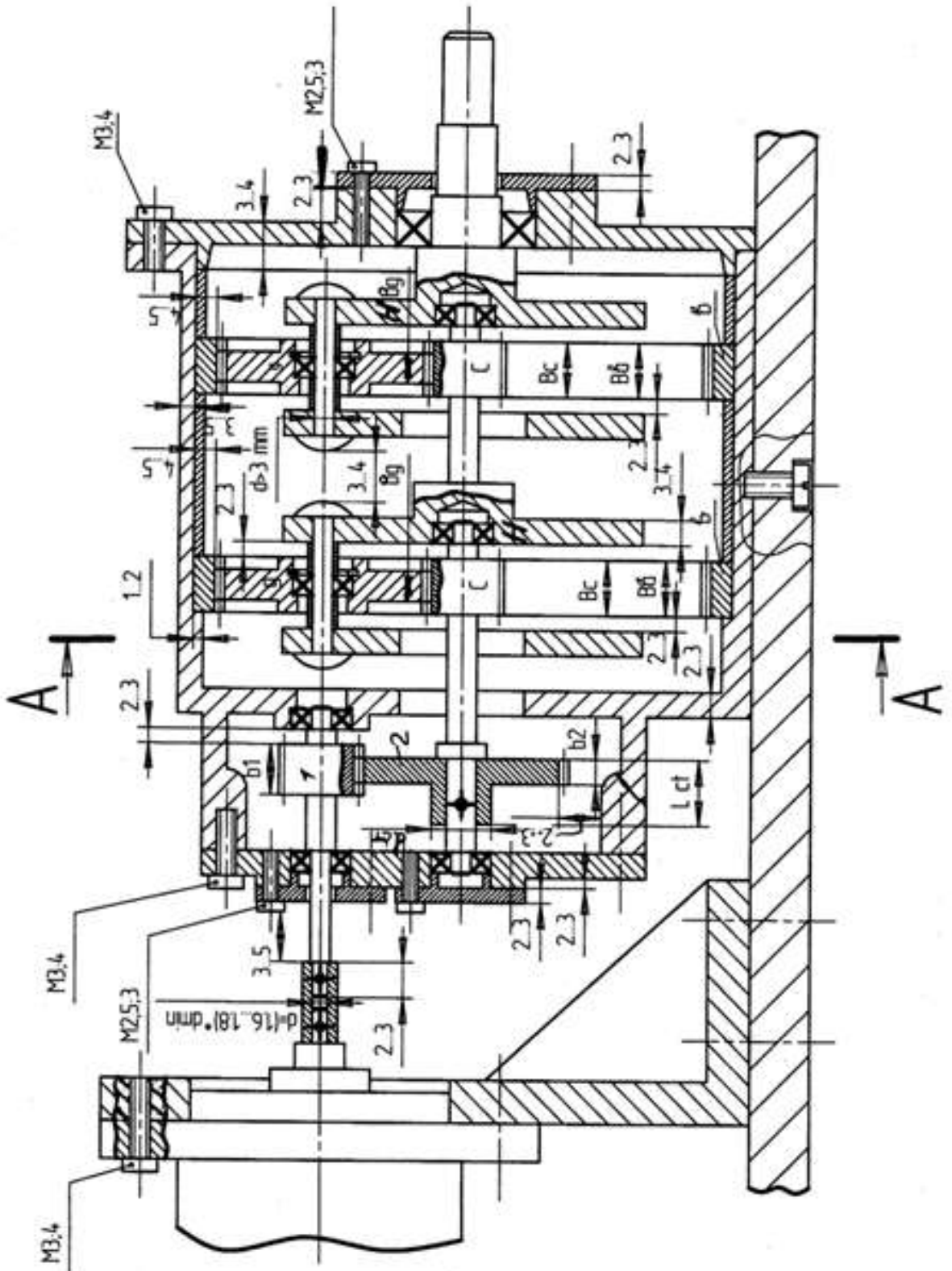


Рис.13

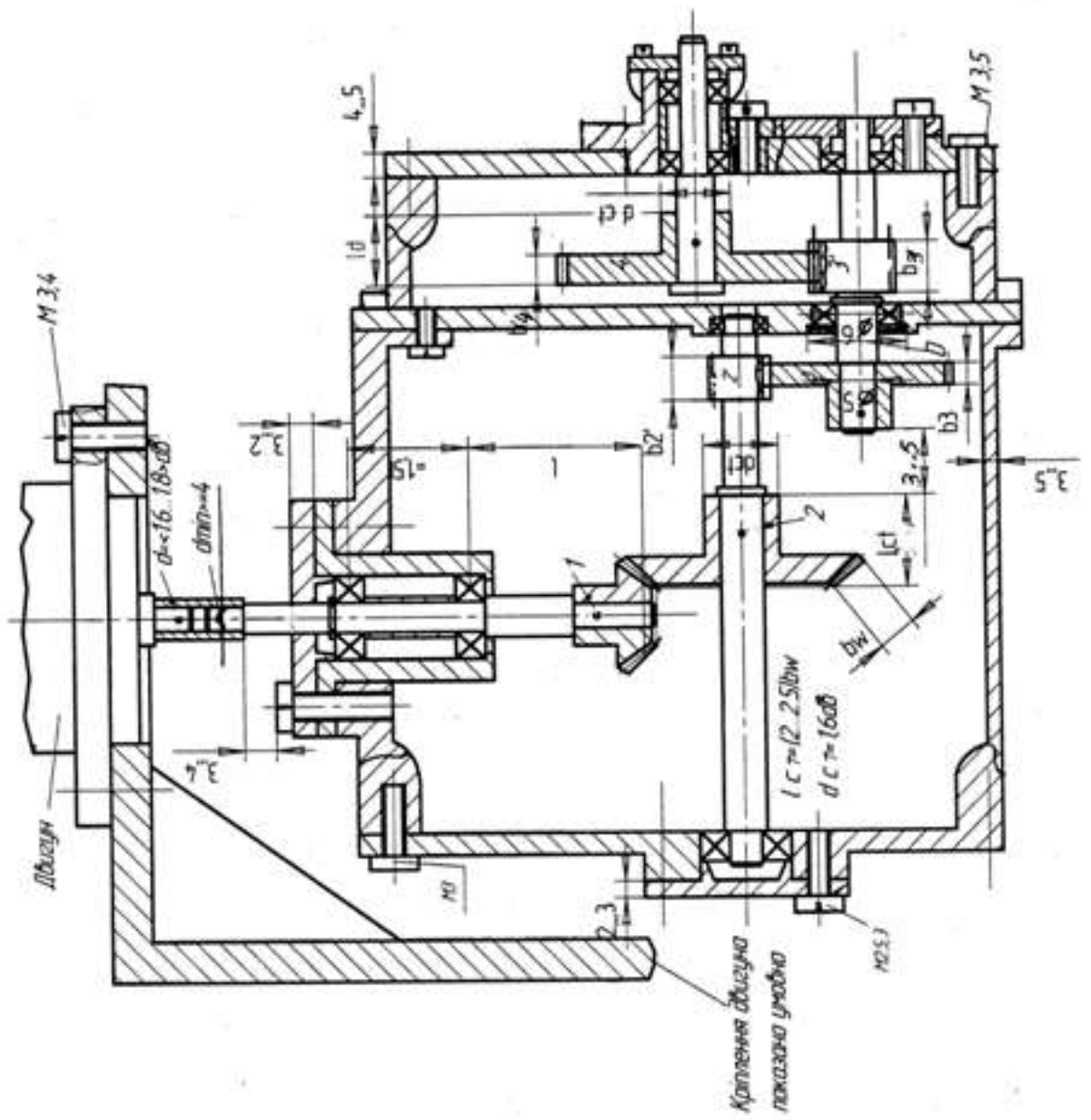


Рис.14

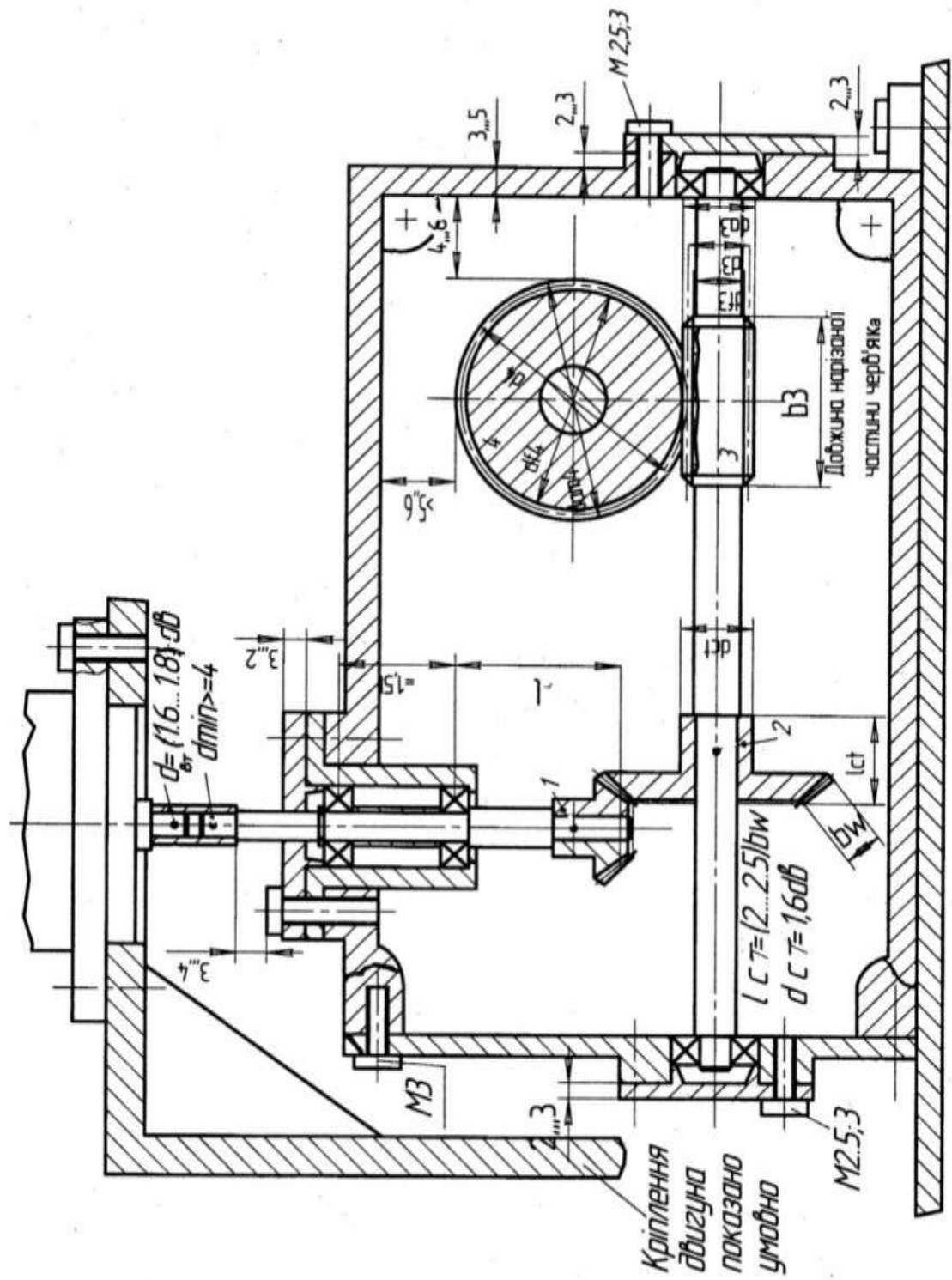


Рис.15





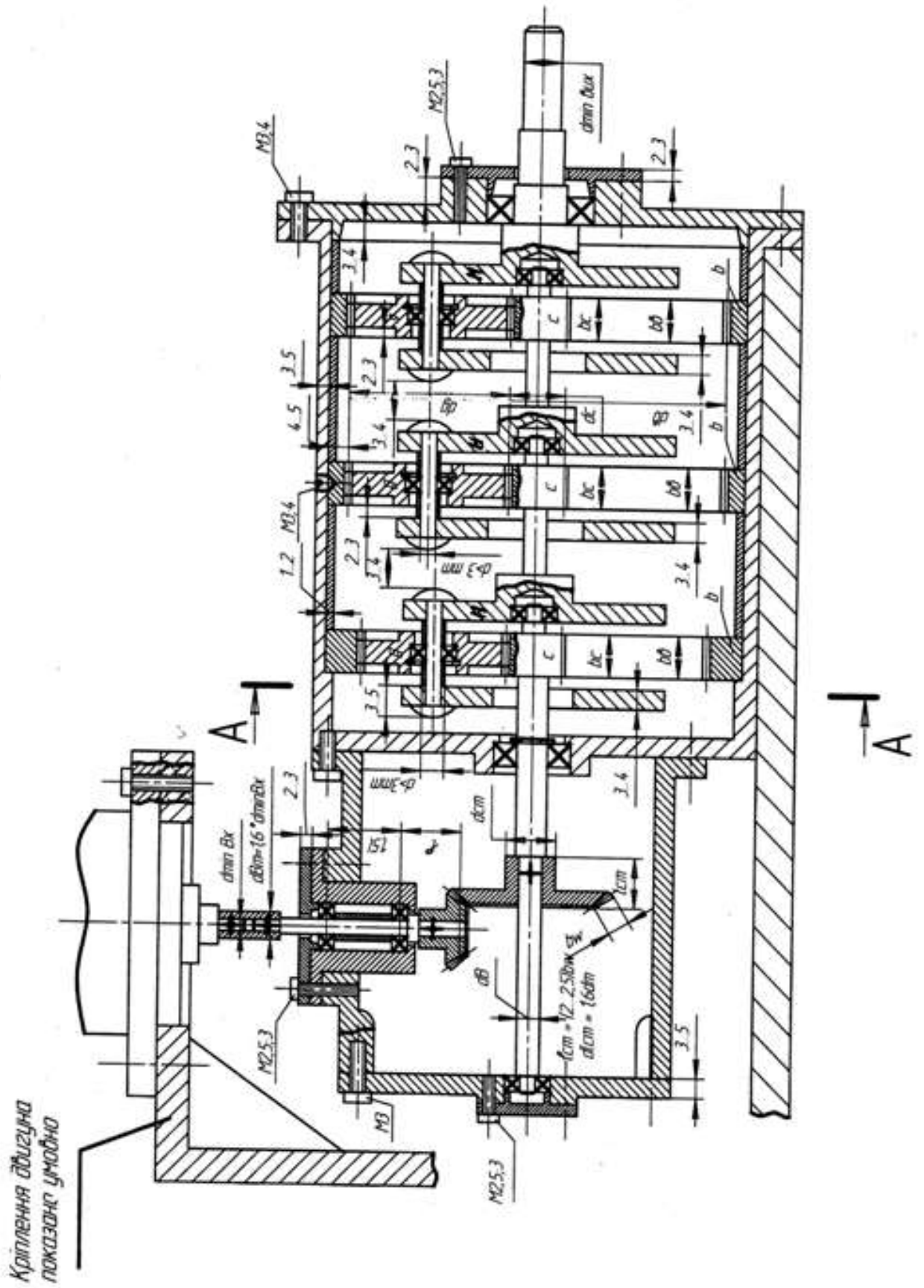


Рис.16



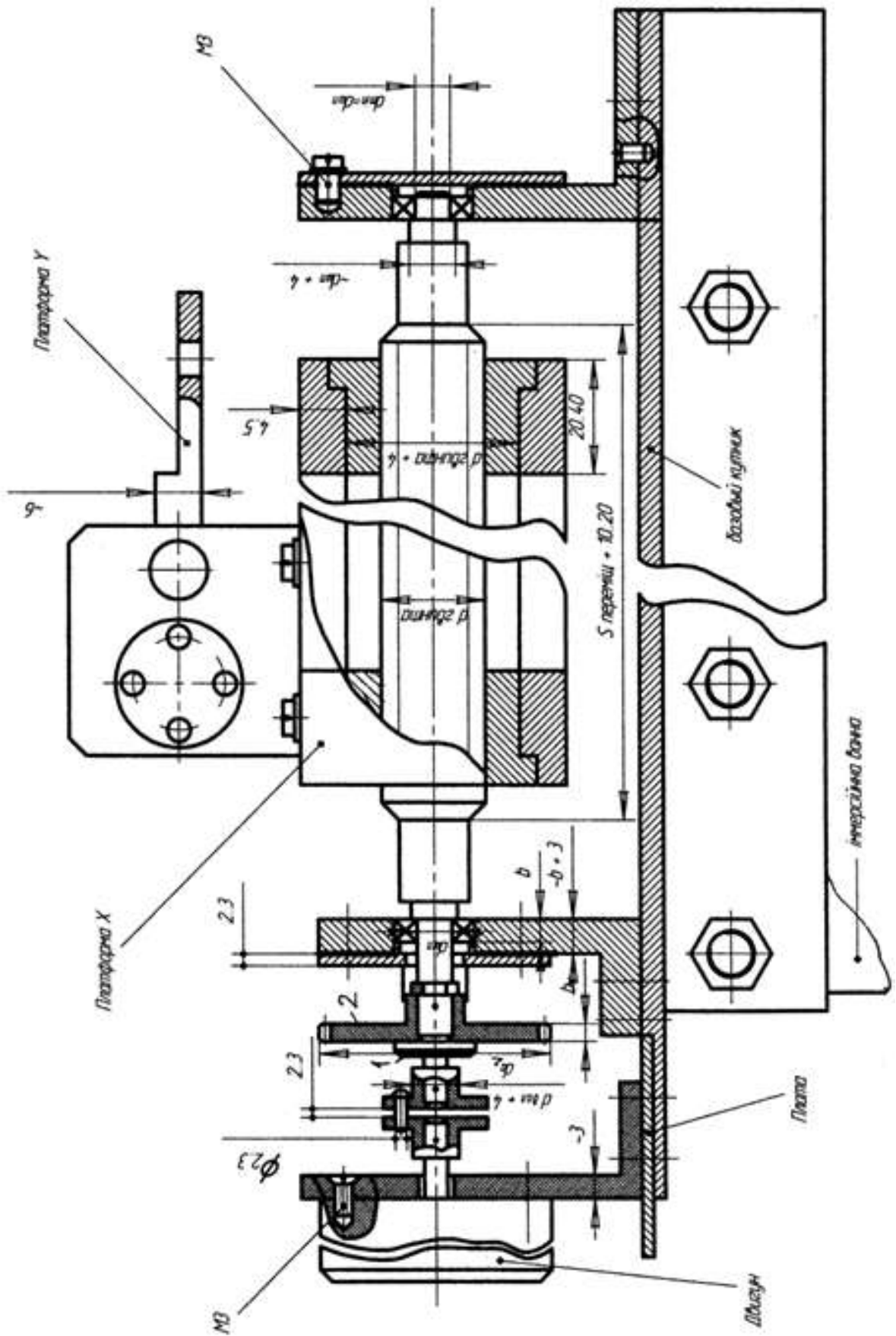


Рис.17



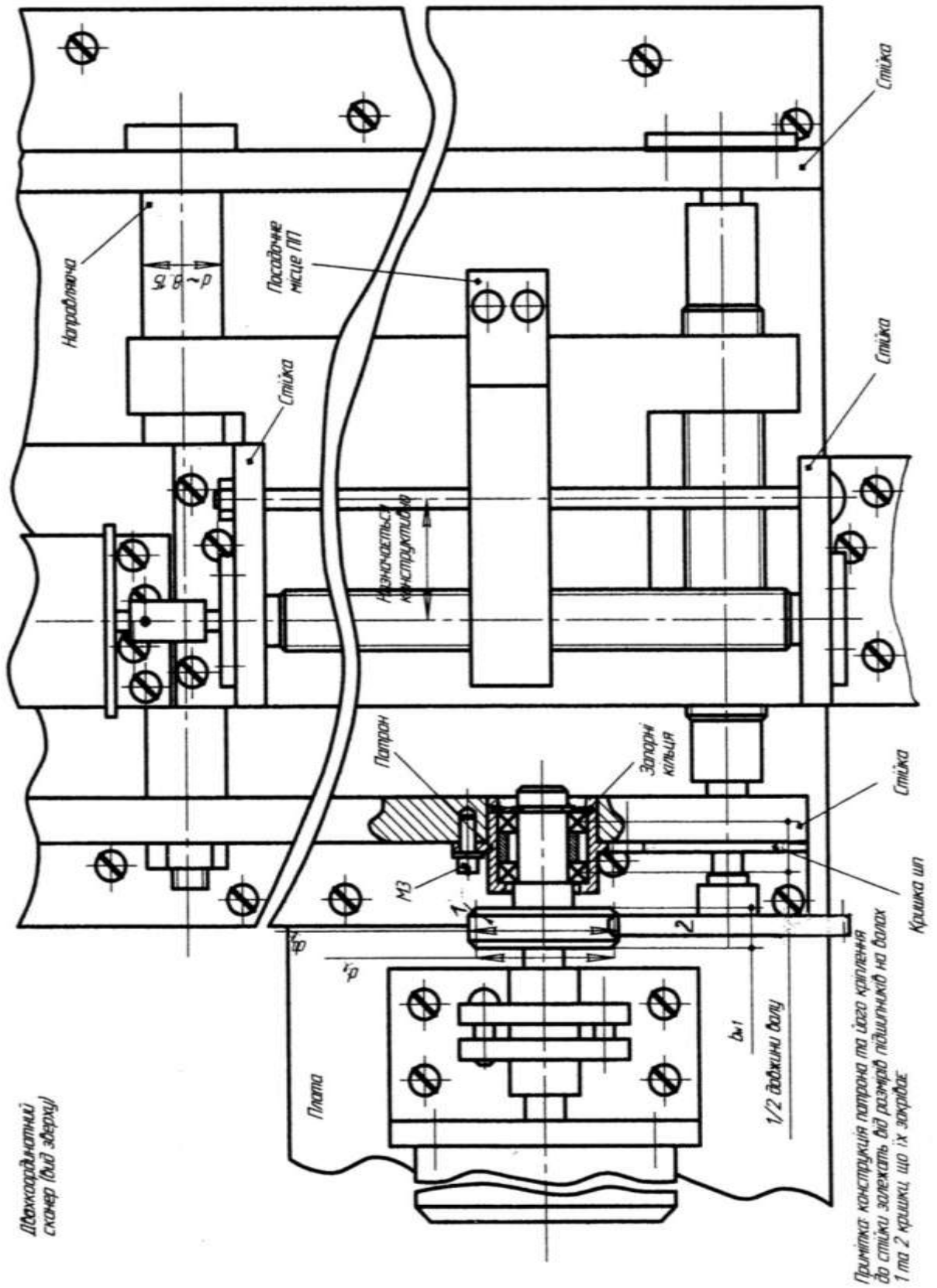


Рис.18

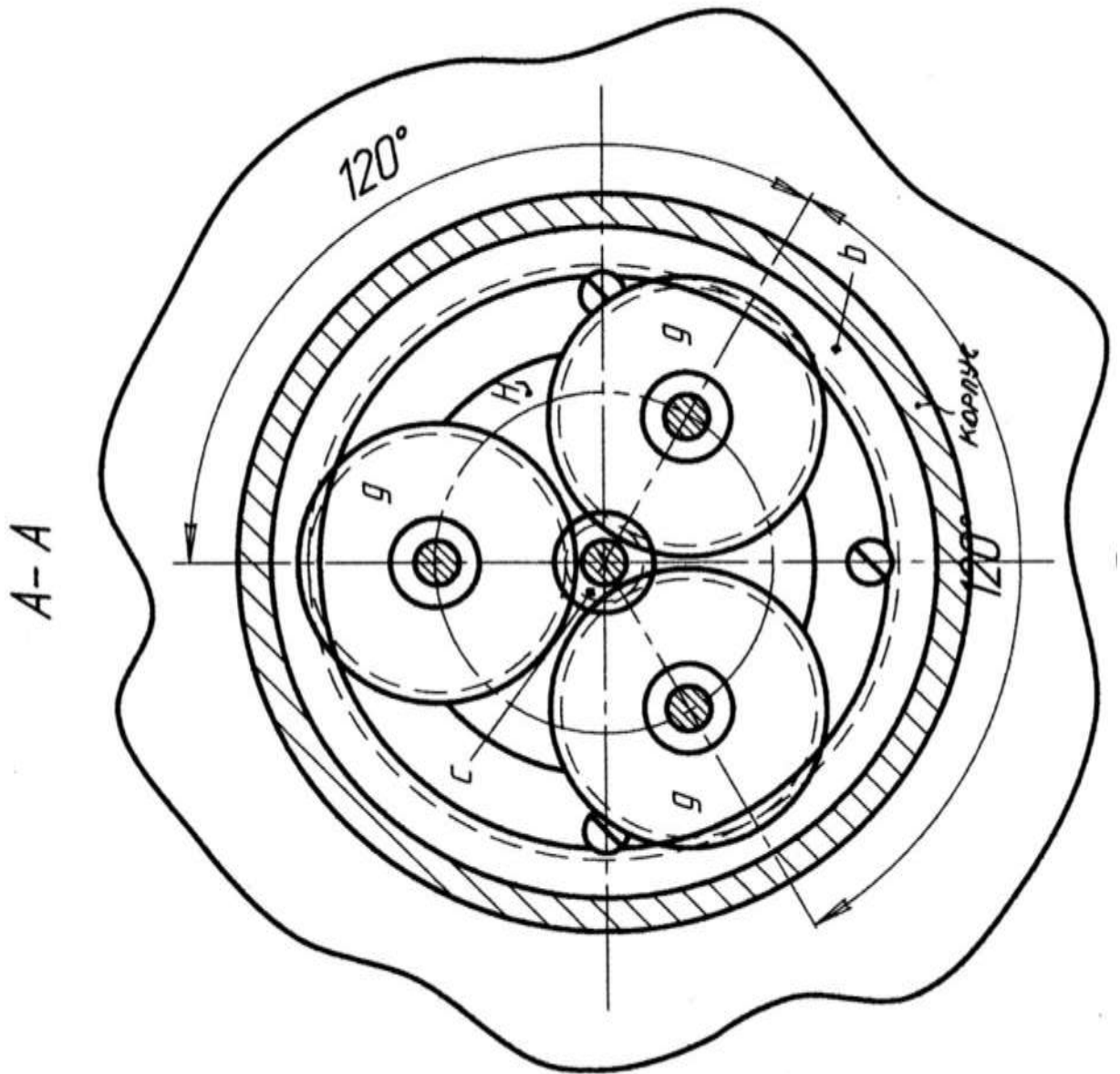


Рис.19

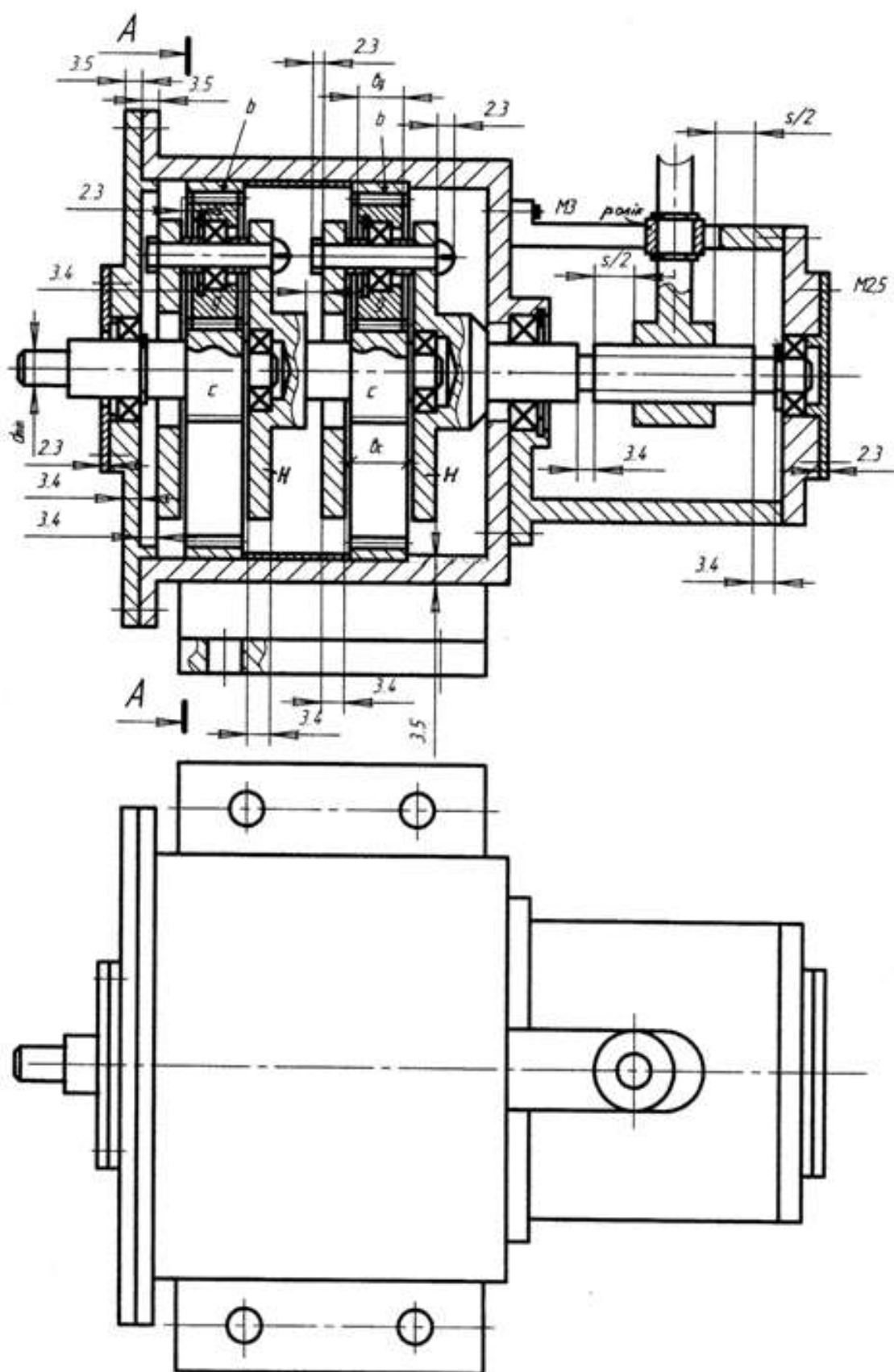


Рис.20

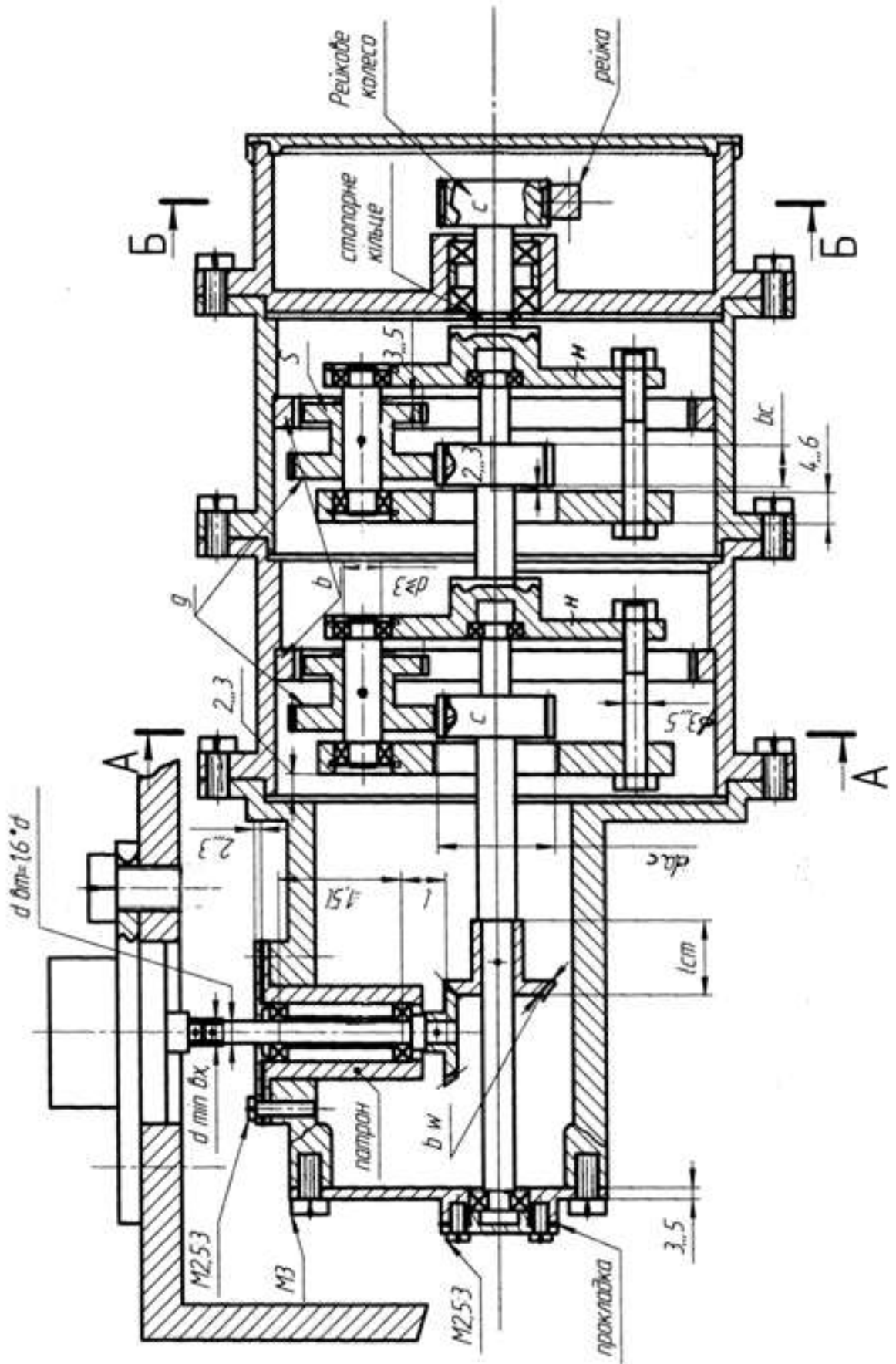


Рис.21





Б-Б

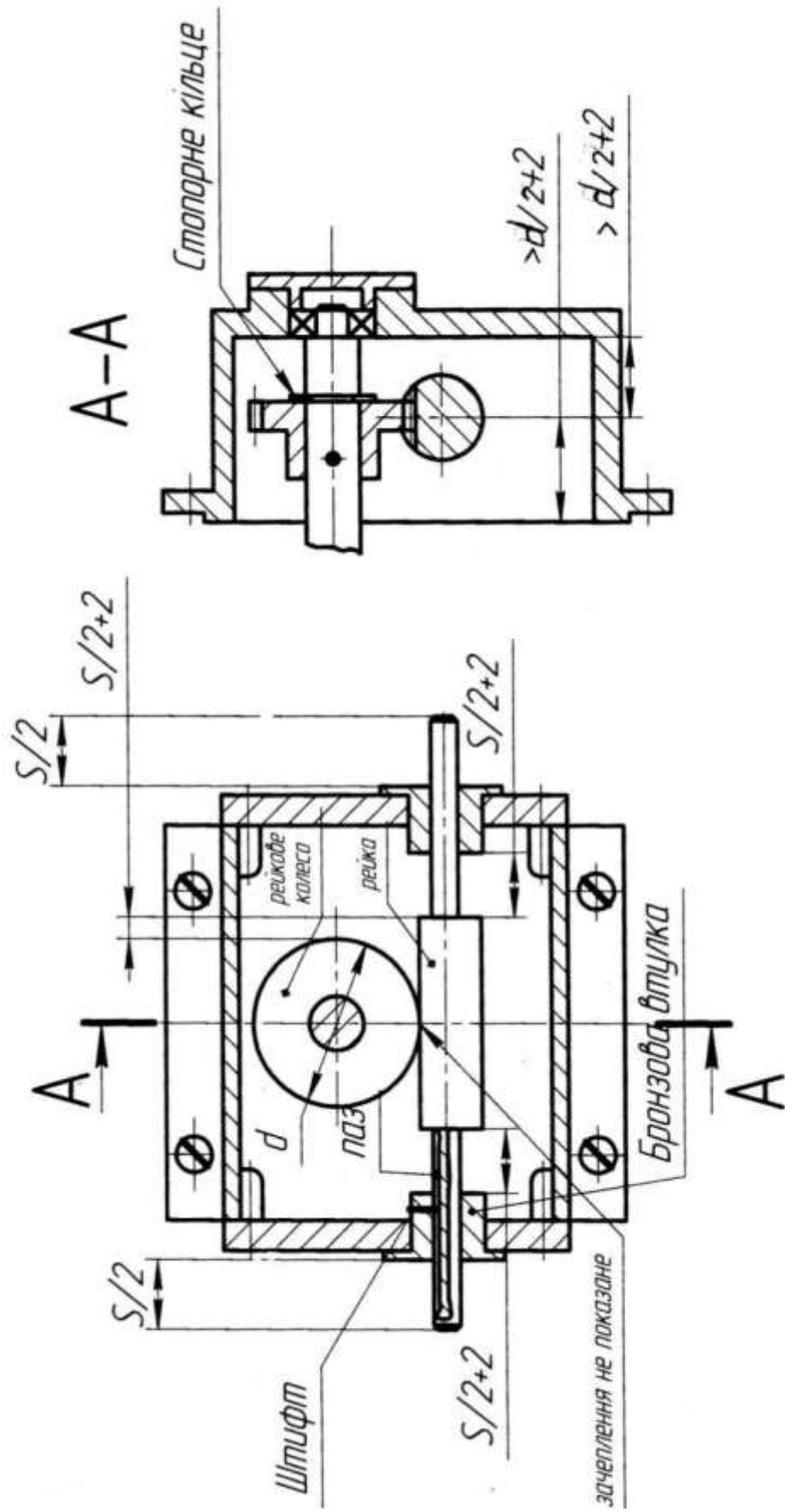


Рис.22



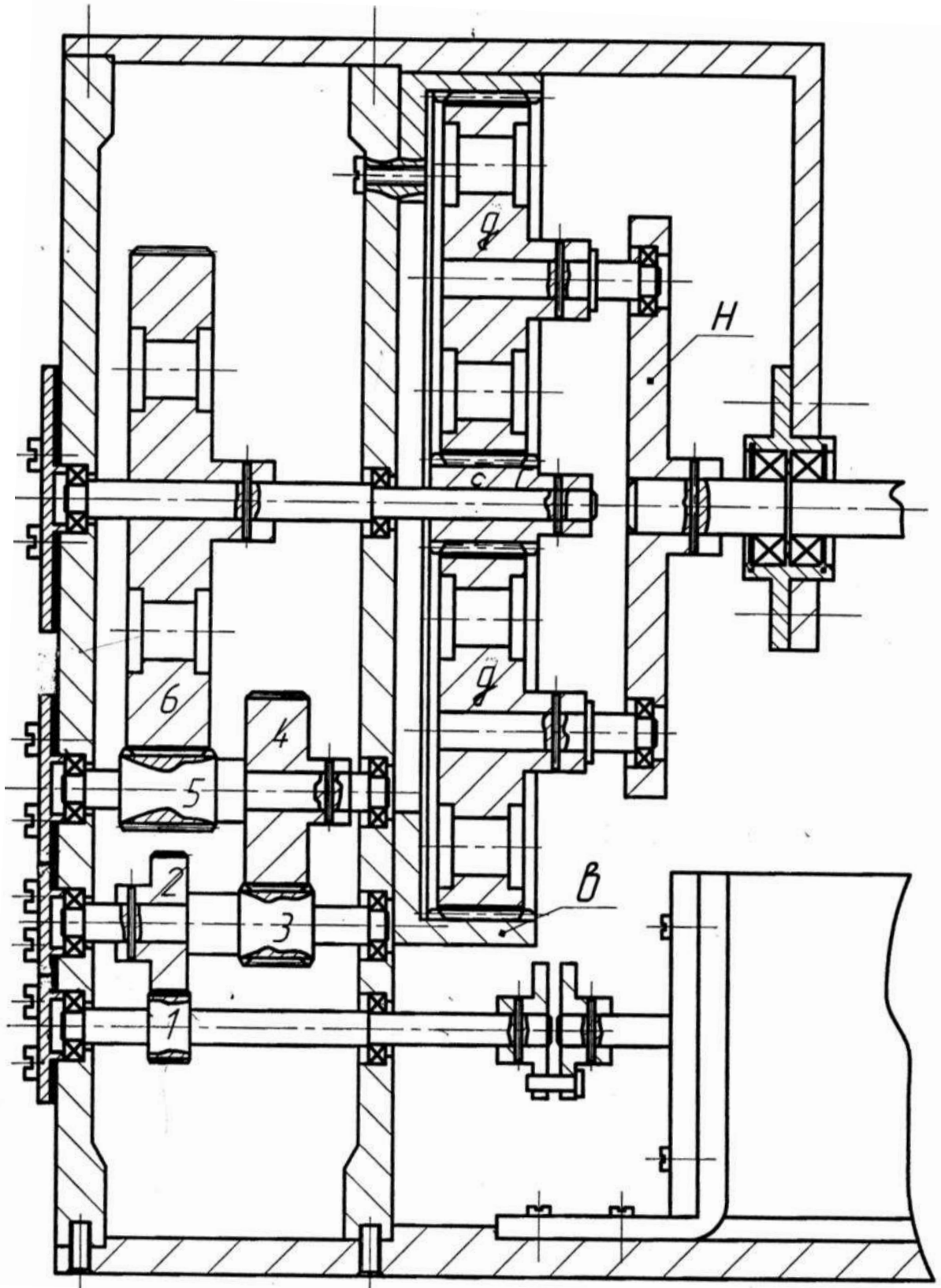


Рис.23

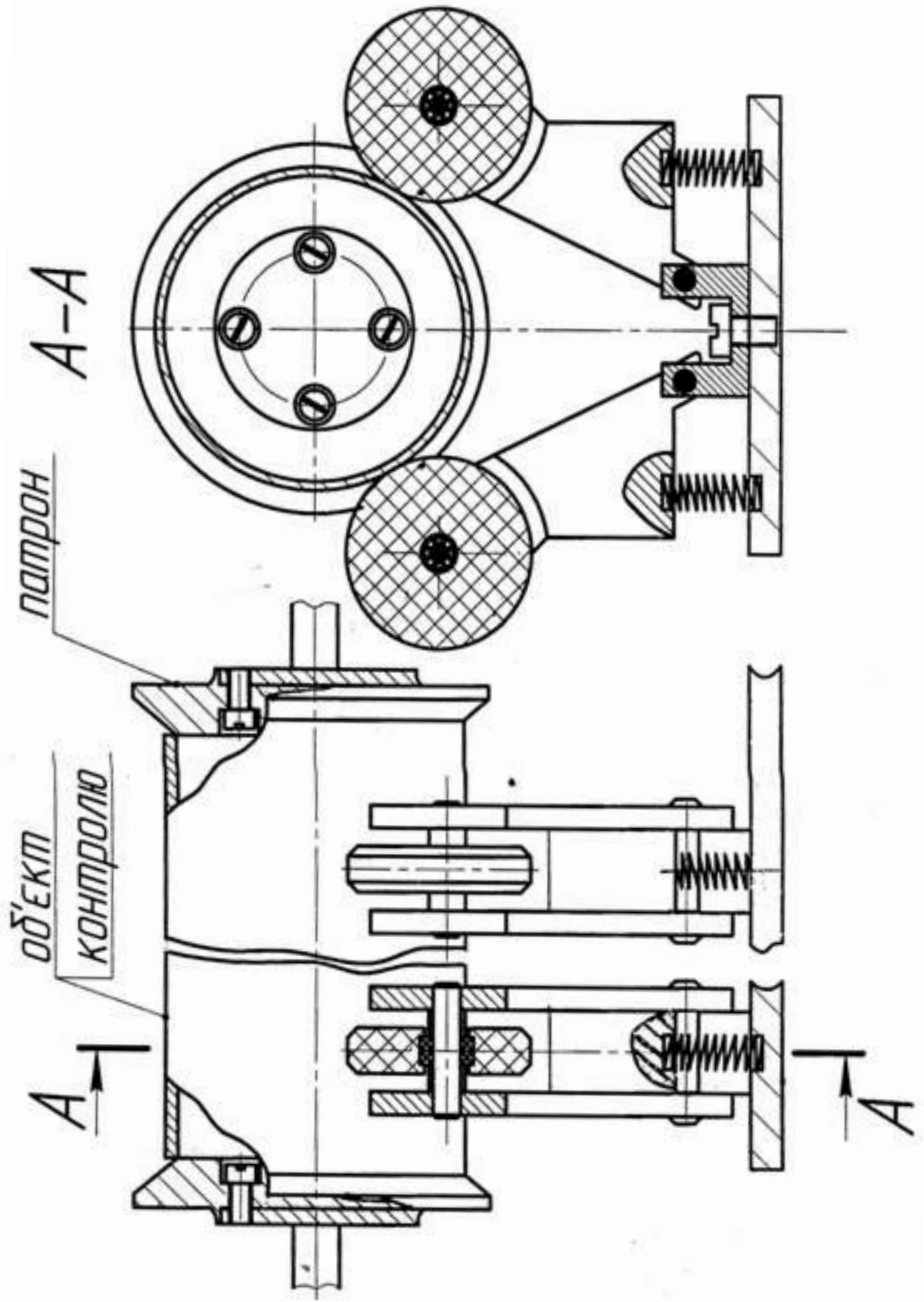


Рис.24

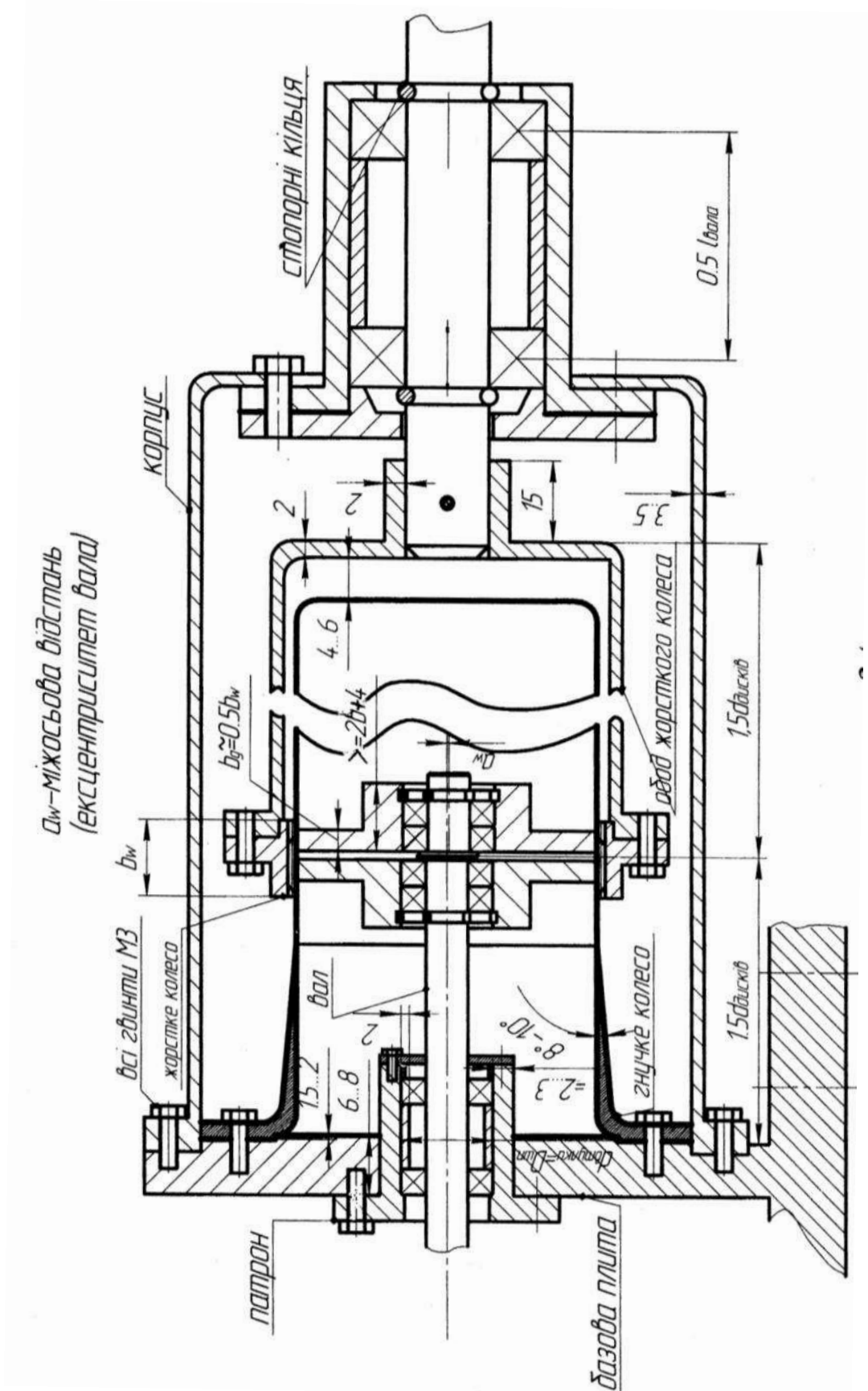


Рис.25

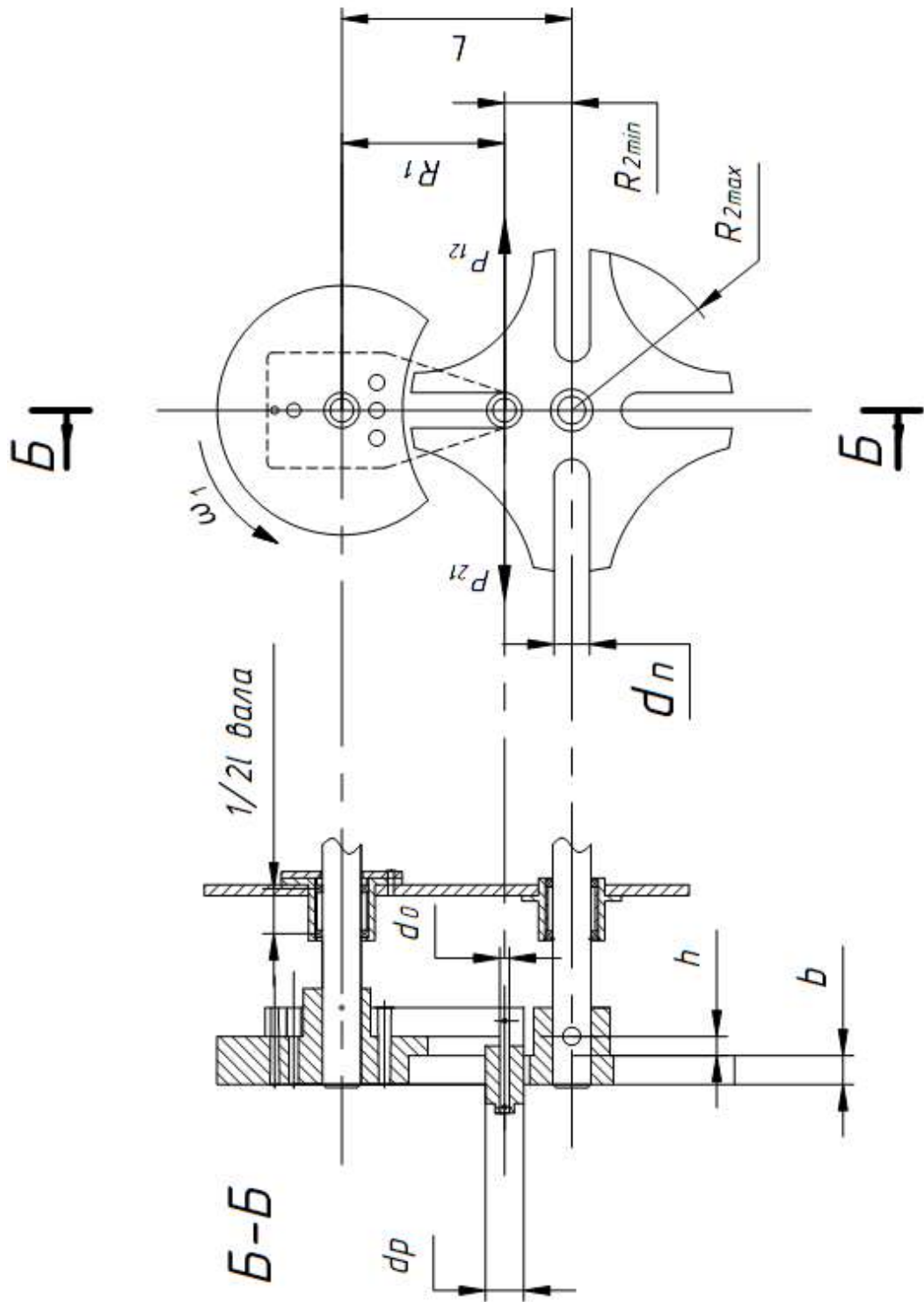


Рис.26

