

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Технічна механіка

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт
для студентів спеціальності
152 – *Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка*
денної форми навчання

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні кафедри ІВТ, МіФ
протокол № 9 від 29.05.18 р.

Чернігів ЧНТУ 2018

Технічна механіка. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з технічної механіки для студентів спеціальності 152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка / Укладачі: Бивалькевич М.О., Журко В.П., Гут Г.П. – Чернігів: ЧНТУ, 2018 – 96 с.

Укладачі: Бивалькевич Мстислав Олексійович, старший викладач

Журко Володимир Павлович, старший викладач

Гут Геннадій Петрович, асистент

Відповідальний за видання: Приступа А.Л., завідувач кафедри інформаційно-вимірювальних технологій, метрології та фізики, канд. техн. наук, доцент

Рецензент : Мошель М.В., д.т.н., професор Чернігівського національного технологічного університету

ЗМІСТ

Лабораторна робота № 1 ВИВЧЕННЯ РОБОТИ СТРІЧКОПРОТЯЖНОГО МЕХАНІЗМУ.....	4
Лабораторна робота № 2 ВИВЧЕННЯ ПЕРЕДАТОЧНОГО ВІДНОШЕННЯ МОТОР–РЕДУКТОРА.....	12
Лабораторна робота №3 ГЕНЕРАТОР СВЧ Г4–80. БЛОК ВИСОКОЇ ЧАСТОТИ. БУДОВА ТА ВЗАЄМОДІЯ МІЖ ДЕТАЛЯМИ.....	16
Лабораторна робота № 4 МЕХАНІЧНИЙ ПРИСТРІЙ З ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ.....	23
Лабораторна робота № 5 ПАКЕТНІ ПЕРЕМИКАЧІ ТА ВИМИКАЧІ.....	29
Лабораторна робота № 6 ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ВАЛІВ.....	34
Лабораторна робота № 7 ВИВЧЕННЯ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ.....	48
Лабораторна робота № 8 НЕРУЙНІВНІ МЕТОДИ КОНТРОЛЮ.....	64
Лабораторна робота № 9 РУЙНІВНІ МЕТОДИ КОНТРОЛЮ.....	72
Лабораторна робота № 10 ВИВЧЕННЯ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛУ.....	77
Лабораторна робота № 11 ФРЕЗЕРНА ОБРОБКА МЕТАЛУ.....	86
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	96

Лабораторна робота № 1

ВИВЧЕННЯ РОБОТИ СТРІЧКОПРОТЯЖНОГО МЕХАНІЗМУ

Прилади та приладдя:

- 1) Стрічкопротяжний механізм;
- 2) Мікрометр;
- 3) Штангенциркуль.

Метою роботи є вивчення будови механізму протягування стрічки, взаємодія його вузлів і деталей.

1. Теоретичні відомості

1.1 Основні терміни та визначення

Механізмом називають штучно створену систему тіл, призначену для перетворення механічного руху одного або декількох тіл в рух інших тіл. Метою перетворення може бути досягнення більш високих або більш низьких швидкостей, збільшення або зменшення переміщень, отримання заданих траєкторій руху окремих елементів механізму або заданих законів зміни переміщень в часі. Важливо, що обов'язковою властивістю будь-якого механізму є цілеспрямоване перетворення руху. Будь-який механізм складається з окремих ланок, рухливо з'єднаних одне з одним.

Ланка механізму - це деталь, яка входить до складу механізму або сукупність нерухомо з'єднаних деталей, які при всіх рухах механізму переміщується як одне ціле. Ланки можуть бути жорсткими (абсолютно твердими) або, які деформуються в процесі роботи (пружини, мембрани) чи гнучкими (стрічки, троси, канати). Ланка може складатися з декількох з'єднаних нерухомо один з одним частин — деталей.

Деталлю називають частину механізму або машини, виготовлену без застосування складальних операцій.

Механізми складаються з однієї або декількох рухомих ланок і однієї нерухомої ланки. Нерухома ланка називається *стійкою*.

Вхідною називається ланка механізму, якій надається рух, перетворюваний механізмом у потрібні рухи інших ланок.

Вихідною є ланка, яка здійснює рух, для якого призначений механізм. В динаміці механізмів застосовують терміни «*ведуча*» і «*ведена*» ланки.

Схема - графічний конструкторський документ, на якому показані в вигляді умовних зображень або позначень складові частини виробу і зв'язки між ними.

1.2 Конструкція стрічкопротяжного механізму

Стрічкопротяжний механізм (рисунки 1.1) призначений для переміщення магнітної стрічки вздовж робочих зазорів головок із заданою номінальною швидкістю. Крім того, конструкція механізму повинна забезпечувати зручність використання, швидкий пуск, прискорене перемотування стрічки в обох напрямках, а також швидку зупинку її після запису, відтворення і перемотування.

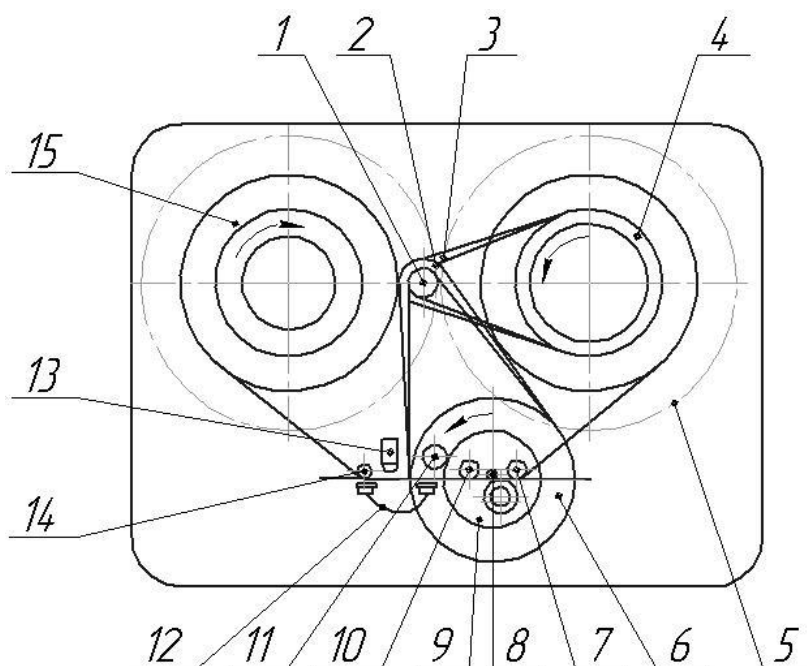


Рисунок 1.1 – Кінематична схема стрічкопротяжного механізму

1 – шків електродвигуна; 2 і 3 – пластичний пасик; 4 – приймальний вузол; 5 – магнітна стрічка; 6 – маховик ведучого вала; 7 – права напрямлююча стійка; 8 – провідний вал; 9 – притискний ролик; 10 – колонка відведення магнітної стрічки від головки; 11 – універсальна головка; 12 – притискний механізм; 13 – стираюча головка; 14 – ліва напрямлююча стійка; 15 – вузол подачі.

У складі будь-якого механізму протягування стрічки є такі вузли: вузол ведучого вала, що забезпечує рух магнітної стрічки з постійною швидкістю при записі і програванні. Приймальні (які підмотують) і подавальні (які перемотують) вузли, призначені для підмотки і пригальмовування магнітної стрічки на прийомних і подавальних котушках в процесі запису і програвання, а також при прискореній перемотці стрічки в обох напрямках. Ці вузли приводяться в рух електродвигуном ЕДГ-2.