## Оформлення креслеників деталей

До складу графічної частини курсового проекту входить деталювання. Студенти за вказівкою Керівника виконують кресленики 4-6 оригінальних деталей. Основні вимоги до їх оформлення надані вище. Крім зображення мінімальної кількості проекцій і перерізів деталі на кресленнику проставляють шорсткість поверхонь, виходячи з технології виготовлення деталі та її призначення (Табл. 3,4,5); проставляють відхилення розмірів. Проставляють допуски форми та розташування поверхонь (Табл.6) Якщо деталь виготовлена литвом, в технічних вимогах на кресленнику слід проставити відомості про ливарні радіуси. Зображають і проставляють розміри канавок для виходу шліфувального круга (на кінцях валів, оброблюваних під підшипники) канавки для виходу різця після нарізання різі, шпонкові пази згідно ГОСТ 23360 - 78, канавки під стопорні кільця в деталях тощо.

Кресленики зубчастих елементів виконуються згідно правил, встановлених відповідними стандартами: ГОСТ 2.402 - 68, ГОСТ 2.403 - 68. **Увага!** В верхньому правому кутку кресленника зубчастого елемента обов'язково розташовується відповідна таблиця з параметрами цього елемента.

В технічних вимогах на полі кресленника, які, як правило, мають декілька пунктів, повинна бути інформація про:

1. нанесення відповідного покриття на деталь чи окремі її поверхні;
2. термічну обробку та твердість ( в разі необхідності) ;
3. невказані (біля розмірів) граничні відхилення розмірів найнижчої точності:

Наприклад: невказані граничні відхилення розмірів:  $H14, h14, \pm IT14/ 2,$

або невказані граничні відхилення розмірів:  $\varnothing H14, \varnothing h14, \pm IT12/ 2;$

або невказані граничні відхилення розмірів:  $\pm IT14/ 2,$

або спрощено:  $\varnothing H14, \varnothing h14, \pm IT12/ 2;$



## Позначення шорсткості поверхонь на креслениках деталей

На креслениках деталей слід вказувати шорсткість поверхонь. Вона визначається висотою мікронерівностей, які з'являються в результаті оброблення цих поверхонь. Для кількісної оцінки шорсткості стандарт встановлює шість параметрів:  $R_a$ ,  $R_z$ ,  $R_{max}$ ,  $S_m$ ,  $S$ ,  $t_p$ . Переважно використовують середнє арифметичне відхилення профілю в межах базової довжини  $R_a$ . Значення  $R_a$  вибирають з таблиці першого ряду переважності: 100; 50; 25; 12,5; 6,3; 3,2; 1,6; 0,8; 0,4 мкм.

Шорсткість поверхонь позначається згідно ГОСТ 2.309 – 73. Позначають її для всіх поверхонь виробу незалежно від методів їх утворення крім поверхонь, шорсткість яких не обумовлена вимогами конструкції.

В позначенні шорсткості застосовують один із знаків

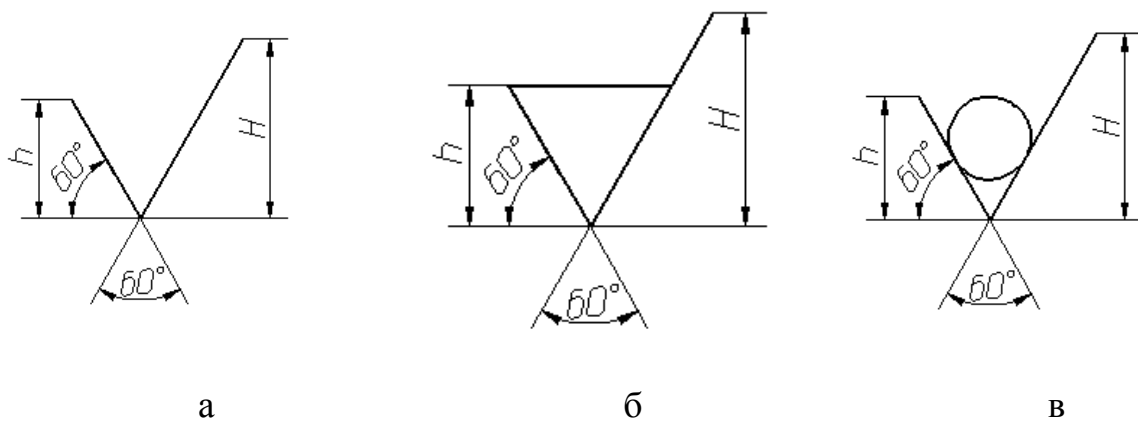


Рис. 27 Знаки позначенні шорсткості

- а) При позначенні шорсткості поверхні, спосіб обробки якої конструктором не встановлюється; б) У позначенні шорсткості поверхні, яка повинна бути утворена тільки видаленням шару матеріалу; в) У позначенні шорсткості поверхні, яка повинна бути утворена без видалення шару матеріалу.

Значення параметрів шорсткості згідно ГОСТ 2789 – 73 вказують в позначенні шорсткості після відповідного символу; наприклад  $R_a 0,4$ ;  $R_{max} 6,3$ .

Позначення шорсткості на зображенні виробу розміщують на лініях контура деталі, виносних лініях чи на полицях ліній-виносков.

При зазначенні однакової шорсткості для усіх поверхонь виробу її позначення розміщують у правому верхньому куті кресленика; або там може бути розміщене позначення шорсткості, що однакова для декількох частин поверхонь.