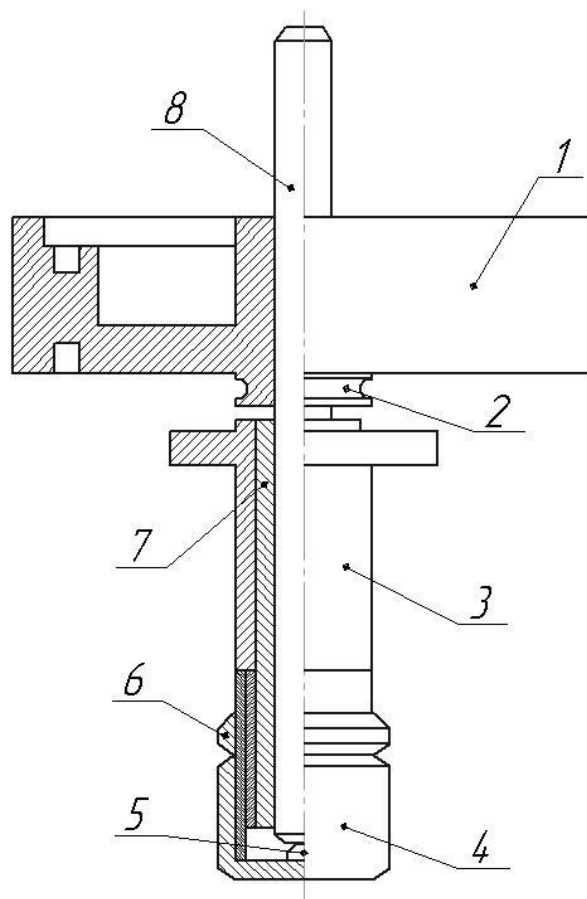


Рисунок 1.2 – Вузол ведучого валу

- 1 – маховик; 2 – шків; 3 – корпус; 4 – під'ятник;
 5 – металева кулька; 6 – контргайка;
 7 – залізографітний підшипник; 8 – вал.

Вузол ведучого валу (рисунок 1.2) складається з корпусу 3 залізографітного підшипника 7, в якому вільно обертається вал 8. На валу запресований масивний, збалансований металевий маховик 1. Верхня частина вала 8 –ведуча, а нижня входить в підшипник корпусу і спирається на під'ятник 4. Для зменшення тертя в під'ятник закладають металева кулька 5. Положення ведучого валу по висоті регулюють під'ятником, який фіксується контргайкою 6. Вузол прикріплений до рами стрічко протяжного механізму, для цього на корпусі вузла є фланець. На валу під маховиком запресований невеликий шків 2 для передачі обертання приймального вузла за допомогою пасика. Обертання ведучому валу передається від електродвигуна плоским пасиком, що зв'язує двоступеневий шків електродвигуна з маховиком ведучого вала.

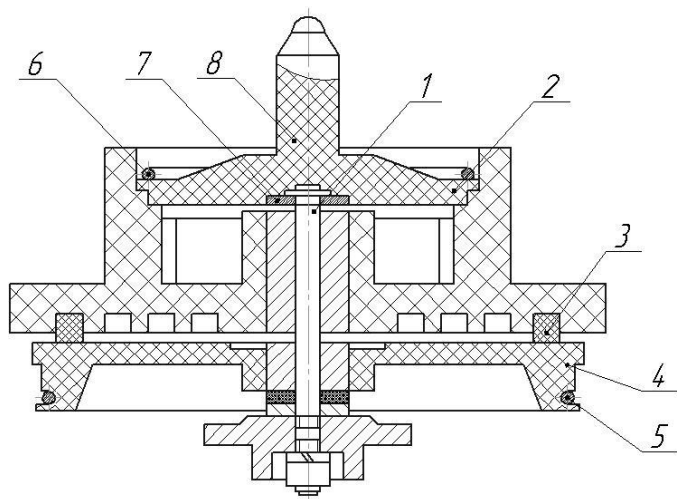


Рисунок 1.3 – Приймальний вузол

1 – вісь; 2 – підкотушник;
 3 – фетрова шайба; 4 – ведучий вал;
 5 – пасик; 6 – пружинне кільце;
 7 – запірні шайби; 8 – кришка.

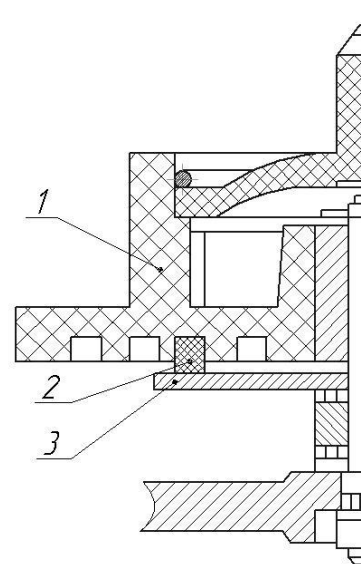


Рисунок 1.4 – Подаючий вузол

1 – підкотушник;
 2 – фетрове кільце;
 3 – фрикційний диск.

Стрічкопротяжний механізм є джерелом ряду викривлень, які вносяться в процесі запису і програвання. В основному ці викривлення обумовлені зміною швидкості руху магнітної стрічки і непостійністю контакту стрічки з магнітними головками. Повільна зміна швидкості руху стрічки призводить до зміни тональності звуку при програванні, а швидка зміна руху стрічки під час запису і відтворення – до виникнення паразитної частотно-амплітудної модуляції. Останнє характеризується появою частотних і нелінійних викривлень. Мінливість контакту магнітної стрічки з головками погіршує якість запису і програвання високих звукових частот. Ці викривлення неможливо компенсувати в підсилюючих каскадах. Тому стрічкопротяжний механізм є одним з найбільш відповідальних вузлів магнітофона і до нього висуваються жорсткі вимоги.

При записі і програванні механізм повинен переміщувати стрічку по робочій поверхні магнітних головок з постійною заданою швидкістю. Недотримання цієї вимоги призводить до того, що запис, зроблений на одному механізмі, прослуховується на іншому в викривленому вигляді. До відхилень швидкості руху стрічки відносяться також періодичні коливання миттєвої швидкості. Вони викликають викривлення звуку, що отримали назву детонації. Допустимі відхилення від номінального значення і коливання швидкості (коефіцієнт детонації) повинні бути в межах, допустимих для даної групи механізмів.

Коли стрічка переміщується в процесі запису і програвання, має забезпечуватися щільне прилягання її до робочих поверхонь магнітних головок. Натяг стрічки повинно бути по можливості постійним і незалежним від довжини лінії подачі або приймальної котушки. Нерівномірність натягу стрічки викликає зміна середньої швидкості її руху, тиск стрічки на магнітні головки, а також змінює щільність і якість намотування рулону на приймальну котушку. Однак надмірний натяг стрічки більш (1,5 – 2,0) Н призводить до того, що край стрічки при взаємодії з пристроями, що направляють її в поперечному напрямку, починає пластично деформуватися.

З вузлів стрічко протяжного механізм найбільш високі вимоги висувають до точності виготовлення ведучого валу, правильності установки притискного ролика і магнітних головок. Робочі зазори магнітних головок повинні бути розташовані строго перпендикулярно напрямку руху стрічки. Перекіс призводить до погіршення відтворення високих частот.

Стрічкопротяжний механізм повинен забезпечувати прискорене перемотування стрічки в прямому і зворотному напрямках з відведенням її від магнітних головок. Швидке перемотування стрічки в обох напрямках є допоміжною, але дуже важливою функцією механізму протягування стрічки. При перемотуванні подаюча котушка повинна пригальмовувати, щоб намотуваний на приймальну котушку рулон був досить щільним і рівним. Щоб уникнути зносу магнітних головок тракт руху стрічки включає пристрій, що відводить стрічку від головок при швидкому перемотуванні.

Стрічкопротяжний механізм повинен забезпечувати швидку зупинку руху стрічки, як в робочому режимі, так і при швидкому перемотуванні. Для виконання цієї вимоги в механізмі передбачені гальмівні пристрої.

У стрічко протяжному механізмі обертальний рух ротора електродвигуна, що має кутову швидкість (ω_1), перетворюється в обертальний рух ведучого вала, що має значно меншу кутову швидкість (ω_2) і далі в поступальний рух носія інформації, яким є магнітною стрічкою.

Швидкість руху стрічки і допустимі відхилення регламентуються ГОСТ 24863-81.