Рекомендується застосовувати наступні значення шорсткості поверхонь:

- для вільних (не спряжених ) поверхонь Ra 50 ÷ Ra 12,5;
- для спряжених нерухомих поверхонь Ra 6,3 ÷ Ra 3,2;
- для спряжених тертьових поверхонь та декоративних поверхонь Ra 1,6 ÷ Ra 0,32;

Крім того, є рекомендації для деяких типових елементів:

- отвори під кріпильні деталі (гвинти, шпильки): Ra 6,3 ÷ Ra1.6;
- пази, проточки: Ra12,5;
- робочі поверхні зубців зубчастих коліс: Ra 3,2 ÷ Ra 0,63;

Таблиця 3

**Шорсткість поверхонь ГОСТ 2789-73\*, ГОСТ 2.309-73\***  
**Значення параметрів шорсткості та базових довжин**

Клас чистоти поверхні	Рекомендовані параметри шорсткості, мкм	Базова довжина
<i>1</i>	<i>50</i>	<i>8,00</i>
<i>2</i>	<i>25</i>	
<i>3</i>	<i>12,5</i>	
<i>4</i>	<i>6,3</i>	<i>2,50</i>
<i>5</i>	<i>3,2</i>	
<i>6</i>	<i>1,6</i>	<i>0,8</i>
<i>7</i>	<i>0,8</i>	
<i>8</i>	<i>0,4</i>	
<i>9</i>	<i>0,2</i>	<i>0,25</i>
<i>10</i>	<i>0,1</i>	
<i>11</i>	<i>0,05</i>	
<i>12</i>	<i>0,025</i>	
<i>13</i>	<i>Rz 0,1</i>	<i>0,08</i>
<i>14</i>	<i>Rz 0,05</i>	

Таблиця 4

**Значення параметрів шорсткості в залежності від технології виготовлення**

Точіння	Свердління	Нарізання нарізі	Розточка
<i>Ra 6,3...Ra 0,4</i>	<i>Ra 12,5...Ra 1,6</i>	<i>Ra 6,3,... Ra 3,2</i>	<i>Ra 6,3...Ra 0,4</i>
Фрезерування	Шліфування	Протягування	Розгорткування
<i>Ra 1,6...Ra 0,4</i>	<i>Ra 1,6...Ra 0,1</i>	<i>Ra 1,6...Ra 0,2</i>	<i>Ra 0,8...Ra 0,2</i>

Таблиця 5

**Деякі рекомендації по позначенню шорсткості поверхонь**

<i>Поверхні</i>	<i>Шорсткість</i>
<i>Нарізові поверхні</i>	<i>Ra6,3, Ra3,2</i>
<i>Поверхні під підшипники та запресування</i>	<i>Ra1,6, Ra0,8</i>
<i>Опорні поверхні корпусів</i>	<i>Ra3,2, Ra1,6</i>
<i>Отвори під прохід кріпильних деталей, проточки</i>	<i>Ra6,3, Ra 12,5</i>
<i>Базові поверхні призм, напрямки та ін.</i>	<i>Ra0,8, Ra0,4</i>
<i>Ділянки поверхонь циліндрів під манжети, ущільнювані кільця</i>	<i>Ra1,6, Ra0,8</i>
<i>Ділянки поверхонь під ущільнювання</i>	<i>Ra3,2</i>
<i>Опорні поверхні під головки кріпильних виробів</i>	<i>Ra6,3</i>
<i>Вільні поверхні</i>	<i>Ra6,3, Ra 12,5</i>

**Позначення на креслениках допусків форми та розташування поверхонь**

Правила позначення допусків форми та розташування поверхонь встановлені ГОСТ 2.308-79. Терміни та визначення, наведені в ГОСТ 24642-81, числові значення в ГОСТ 24643-81, не вказані допуски форми та розташування — в ГОСТ 25069-81.

Вид допуску форми чи розташування має бути позначеним знаком згідно Табл.6. Сумарні допуски форми та розташування поверхонь, для яких не встановлені окремі графічні знаки, позначають знаками складених допусків.

Допуски форми та розташування поверхонь вказують на кресленику у тому випадку, якщо вони необхідні з функціональних та технологічних умов та

повинні бути менше допуску розміру, тобто при наявності особливих вимог до точності деталі та складаних одиниць.

Таблиця 6

Група допуску	Вид допуску	Знак
Допуск форми	Допуск прямолінійності	
	Допуск площинності	
	Допуск круглості	
	Допуск циліндричності	
	Допуск профілю поздовжнього перерізу	
Допуск розташування	Допуск паралельності	
	Допуск перпендикулярності	
	Допуск нахилу	
	Допуск співвісності	
	Допуск симетричності	
	Позиційний допуск	
	Допуск перетину осей	
Сумарний допуск форми та розташування	Допуск радіального биття	
	Допуск торцевого биття	
	Допуск биття в заданому напрямку	
	Допуск повного радіального биття	
	Допуск повного торцевого биття	
	Допуск форми заданого профілю	
	Допуск форми заданої поверхні	

Робочий кресленик повинен містити відомості про матеріал, з якого виготовляється деталь. Інформацію про матеріал заносять у відповідну графу основного напису (штампу). Згідно ГОСТ 2.109 - 73 позначення матеріалу повинно містити: назву матеріалу; його марку; номер стандарту або технічних вимог. (Табл.7)

Таблиця 7

## Приклади позначення матеріалів

Сталь вуглецева звичайної якості Марки: Ст 0, Ст 2, ... Ст 6	Ст 3 ДСТУ 2651:2005/ГОСТ 380-2005
Сталь якісна конструкційна Марки: 08, 10, 15, ..., 60	Сталь 45 ГОСТ 1050-88
Сталь легована конструкційна Марки: 12ХН2, 12ХН2А, 15Г, 15Х, 20ХН, 18Х2Н4МА та ін.	Сталь 40Х ГОСТ 4543-71
Чавун сірий Марки: СЧ10, СЧ15, ..., СЧ35	СЧ15 ГОСТ 1412-85
Чавун високоміцний Марки: ВЧ35, ВЧ40, ..., ВЧ100	ВЧ35 ГОСТ 7293-85
Бронза олов'яна ливарна Марки: БрО3Ц12С5, БрО10Ф1 та ін.	БрО3Ц7С5Н1 ГОСТ 613-79
Бронза безолов'яна ливарна Марки: БрА10Мц2Л, БрА9Ж3Л та ін.	БрА9Мц2Л ГОСТ 493-79
Бронза олов'яна, що її обробляють тиском Марки: БрОФ4-0,25; БрОФ8,0-0,3 та ін.	БрОЦ4-3 ГОСТ 5017-2006
Бронза безолов'яна, що її обробляють тиском Марки: БрАМц10-2, БрМц5 та ін.	БрАЖНМц9-4-4-1 ГОСТ 18175-78
Латунь ливарна Марки : ЛЦ40С, ЛЦ40Сд, ЛЦ14К3С3 та ін.	ЛЦ25С2 ГОСТ 17711-93
Латуні, що їх обробляють тиском Марки: Л96, Л90, Л85, ЛАЖ60-1-1 та ін.	Л63 ГОСТ 15527-70
Сплав алюмінієвий ливарний Марки: АК12П, АК13 та ін.	АЛ7 ДСТУ 2839-94 (ГОСТ 1583-93)
Сплав алюмінієвий, що деформується Марки: АД0, АК6, АМг3 та ін.	Д12 ГОСТ 4784-97

**Позначення покриттів поверхонь на креслениках деталей**

Захист деталей від корозії здійснюють шляхом покриття поверхонь.

Покриття бувають металеві, неметалеві та лакофарбові.

Металеві та неметалеві покриття

Види металевих та неметалевих покриттів встановлені по ГОСТ 9.073-77.

Деякі види металевих та неметалевих покриттів, способи їх нанесення, технологічні ознаки, степінь блиску і види додаткової обробки наведені в Таблицях 8-12

Таблиця 8

Вид покриття	Позначення	Вид покриття	Позначення
Алюмінієве	А	Цинкове	Ц
Кадмієве	Кд	Окисне	Окс
Мідне	М	Фосфатне	Фос
Нікелеве	Н	Пасивне	Пас
Хромоване	Х		

Таблиця 9

Спосіб нанесення покриття	Позначення	Спосіб нанесення покриття	Позначення
Електролітичний	-	Дифузійний	Диф
Хімічний	Хім	Металізаційний	Мет
Анодоізаційний			

Таблиця 10

Ознака покриття	Позначення	Ознака покриття	Позначення
Чорне	Ч	Молочне	Мол
Тверде	Тв	Пористе	Пор

Таблиця 11

Степінь блиску покриття	Позначення
Матове	М
Блискуче	Б
Дзеркальне	Дз

Таблиця 12

Вид допоміжної обробки покриття	Позначення	Вид допоміжної обробки покриття	Позначення
Фосфатування	Фос	Оксидування	Окс
Хроматування	Хр	Наповнення маслом	Прм

Для покриття з металів (за винятком дорогоцінних) встановлений наступний ряд товщин, мкм: 1; 3; 6; 9; 12; 15; 18; 21; 24; 30; 36; 42; 48; 60. При металізаційному способі нанесення покриття шаром металу 30-300 мкм.

Позначення покриття записуються в наступному порядку : спосіб нанесення; вид покриття; технологічна ознака; товщина покриття; ступінь блиску; вид додаткової обробки. В позначенні допускається не вказувати всі перераховані ознаки.

Наносити покриття на роз'ємні складальні одиниці в зібраному вигляді не допускається. На деталі, які з'єднуються точковим зварюванням, клепкою, запресуванням і т.д. , покриття повинне наноситись до збирання.

Таблиця 13

## Приклади позначення покриття

Спосіб нанесення	Основний метал	Найменування покриття	позначення
Електролітичний	Сталь	Цинкове товщиною 12 мкм, з хромуванням	Ц 12 хр
	Сталь	Цинкове чорне товщиною 15 мкм	Цч 15
	Сталь	Нікелеве товщиною 18 мкм, матове	Н 18 м
	Сталь	Хромоване товщиною менше 1 мкм, блискуче з підшаром міді, товщиною 30 мкм і нікелю товщиною 18 мкм	М 30.Н18.Х.
	Сталь	Хромоване тверде товщиною 24 мкм	Х тв. 24
Хімічний	Сталь	Окисне з наповненням маслом	Хім.Окс.прм.
	Мідь і сплави міді	Пасивне	Хім.пас.
	Алюміній	Окисне з хроматуванням	Хім.Окс.хр.
Анодізаційний	Алюміній	Окисне з хроматуванням	Ан. Окс. Хр.

## Лакофарбові покриття

Лакофарбові покриття призначені для захисту поверхонь деталей від корозії і надання їм декоративного вигляду. Лакофарбові покриття класифікують по матеріалу, зовнішньому вигляду поверхні і умов експлуатації.

По зовнішньому вигляду покриття класифікуються за чотирма класами:

1 клас – поверхня гладка рівна однотонна; не допускаються ніякі дефекти, видимі неозброєним оком;

2 клас – не допускаються видимі озброєним оком дефекти, за виключенням окремих малопомітних смітинок, слідів зачистки і ін.

3 клас – ті ж самі вимоги, що і для покриттів 2 класу, однак допускається наявність помітних смітинок, слідів зачистки, нерівностей.

4 клас – поверхня однотонна або з характерним малюнком, не допускаються тільки ті дефекти поверхні, які впливають на захисні властивості покриттів.

За ступенем блиску лакофарбові покриття бувають глянцеві, напівглянцеві і матові.

За умовами експлуатації покриття розрізняють за групами на атмосферостійкі (1) ; стійкі усередині приміщень і стійкі при експлуатації під навісами, в неопалюваних приміщеннях (2) ; хімічно стійкі (7); водостійкі (4) ; маслобензостійкі (6) ; термостійкі (8).

За матеріалом лакофарбові покриття діляться на лаки, емалі, ґрунти, шпаклівки. Лаки є плівкоутворюючими речовинами і призначені для захисту від впливу зовнішнього середовища.

Емалі складаються з лаку і пігменту. Ґрунти захищають метал від корозії та збільшують адгезію наступних шарів лакофарбових покриттів. Шпаклівки призначені для вирівнювання поверхонь виробів перед фарбуванням.

В Табл.14 приведені рекомендації по виборі покриттів виходячи з умов експлуатації і кольору.



Таблиця 14

Колір покриття	Група покриття				
	1	2	7	4	6
Білий	Емаль ПФ-115 ГОСТ 6465-76	Емаль НЦ-25 ГОСТ 5406-73			
Під слонову кістку		Емаль НЦ-25 ГОСТ 5406-73			
Жовтий	Емаль ПФ-115 ГОСТ 6465-76	Грунт ФЛ-086 ГОСТ 16302-71			
Салатовий					
Зелений		Емаль НЦ-25 ГОСТ 5406-73  Емаль ЕП-525 ГОСТ 22468-77	Емаль К-2	Емаль ЕП 525 ГОСТ 22438-77	
Блакитний	Емаль ПФ-115 ГОСТ 6465-76  Емаль ХВ-124 ГОСТ 10144-74	Емаль НЦ-25 ГОСТ 5406-73			
Чорний	Емаль ХВ-124 ГОСТ 10144-74	Емаль НЦ-25 ГОСТ 5406-73  Емаль ПФ-19М	Емаль К-2		

Червоний	Емаль ПФ-115 ГОСТ 6465-76	Шпаклівка ЕП-00-10		Емаль ХС-78с ГОСТ 9355- 81	Емаль ВЛ-512
Сірий	Емаль ПФ-115 ГОСТ 6465-76	Емаль НЦ-25 ГОСТ 5406-73  Емаль ПФ-19М			

Умовне позначення лакофарбових покриттів складається з трьох груп символів, розділених між собою крапками згідно ГОСТ 9894-61:

1 група - матеріал, марка і колір покриття;

2 група - зовнішній вигляд поверхні обробки (1,2,3,4 кл.);

3 група - умови експлуатації (групи 1,2,4,6... і т. д.).