1.3 Порядок виконання роботи

1. На представленому макеті стрічкопротяжного механізму визначити основні ланки, вузли та деталі.
2. Описати призначення та взаємодію вузлів стрічкопротяжного механізму. Класифікувати механізм за функціональною ознакою.

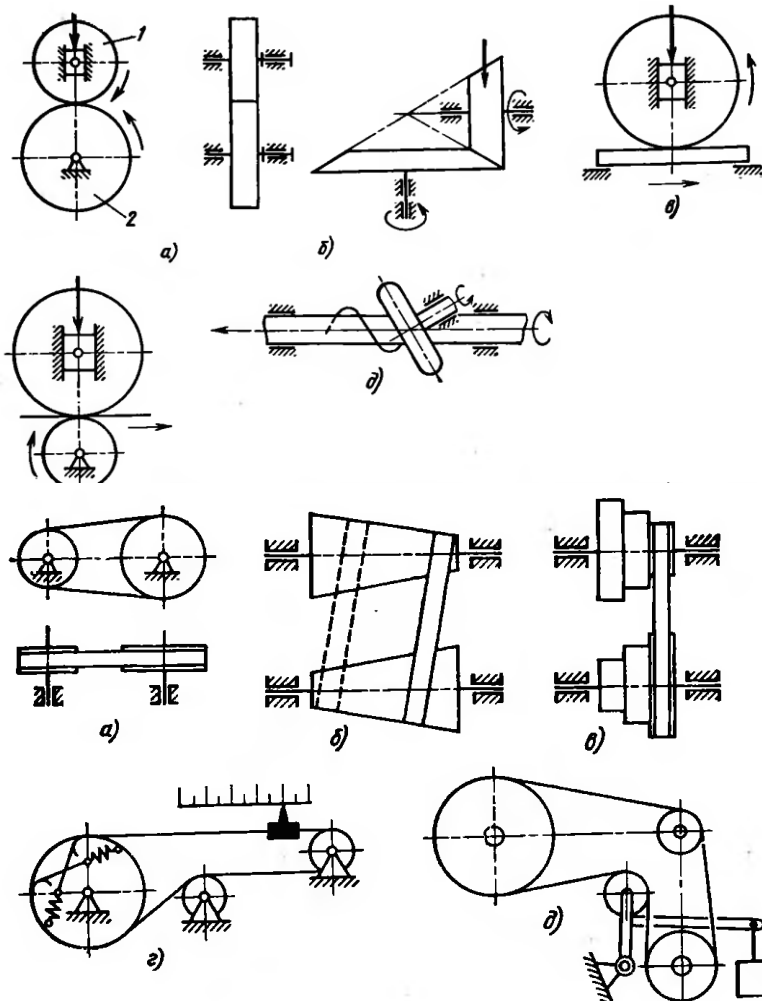
3. Намалювати кінематичну схему вузла стрічкопротяжного механізму (за завданням викладача). Класифікувати вузол механізму в залежності від виконуваної функції.

4. Використовуючи відомі параметри електричного приводу механізму і вимірювальний інструмент, уможливити відбір проб і розрахунок вихідних параметрів механізму.

Характеристики електродвигуна ЕДГ-2:

- Число оборотів на хвилину - 2800;
- Ємність конденсатора - 3 мкФ;
- Робоче положення вала - виступаючим кінцем вгору;
- Напрямок обертання - проти годинникової стрілки;
- Вага - 0,8 кг

Із запропонованих кінематичних схем необхідно вибрати ті, які використовуються в запропонованому стрічкопротяжному механізмі.



1.4 Методика проведення вимірювання

Перед виконанням роботи проводиться вибір об'єктів вимірювання. Об'єктами вимірювання служать циліндричні поверхні деталей, вузлів механізму, які беруть участь в перетворенні одного виду руху в інший.

Після вибору об'єктів вимірювання проводиться розбиття точок або граней для вимірювання.

Кожен параметр вимірюється не менше трьох разів на кожній деталі, після чого виводиться середнє значення. Отримані результати можна використовувати для подальших математичних розрахунків.

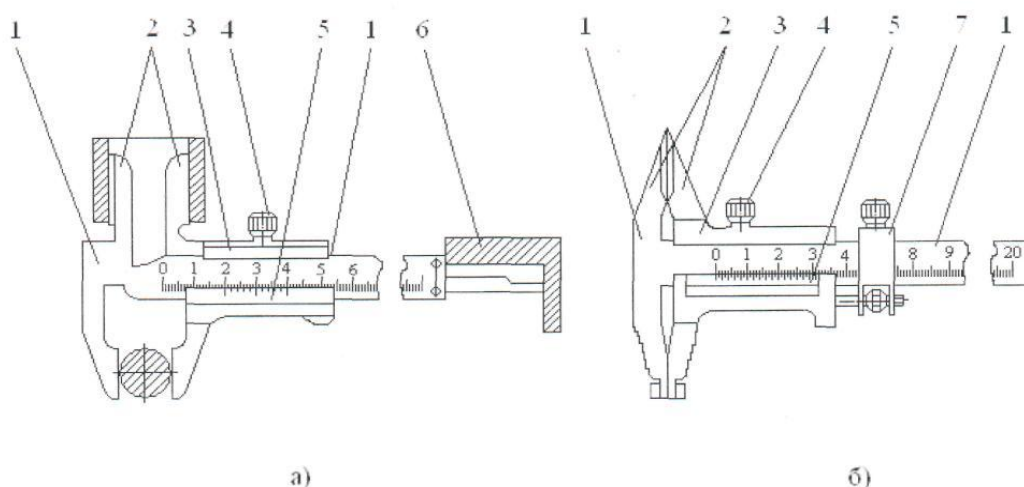


Рисунок 1.5. – Штангенциркулі

а)– з глибиноміром; б)– з мікрометричною подачею;

1 – штанга; 2 – губки; 3 – рамка; 4 – затискний гвинт; 5 – ноніус;
6 – глибиномір; 7 – мікрометрична подача.

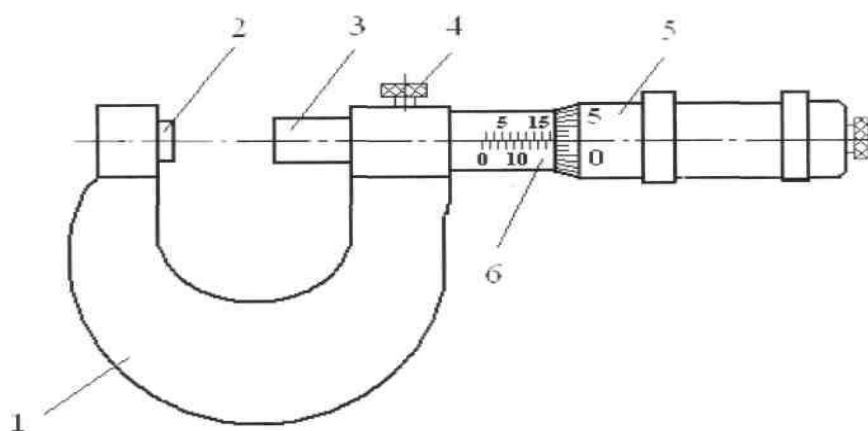


Рисунок 1.6. – Мікрометр

1 – скоба; 2, 3 – п'ятки; 4 – гвинт;
5 – мікрометрична головка; 6 – стебло.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Яким чином можна змінити швидкість подачі магнітної стрічки?
2. Групи складності стрічкопротяжних механізмів по ГОСТ 24863-81.
3. Допустиме відхилення від номінальної швидкості для різних стрічкопротяжних механізмів по ГОСТ 24863-81.
4. Як виникають викривлення при програванні? Причини і способи їх усунення.
5. Чому у стрічкопротяжному механізмі використовується саме гумовий пасик?

Лабораторна робота № 2

ВИВЧЕННЯ ПЕРЕДАТОЧНОГО ВІДНОШЕННЯ МОТОР–РЕДУКТОРА

Прилади та приладдя:

- 1) Мотор – редуктор СД-54 й РД-09А;
- 2) Набір інструментів;

Метою роботи є вивчення будови мотор – редукторів. Визначити параметри представлених мотор – редукторів.

2. Теоретичні відомості

2.1 Основні терміни та визначення

Мотор–редуктор представляє собою поєднані в одному блоці електродвигун і редуктор. Як елемент електроприводу, широко застосовується у всіх областях промисловості.

Переваги – високий ККД, простота обслуговування, компактність, спрощений монтаж. Залежно від типу використовуваної передачі, виділяють *планетарні, черв'ячні, циліндричні, хвильові та ін. мотор–редуктори*. Як правило одноступінчастих мотор–редукторів може не вистачити для досягнення необхідного діапазону передаточних чисел, тому широке застосування знайшли двох і трьох ступінчасті мотор–редуктори. До основних компонентів можна віднести:

Циліндричний співвісний мотор–редуктор. Зазвичай має дві–три ступені діапазон передавальних чисел від 3 до 200. Для передачі руху в ньому використовуються циліндричні косозубі колеса. Монтуються вони, як правило, на лапах або на фланці. Свою назву "співвісний" такий мотор-редуктор отримав завдяки тому, що вихідний вал знаходиться на одній осі з електродвигуном. За компонованням циліндричний співвісний мотор-редуктор схожий з планетарним, хвильовим і циклоїдним редуктором.

Циліндричний мотор-редуктор з паралельними валами (плоский редуктор, навісний редуктор). Знову ж, використовує циліндричні косозубі колеса. Основною конструктивною перевагою є порожнистий вихідний вал, завдяки якому редуктор може бути змонтований на вал обладнання без використання еластичних муфт. Передавальне число для двоступеневого редуктора знаходиться в діапазоні від 5 до 200.

Електричний двигун – електрична машина (електромеханічний перетворювач), в якому електрична енергія перетворюється в механічну, побічним ефектом є виділення тепла.

В основу роботи будь-якого електродвигуна покладено принцип електромагнітної індукції. Електродвигун складається з нерухокої частини – статора (для асинхронних і синхронних двигунів змінного струму) або індуктора (для двигунів постійного струму) і рухокої частини – ротора (для асинхронних і синхронних двигунів змінного струму) або якоря (для двигуна постійного струму).

За типом споживаної енергії розділяють дві великі групи – *на двигуни постійного струму і двигуни змінного струму* (також існують *універсальні двигуни*, які можуть житися від різних видів струму).



Рисунок 2.1 – Електродвигуни різної потужності (750 Вт, 25 Вт, до CD-плеєра, до іграшки, до дисководу). Батарейка «Крона» дана для порівняння.

Синхронний електродвигун.

Синхронною називається електрична машина, швидкість обертання n якої жорстко пов'язана з частотою f мережі змінного струму, до якої ця машина підключена співвідношенням:

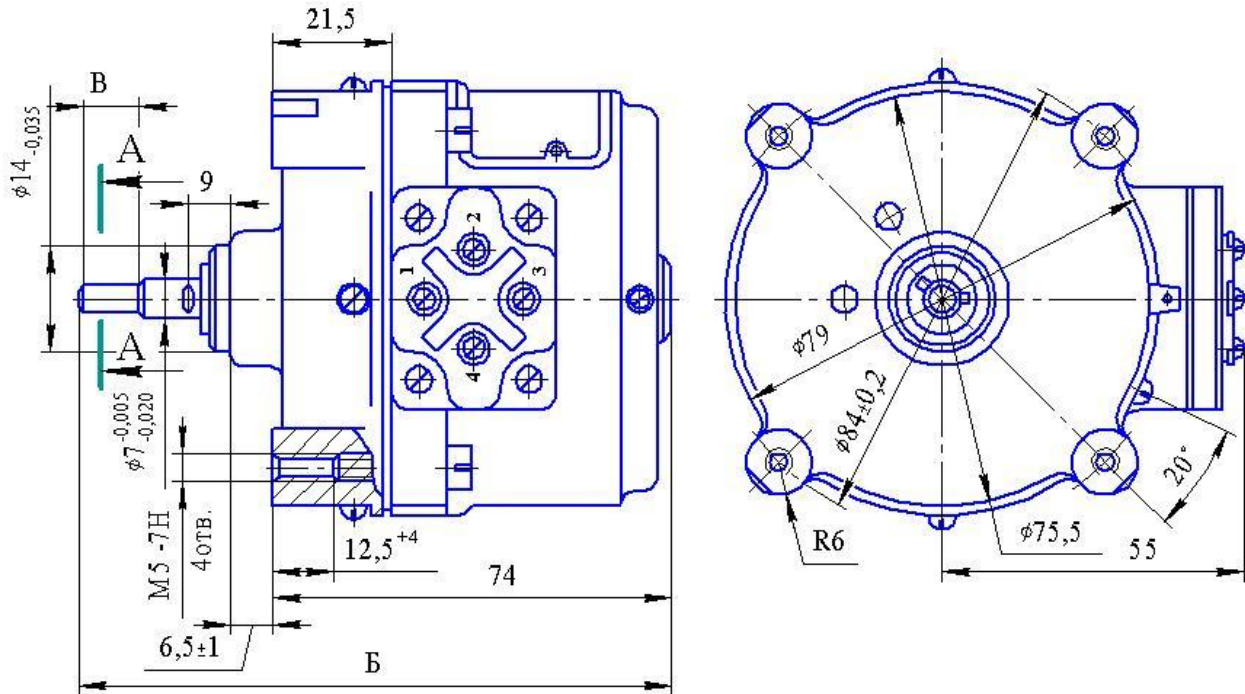
$$n = \frac{60f}{p} \quad (2.1)$$

де p – число пар полюсів машини

При частоті 50 Гц отримуємо для $p = 1, 2, 3$ (двох-, чотирьох- і шести полюсних машин) синхронні частоти обертання поля $n_c = 3000, 1500$ і $1000 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$.

Синхронні електродвигуни застосовуються в усіх тих випадках, коли потрібен двигун, що працює при постійній швидкості. Синхронні

електродвигуни в даний час широко застосовуються для самих різних видів приводу, що працює з постійною швидкістю. У синхронних двигунів К.К.Д. трохи вище, а маса на одиницю потужності менше, ніж у асинхронних двигунів, розрахованих на ту ж швидкість обертання.



А-А (2:1)

Редукции	Рис.	Размеры, мм	
		Б	В
1/25; 1/52,5	1	101	$10,65 \pm 0,5$
Прочие редукции	2	113,5	$12 \pm 0,5$

Рис. 1

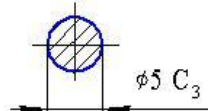


Рис. 2

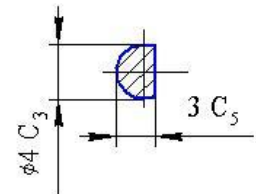
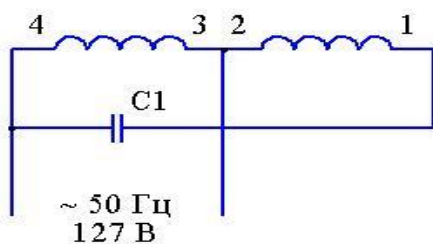


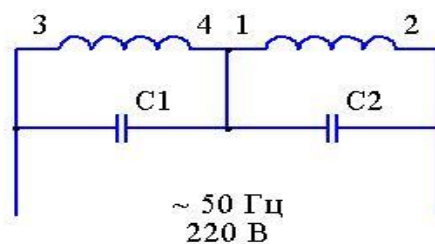
Рисунок 2.2 – Синхронний двигун з редуктором СД-54.

Схема включення двигателя на 127 В, 50 Гц



C1 - МБГТ-300В-1мкф±10%

Схема включення двигателя на 220 В, 50 Гц



C1 - МБГЧ-1-2А-250-0,5±10%
C2 - МБГЧ-1-2А-250-2,0±10%

2.2 Порядок виконання роботи

1. На представлених мотор-редукторах акуратно розкрити вузол редукції.
2. Визначити кількість ступенів редукції (n).
(Дані записати в таблицю)
3. Замалювати кінематичну схему редуктора.
4. Визначити кількість зубів зубчастих коліс (Z).
(Дані записати в таблицю)
5. Визначити передавальне відношення багатоступінчастої передачі (i).
(Дані записати в таблицю)
6. Зібрати вузол редуктора і провести пробне підключення. (Використовувати схему включення на 220 В, 50 Гц).
7. Підтвердити правильність розрахунків.