Приклад позначення лакофарбового покриття емаллю НЦ-25, білої що експлуатується всередині приміщень з обробкою поверхні за П класом :

Емаль НЦ-25, біла ГОСТ 5406-73.П.2.

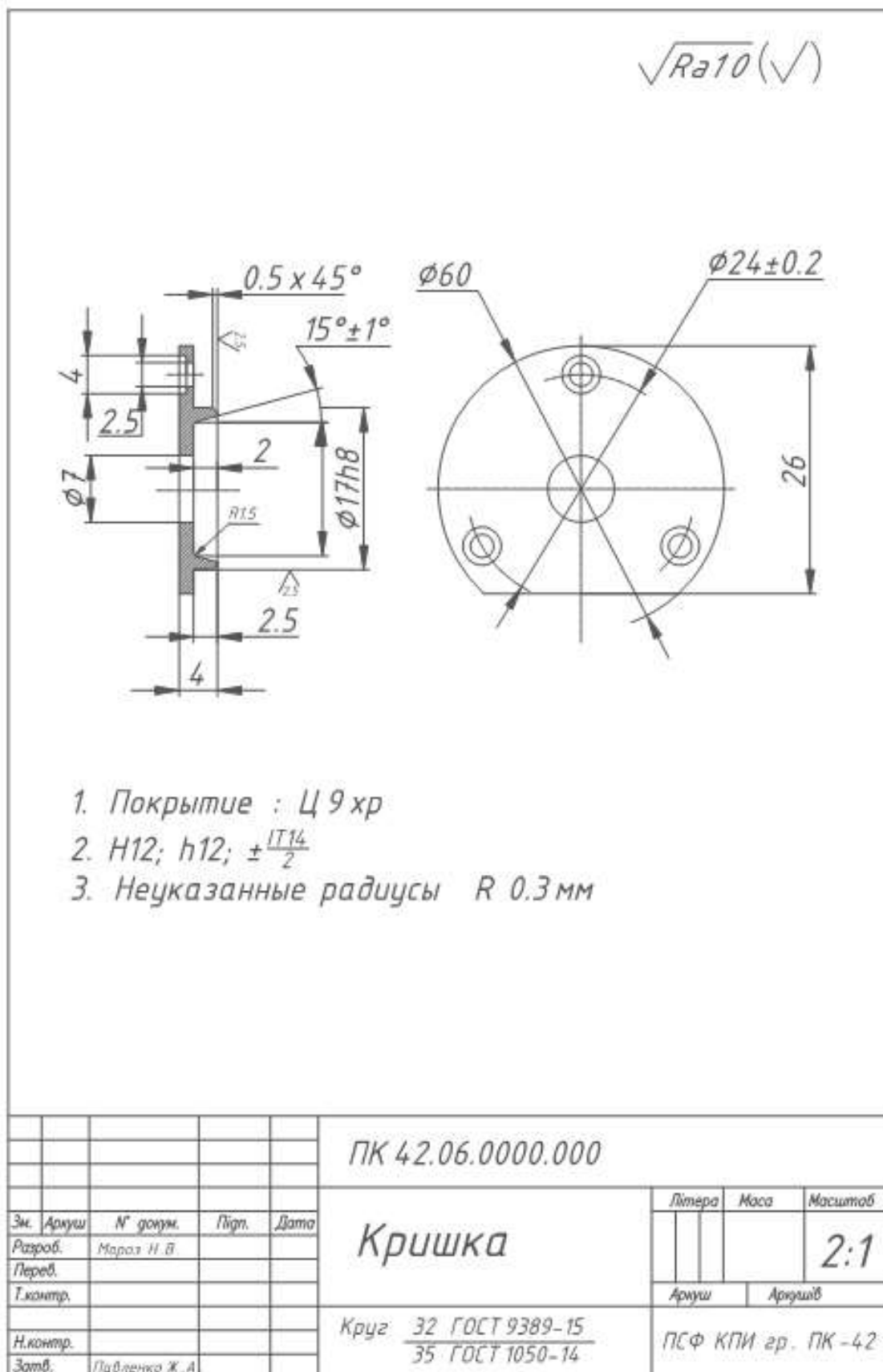


Рис.28

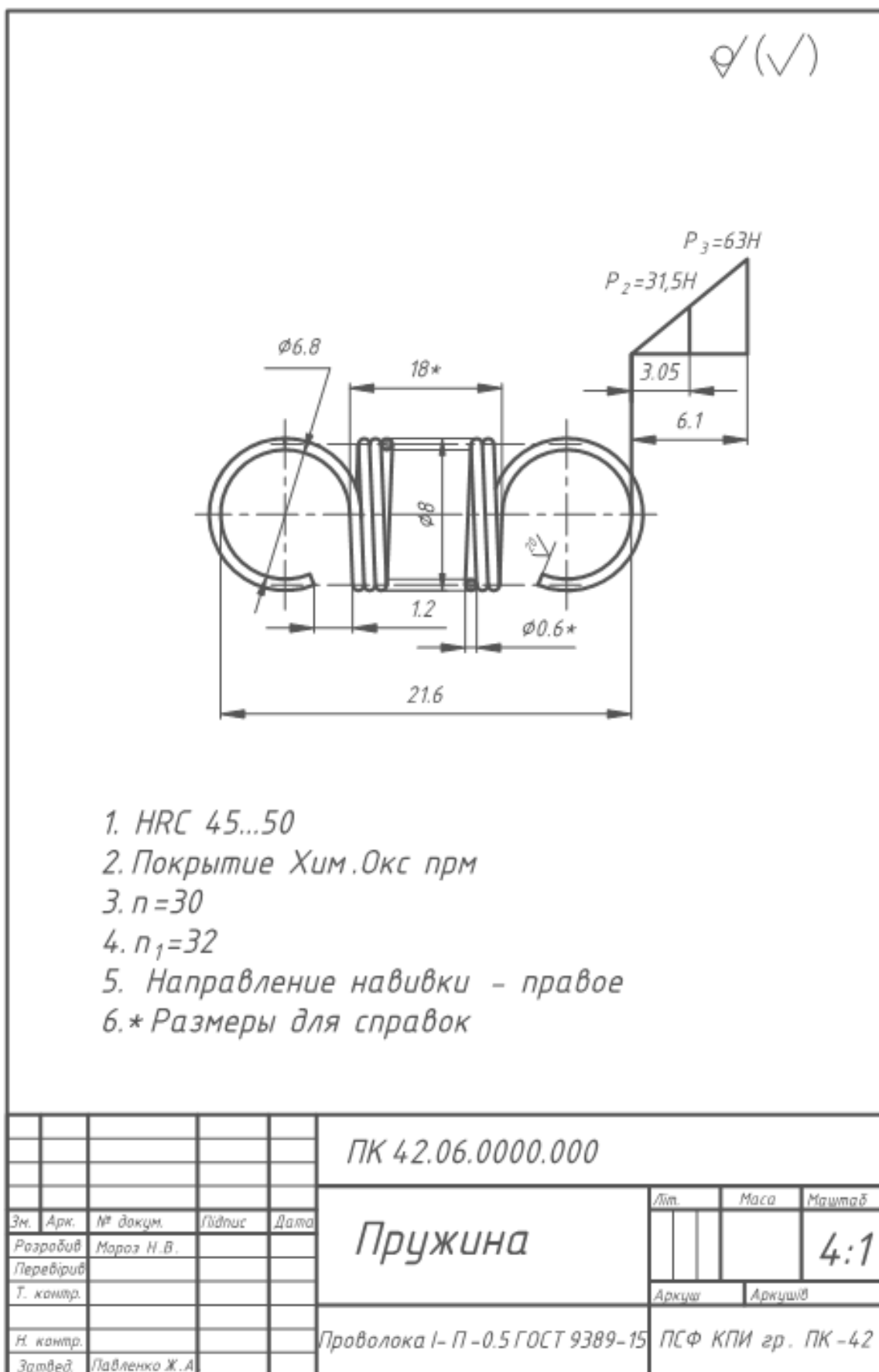


Рис.29

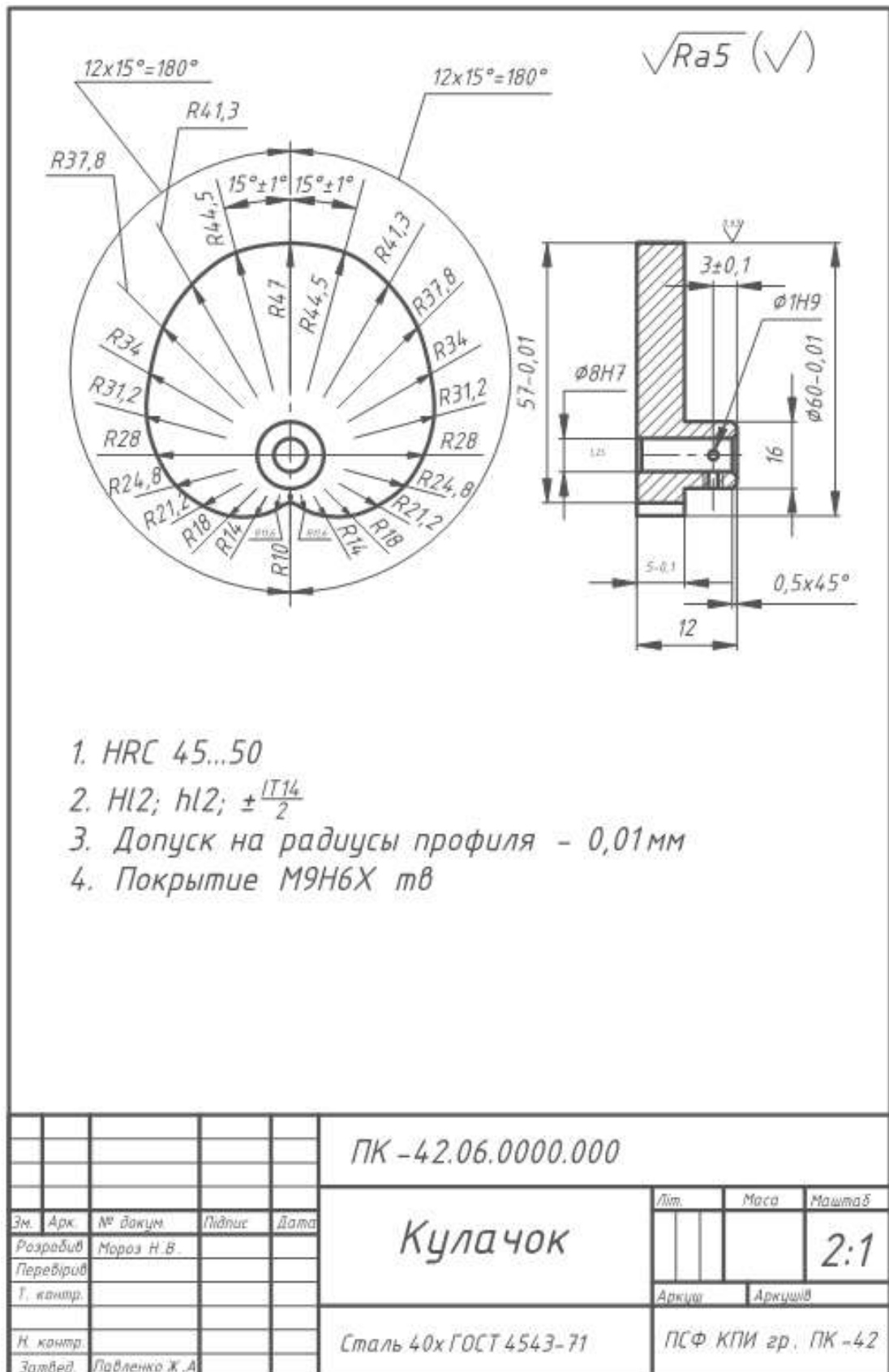


Рис.30

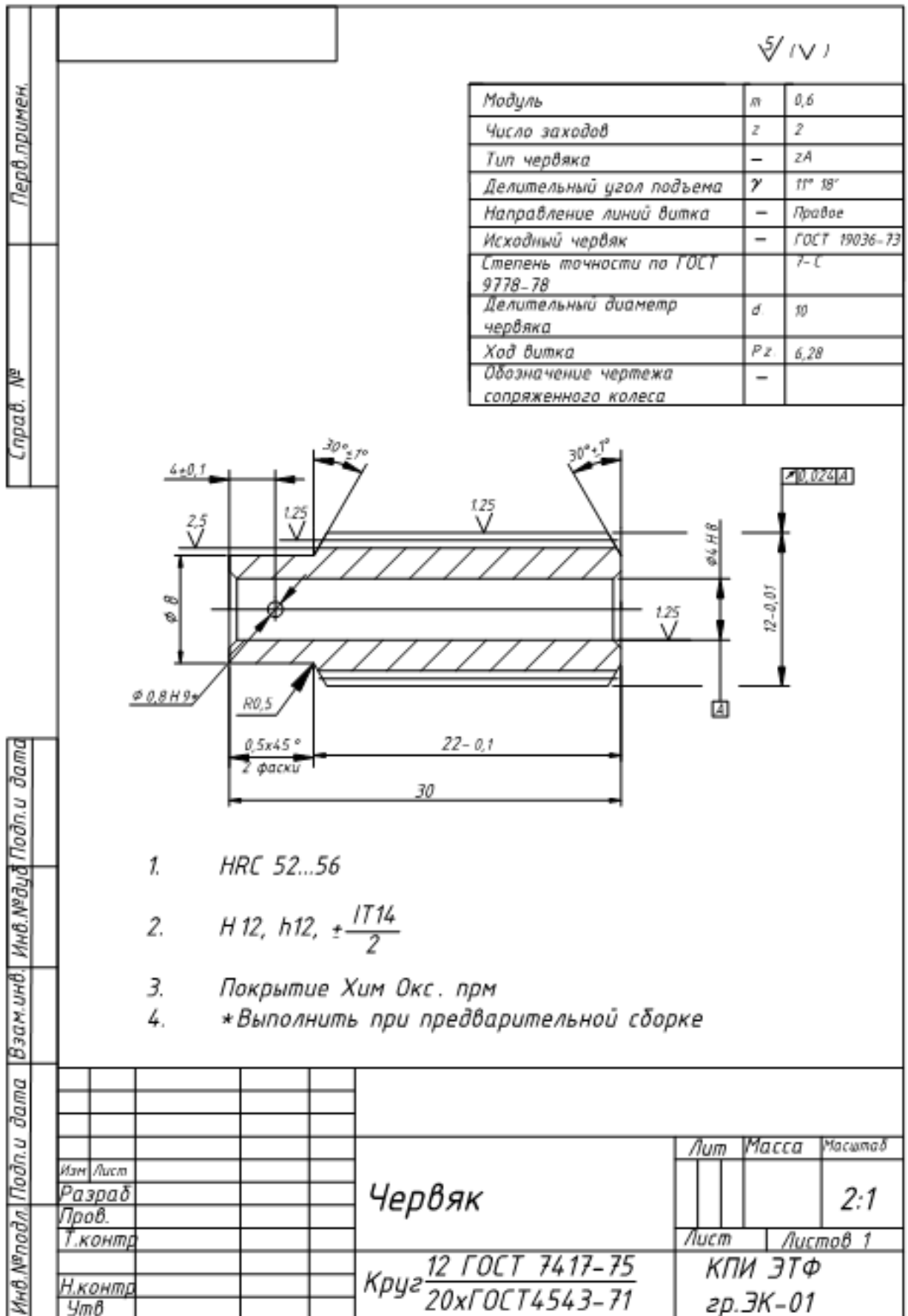


Рис.31

Перв. примен.	$\sqrt{V}$ (V)																						
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Модуль</td> <td>m</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>Нормальный исходный контур</td> <td>-</td> <td>ГОСТ 9587-81</td> </tr> <tr> <td>Степень точности</td> <td>-</td> <td>7-6</td> </tr> <tr> <td>Толщина зуба</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Измерительная высота</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Число зубьев</td> <td></td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>Нормальный шаг</td> <td><math>P_n</math></td> <td>1,89</td> </tr> </table>			Модуль	m	0,6	Нормальный исходный контур	-	ГОСТ 9587-81	Степень точности	-	7-6	Толщина зуба			Измерительная высота			Число зубьев		23	Нормальный шаг	$P_n$
Модуль	m	0,6																					
Нормальный исходный контур	-	ГОСТ 9587-81																					
Степень точности	-	7-6																					
Толщина зуба																							
Измерительная высота																							
Число зубьев		23																					
Нормальный шаг	$P_n$	1,89																					
Справ. №																							
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. HRC 42...45</li> <li>2. Покрытие X тв.12</li> <li>3. H 12; h12; <math>\pm \frac{IT14}{2}</math></li> </ol>																						
Взам. инв.	Инв. № инв.	Подп. и дата	Рис.																				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Изм.	<b>Рейка зубчатая</b> Круг $\frac{12 \text{ ГОСТ } 7417-75}{20 \times \text{ГОСТ } 4543-71}$																				
			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Лист</td> <td>Масса</td> <td>Масштаб</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">2:1</td> </tr> <tr> <td>Лист</td> <td colspan="2">Листов 1</td> </tr> </table>	Лист	Масса	Масштаб			2:1	Лист	Листов 1												
Лист	Масса	Масштаб																					
		2:1																					
Лист	Листов 1																						
			КПИ ЭТФ зр.ЭК-01																				



Рис.32

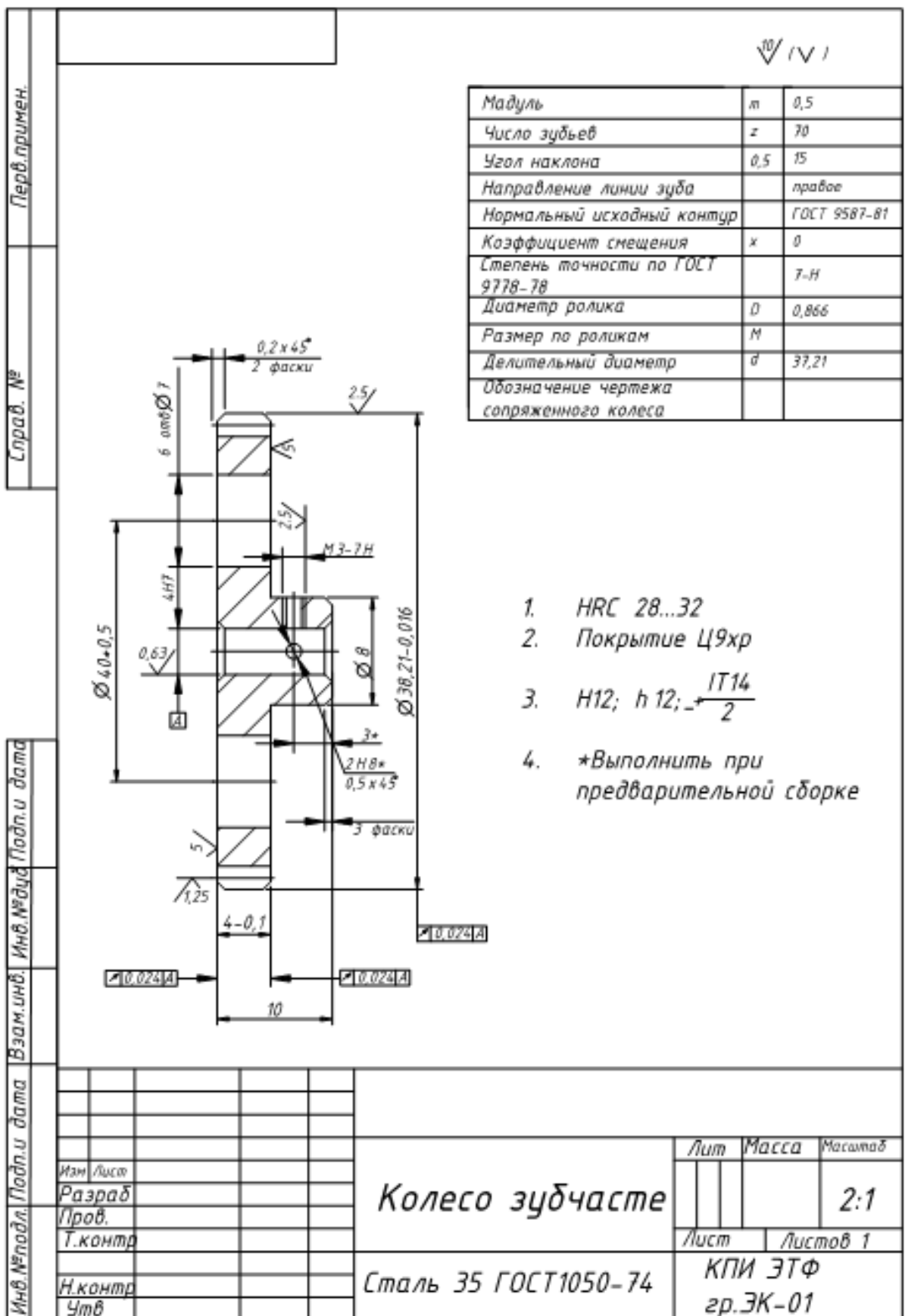


Рис.33

## Література

### Основна

1. Міждержавні стандарти ГОСТ 2.104-68; 2.106-68; 2.707-2.703.68; ГОСТ 2.108-68;