Двигун 1	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7	Z_8	Z_9	Z_{10}	n	i
Двигун 2	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7	Z_8	Z_9	Z_{10}	n	i

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Чим викликана необхідність застосування редукторів?
2. Область застосування мотор-редукторів.
3. Основні переваги мотор-редукторів.
4. Від чого залежить швидкість обертання синхронного двигуна?
5. Формула передавального відношення.
6. Як називають підвищуючий редуктор?

Лабораторна робота №3

ГЕНЕРАТОР СВЧ Г4–80. БЛОК ВИСОКОЇ ЧАСТОТИ. БУДОВА ТА ВЗАЄМОДІЯ МІЖ ДЕТАЛЯМИ.

Прилади та приладдя:

- 1) Генератор Г4–80;
- 2) Набір інструментів.

Метою роботи є вивчення будови механічної частини генератора Г4-80

3. Теоретичні відомості

3.1 Основні терміни та визначення

Генератор сигналів високої частоти Г4–80 служить для відтворення електромагнітного синусоїдального сигналу. Сферою застосування генератора Г4–80 є налагодження різних радіоприймальних пристроїв. Генератори сигналів високої частоти відрізняються багатofункціональністю. Генератор Г4–80 являє собою компактний вимірювальний прилад, який є простим і надійним в експлуатації.

Генератор Г4–80 застосовується для перевірки різної радіоапаратури, оскільки володіє оптимальними характеристиками точності і стабільності частоти. Він має великий вибір типів модуляції, серед яких можливо оперативно вибрати найбільш підходящий тип. Генератор Г4-80 незамінний в тих випадках, коли необхідно постійно займатися налаштуванням різних типів обладнання. Крім того генератор Г4-80 має функцію плавання по частоті, з налаштуванням параметрів з високою точністю.

Цей пристрій містить в собі функцію надвисокочастотного сигналу, який калібрований по частоті, вихідної потужності, а також ІМ. Генератор Г4-80 використовується в якості приладу, що вимірює параметри чотириполосників, перевіряючої смуги пропускання трактів і приладів, чутливість приймальних пристроїв, аттенюаторів і інших елементів тракту.



Рисунок 3.1 – Генератор високої частоти серії Г4-78 / 83.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики генераторів серії Г4-78 / 83

Параметри	Значення					
	Г4-78	Г4-79	Г4-80	Г4-81	Г4-82	Г4-83
Діапазон частот, ГГц	1.16 ... 1.78	1.78 ... 2.56	2.56 ... 4.0	4.0 ... 5.6	5.6 ... 7.5	7.5 ... 10.5
Вихідна потужність, Вт	$10^{-4} \dots 10^{-15}$			$10^{-3} \dots 10^{-15}$		
КСВН, не більше	1.75			2.0		
Основна похибка налагодження частоти по шкалі приладу, не більше	$\pm 0.5\%$					
Режими роботи	Безперервна генерація Внутрішня і зовнішня амплітудно-імпульсна модуляція імпульсами типу меандр Зовнішня амплітудно-імпульсна модуляція "+" і "-" імпульсами Зовнішня частотна модуляція					
Споживана потужність, не більше	70 В·А			120 В·А		
Середнє напрацювання до відмови	Не більше 10000 годин					
Габарити	495 × 135 × 480 мм					
Маса	20 г					

3.2 Конструкція генератора Г4-80

Зовнішній вигляд приладу представлений на (рисунку 3.1). Прилад складається з 4 великих, самостійних, конструктивних вузлів:

- блоку високої частоти;
- блоку живлення;
- блоку модулятора;
- блоку вимірювача потужності, з'єднаних між собою джгутами з роз'ємами.

Механічно блоки закріплені на передній панелі, бічних кронштейнах і нижнійхрестовині. Кожен з блоків можна вийняти з приладу, не порушуючи механічної цілісності інших.

Блок високої частоти зображений на (рисунку 3.2) він є одним з найважливіших вузлів і являє собою складну електромеханічну систему з точними кінематичними ланцюгами. Розбирання і ремонт його повинні проводити тільки кваліфіковані спеціалісти.

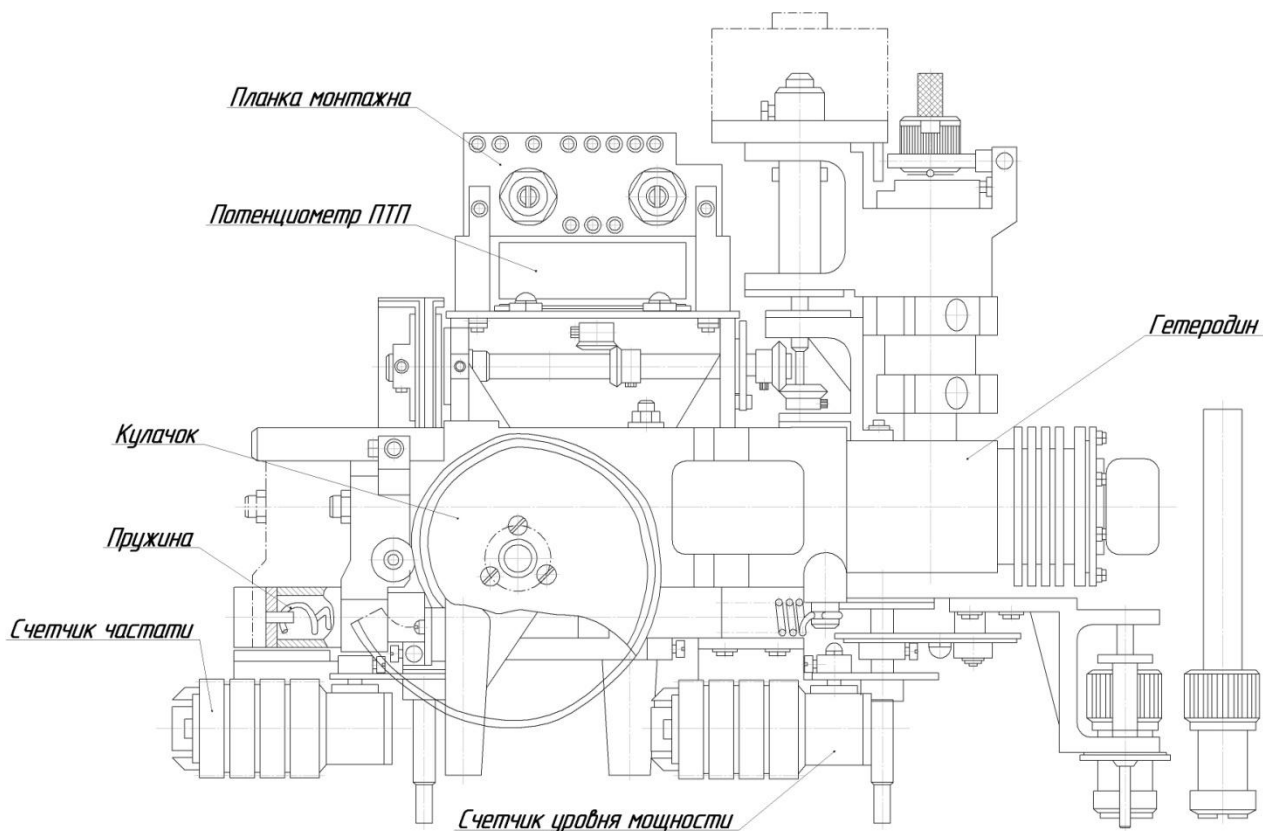


Рисунок 3.2 – Блок високої частоти.

Кінематична схема з'єднання і взаємодії всіх рухомих частин блоку ВЧ представлена на (рисунок 3.3).

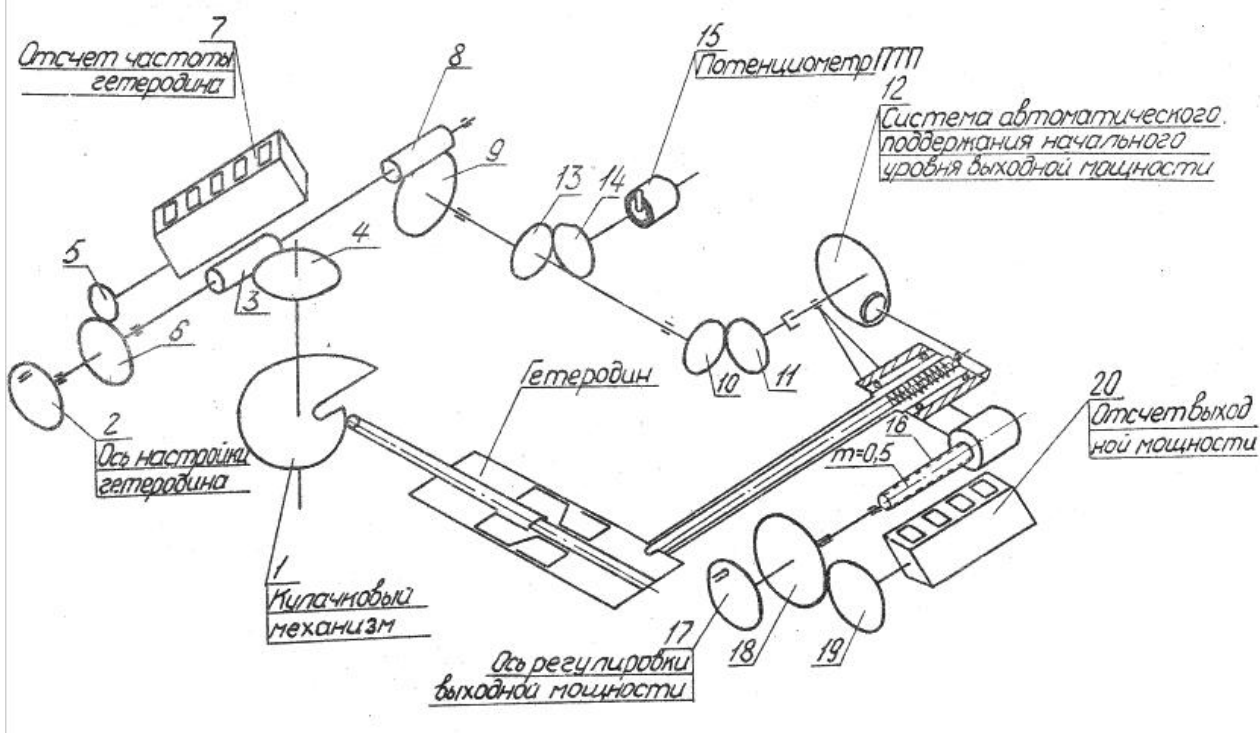


Рисунок 3.3 – Кінематична схема генератора.

Управління частотою гетеродина проводиться кулачковим механізмом (поз. 1). Так як при зміні клістрона відбувається зміна кривої налаштування, в кулачку передбачена система регулювання профілю. Вісь налаштування (поз.2) через черв'ячну пару (поз. 3 і поз. 4) передає рух кулачку, а через циліндричну пару (поз. 5 і поз. 6) з'єднана з декадним механічним лічильником (поз. 7), який відраховує безпосередньо частоту в МГц. Крім того, вісь налаштування через другу черв'ячну пару (поз. 8 поз. 9) і конічні колеса (поз. 10 і поз. 11) передає рух на механізм автоматичного підтримання сталості рівня потужності вихідного сигналу (поз. 12) і через пару конічних шестерень (поз. 13 і поз. 14) з'єднана з віссю потенціометра автоматичної зміни напруги відбивача (поз. 15). Кулачок гетеродина при своєму обертанні повідомляє лінійне переміщення каретки, яка рухається в точних направляючих до каретці на м'якій підвісці прикріплений шток від плунжера настройки гетеродина (рисунк 3.2). Заданий профіль кулачка лінеаризує криву налаштування і дозволяє здійснювати відлік частоти в цифровій формі. Величина ослаблення (шкала-dB) змінюється шляхом переміщення знімача потужності в граничному хвилеводі. В знімач замутований коаксіальний кабель (для приладів Г4-82, Г4-83 другий кінець кабелю закінчується розеткою, на яку закручується накидна гайка зі входу вентиля, вихідна розетка вентиля виходить на передню панель). Знімач пересувається спеціальною кареткою, яка пересувається за допомогою ходового гвинта (поз. 16) і гайками на 6-ти шарикопідшипниках по зовнішній поверхні труби граничного хвилеводу. Ось ходового гвинта виведена безпосередньо на передню панель (ручка, пов'язана зі шкалою - dB) і через пару зубчастих коліс (поз. 18 і поз. 19) з'єднана з механічним декадним лічильником (поз. 20), який безпосередньо показує рівень потужності в децибелах щодо рівня 1 Вт. Знімач атенюатора отримує ще одне переміщення через спеціальний диск із заданим профілем (поз. 12) від ланцюга управління частотою гетеродина. При перебудові гетеродина змінюється положенні знімача і тим самим підтримується сталість потужності вихідного сигналу у всьому діапазоні частот, що генеруються.

Усі обертові вісі змонтовані на шарикопідшипниках класу II, а лінійно переміщуються деталі рухаються в точних направляючих.

Всі ці заходи, а також відповідна змащення й складання забезпечує легкий, без ривків і заїдань хід рухомих деталей при мінімальних люфтах.

Якщо в рухомих ланках механізму виникають значні зусилля при переміщеннях, то абсолютно неприпустимо прикладати силу. Необхідно з'ясувати причину збільшення сил тертя і усунути її.

Механізми приводу відліку і управління є механізмами точної механіки і вимагають до себе уважного і дбайливого ставлення.

Конструкція гетеродина представлена на (рисунку 3.4).