2. Павленко Ж.О. Деталі та вузли приладів. Методичні вказівки до виконання курсового проекту (загальні положення) / Ж.О. Павленко, Г.А. Богдан.- Київ 2016- 68с.
3. Первицкий Ю.Д. Расчет и конструирование точных механизмов. – Л.: машиностроение, 1976
4. Чернявский С.А. Проектирование механических передач. – М.: Машиностроение, 1979
5. Элементы приборных устройств. Курсовое проектирование / под ред. Д.Ф.Тищенко/ - М.: Высшая школа, 1978
6. Вopilкин Е.А. Расчет и конструирование механизмов приборов и систем. – М.: Высшая школа, 1980
7. Слюдииков М.Н. Механизмы приборов систем управления летательными аппаратами. – М.: Машиностроение, 1975
8. Перель Л.Я. Подшипники качения. – М.: Машиностроение, 1983
9. Методические указания к выполнению курсового проектирования №4. Киев: КПИ, 1981
10. Методические указания к выполнению курсового проектирования по курсам «Прикладная механика», «Конструирование механизмов приборов», «Механизмы устройств вычислительной техники» №6. Киев.: КПИ, 1984
11. Методические указания к выполнению курсового проектирования по курсу «Прикладная механика» №5. Киев.: КПИ, 1980
12. Методические указания к выполнению курсового проектирования по курсам «Механизмы приборных и вычислительных систем», «Элементы приборных устройств», «Прикладная механика» №7. Киев, 1984
13. Методические указания к выполнению курсового проектирования по курсу «Прикладная механика» №2. Киев: КПИ, 1983
14. Методические указания к выполнению курсового проектирования по курсам «Прикладная механика», «Механизм устройств вычислительной техники», и «Конструирование механизмов и приборов». Киев.: КПИ, 1984
15. Технічне креслення. Деталювання креслеників загального виду; Навчальний посібник для студентів теплоенергетичного факультету усіх форм навчання /О.Г.Гетьман, Н.В.Білицька, Г.В.Баскова. –К.: Видавництво «БМТ», 2014.- 132 с.

## Додаткова

1. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Справочник в 2-х томах /под ред. В.В.Клюева/. – М.: Машиностроение, 1986
2. Вайншток И.С. и др. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Справочник в 2-х томах. – М.: Машиностроение
3. Ермолов И.Н., Останин Ю.Я. «Методы и средства неразрушающего контроля качества» Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1988
4. Методы дефектоскопии сварных соединений /под ред. В.Г.Щербинского. – М.: Машиностроение, 1987
5. Неразрушающий контроль. Справочник в 7 т./под общей ред. В.В.Клюева/ - М.: Машиностроение, 2004