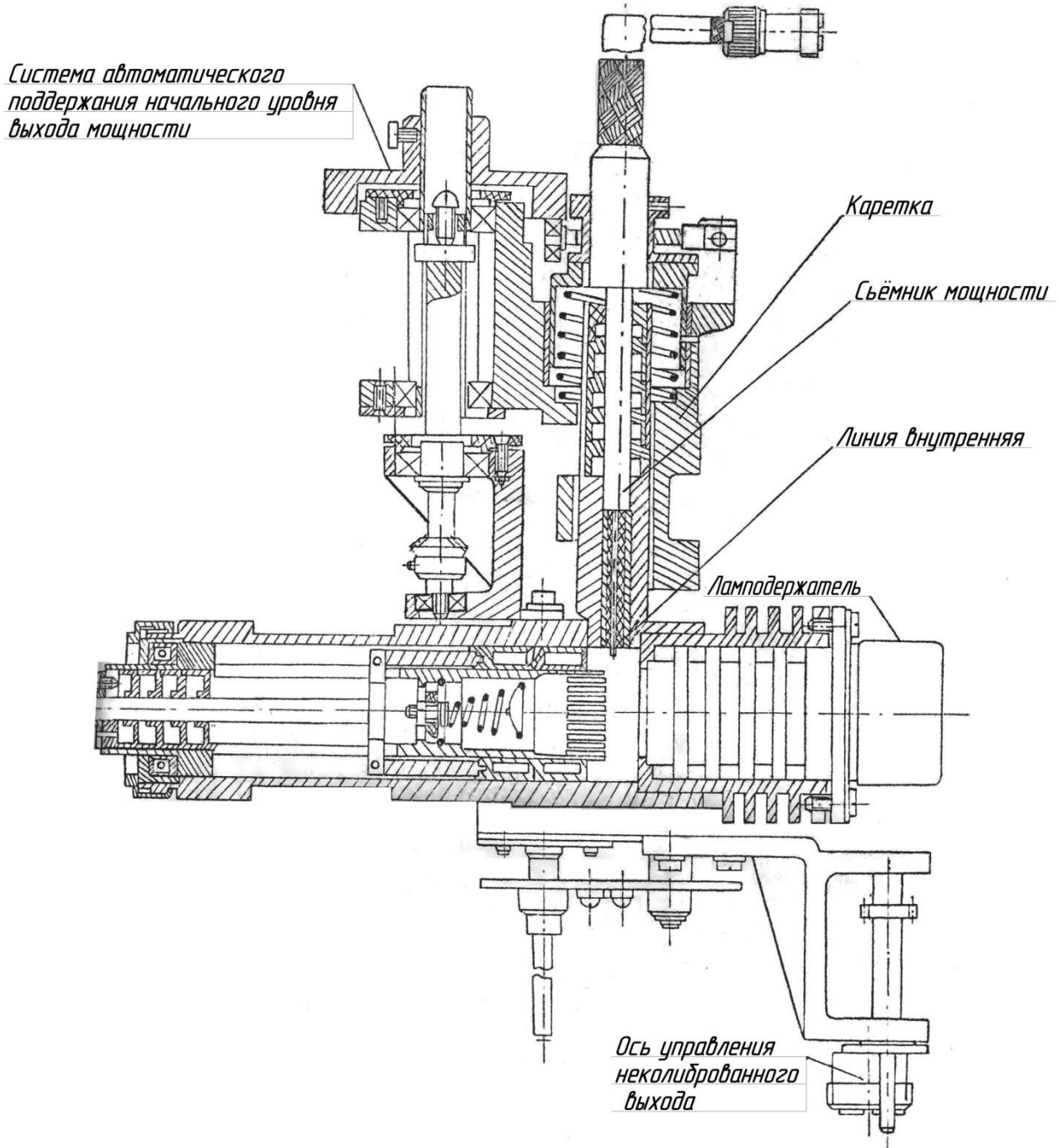


Рисунок 3.4 – Гетеродин генератора ВЧ.

Резонатор генератора - коаксіальний, перебудова здійснюється Z-образним плунжером. Зазор між плунжером і стінками резонатора забезпечується фторопластовою плівкою товщиною 0,1 мм. Контакт верхнього виведення резонатора клістрона з внутрішньої трубою коаксіального резонатора здійснюється контактними ламельками. Контакт нижнього дискового виведення резонатора клістрона з зовнішньої трубою коаксіального резонатора здійснюється шляхом притискання дискового виведення до торцевої стінки резонатора лампотримача.

Напруги на катоді і напруження клістрона здійснюється через панельку, надіту на виводи клістрона і розташовану всередині лампотримача. Напруга підводиться на відбивний електрод через пружинний контакт вивід, закріплений всередині внутрішньої труби резонатора. Шток переміщення плунжера розташований в центрі внутрішньої труби резонатора. Шток металевий, екранування штока здійснюється конструктивним фільтром. На корпусі гетеродина змонтовані механізми переміщення знімачів потужності ВИХІД, ВИХІДmWI. Гетеродин кріпиться в корпусі шляхом вставляння його в отвір і фіксацією спеціальним гвинтом в одному місці. Таке кріплення гетеродина в одній точці значно покращує роботу системи при зміні зовнішніх температур, так як виключає вельми небажані внутрішні температурні напруги, що виникають в корпусі гетеродина (латунь) і литому корпусі (алюміній) при змінах зовнішньої температури.

Екранування гетеродина і ВЧ трактів здійснюється різними способами. Ланцюги живлення клістрона екрановані фільтрами з карбонільного заліза. Рухливі з'єднання (лампотримачі атенюатор, шток плунжера) екрановані конструктивним LC - фільтрами. Нерухомі з'єднання екрануються м'якими мідними прокладками, які деформуються при затягуванні з'єднання, забезпечуючи тим самим необхідну електрогерметичність. При кожному ремонті, коли доводиться розбирати подібне з'єднання, прокладку необхідно міняти. Запасні прокладки знаходяться в комплекті. Рухомий високочастотний тракт атенюатора виконаний коаксіальним кабелем з додатковою екранованою обмоткою. Нерухомий ВЧ тракт ВИХІД mWI захищений суцільною металевою трубкою.

На литому корпусі, крім гетеродина, змонтовані відлікові пристрої, кінематична ланцюг автоматики і елементи схеми автоматичної зміни напружень відбивача клістрона.

Високочастотний вузол кріпиться до передньої панелі і нижній хрестовині. У лівому передньому кутку приладу змонтований модулятор з кнопковим перемикачем режимів робіт, в правому передньому кутку - індикатор потужності.

3.3 Порядок виконання роботи

1. Акуратно розкрити генератор.
2. Визначити основні вузли приладу.
3. Використовуючи кінематичну схему, визначити, які передачі і механізми використовуються в приладі (записати в звіті).
4. Обертаючи ручку настройки частоти, визначити за скільки обертів відбувається повне перекриття діапазону.
5. Виміряти лінійне переміщення каретки в межах діапазону. Провести 7-10 вимірювань.
6. Побудувати графік залежності вимірюваної частоти від лінійного переміщення каретки.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. За рахунок чого здійснюється перетворення обертового руху ручки настройки частоти в поступальний рух каретки?
2. Яке призначення великої кількості гвинтів вкручених в кулачок?
3. Навіщо ці гвинти після настройки генератора вкриті фарбою?
4. Які передачі використовуються в кінематичній схемі генератора?

Лабораторна робота № 4

МЕХАНІЧНИЙ ПРИСТРІЙ З ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ

Прилади та приладдя:

1) Механічний прилад.

Метою роботи є визначення та опис вузлів механічного приладу.

4. Теоретичні відомості

4.1 Основні терміни та визначення

Діапроектор «Альфа 35-50 автофокус» призначений для демонстрації зображень з чорно-білих або кольорових слайдів в рамках, для фотолюбителів, аматорських фотостудій, а також може бути використаний в навчальних закладах, інститутах, на виставках вдома.

Діапроектор має корпус, всередині якого знаходяться: вузол зміни кадрів, відбивачі, конденсатор, лампа розжарювання, діамагазин зі слайдами, об'єктив, блок живлення, електродвигун. У комплект проєктора входить пульт дистанційного керування (ПДК) (рисунком 4.2), який дозволяє проводити зміну зображення і його фокусування

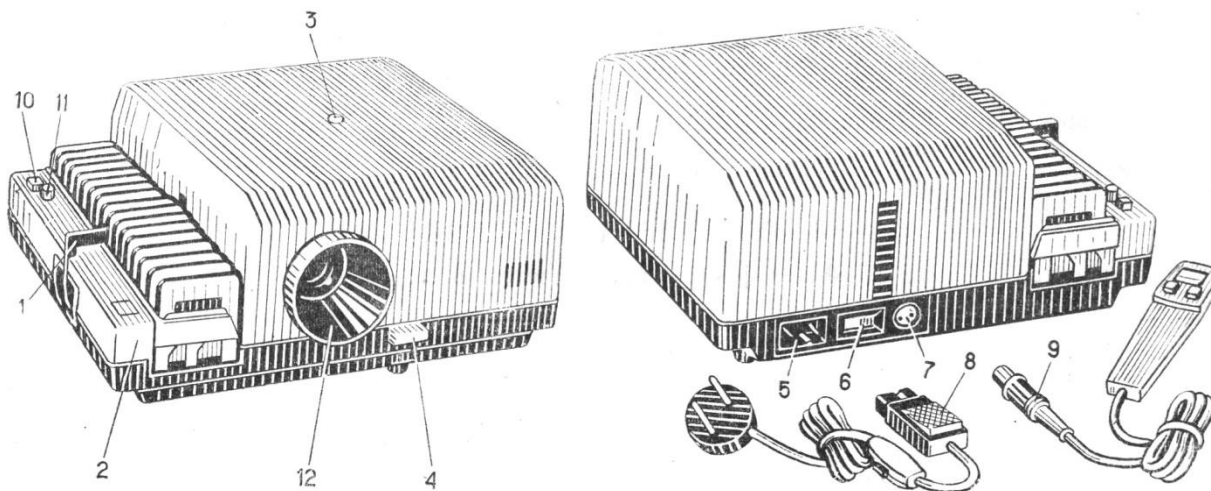


Рисунок 4.1 – Загальний вигляд приладу

1 –штовхач; 2 –підкасетник; 3–гвинт; 4–клавiша; 5–гнiздо мережевого шнура; 6–перемикач режимiв фокусування; 7–роз'єм дистанційного пульта; 8–шнур мережевий; 9–пульт дистанційний; 10–вимикач проєкційної лампи; 11–ручка включення реле часу; 12–об'єктив.

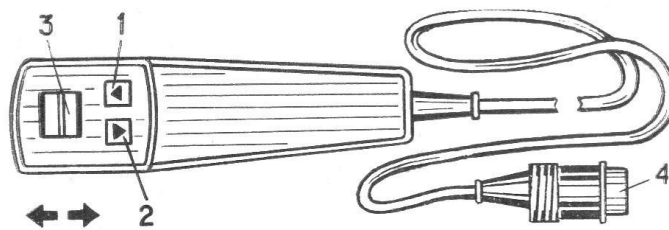


Рисунок 4.2 – Пульт дистанційний

1 –кнопка зміни діапозитивів в прямому напрямку; 2 –кнопка зміни діапозитивів у зворотному напрямку; 3–клавiша для настроювання фокусу зображення; 4–роз'єм.

На (рисунок 4.1) показаний загальний вигляд автоматичного діапроектора «Альфа 35-50 автофокус».

На передній стінці діапроектора розташована клавiша 4 яка фіксує передню (рухому) опору.

На задній стінці діапроектора розташована колодка роз'ємів, що має гніздо 5 для підключення мережевого шнура 8 і роз'єм 7 для підключення пульта дистанційного 9. На цій же колодці розташований перемикач режимів фокусування зображення 6. На підкасетнику розташовані вимикач проекційної лампи 10 і ручка включення реле часу 11.

Пульт дистанційного керування служить для дистанційної зміни діапозитивів у прямому і зворотному напрямках і дистанційнефокусування зображення.

4.2 Взаємодія основних частин діапроектора

Механізм зміни кадрів і переміщення діамагазину приводиться в рух електродвигуном *рисунок 4.3*. На одному кінці валу кріпиться турбіна вентилятора, що знаходиться в корпусі 1, а на іншому – шків 2, з'єднаний з допомогою пасика 3 зі шківом 4 приводного механізму.

При натисненні відповідної кнопки зміни кадру на дистанційному пульті сигнал надходить на електромагніт 5, сердечник 6 якого через систему важелів вводить собачку 7 приводного механізму в зачеплення з храповим колесом 8 водила. Обертаючись, водило пальцем 9 переміщує змінник 10 перпендикулярно оптичній осі проектора. При цьому підпружинені штовхачі 11 змінника вводять діапозитив в рамку з кадрового вікна в діамагазин і грейфер 12 переміщує діамагазин на один крок в прямому або зворотному напрямках.

Напрямок переміщення залежить від того, в який з пальців 13 або 14 важеля 15, пов'язаного з сердечником електромагніта, впирається одна з полиць грейфера 12. При подачі короткого імпульсу напруги на електромагніт здійснюється прямий (до об'єктиву) хід діамагазина, а при подачі тривалого

імпульсу - зворотний хід діамагазина. На виносці *рисунка 4.3* показано положення грейфера при здійсненні прямого ходу діамагазина (упор грейфера 12 в палець 13).

Підключення діапроектору в електромережу здійснюється мережевим шнуром. Рекомендується включати діапроектор в мережу через стабілізатор напруги, так як підвищення напруги скорочує термін служби лампи проекції, а зниження напруги призводить до зменшення світлового потоку.

Змащування діапроектора забезпечує його нормальну роботу протягом гарантійного терміну.

Всі механізми змащені:

- а) маслом мастильним 132-21 ТУ 6-02-897-74 для металу з металом;
- б) сумішшю вазеліну технічного з маслом вазеліновим в пропорції 1: 1 по вазі для металу з пластмасою;
- в) вазеліном технічним для пластмаси з пластмасою.

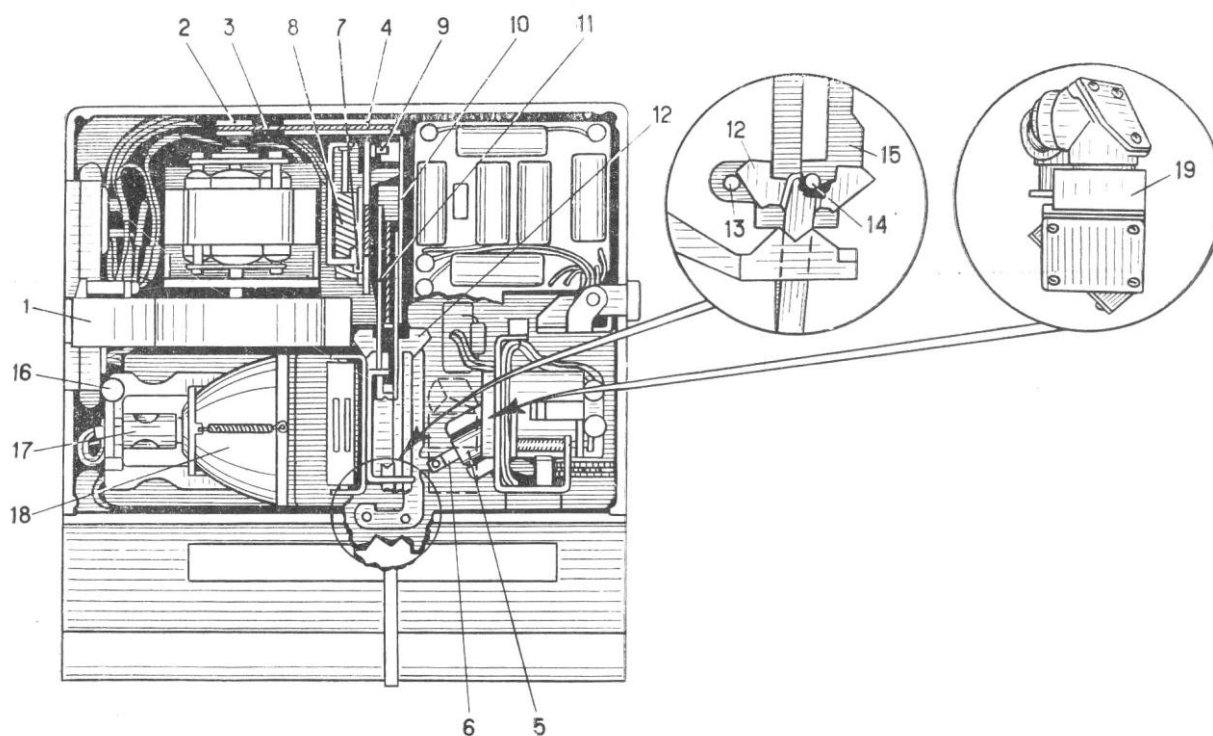


Рисунок 4.3– Діапроектор зі знятою кришкою

- 1 – вентилятор; 2,4 – шківи; 3 – пасик; 5 – електромагніт;
- 6 – сердечник електромагніта; 7– собачка; 8 – колесо храповика;
- 9 – палець водила; 10 – змінник кадрів; 11– штовхач змінника;
- 12 – грейфер; 13,14 – пальці; 15 – важіль; 16 – гвинт;
- 17 – патрон з лампою; 18 – відбивач; 19 – авто фокус.

4.3 Оптична схема

Оптична схема діапроектора (рисунок 4.4) складається з освітлювальної, проєкційної частини і оптичної частини автофокусування пристрою.

Відбивач через теплофільтр направляє світловий потік від проєкційної лампи з розсіювачем на діапозитив, встановлений в кадровому вікні.

Проєкційною частиною є об'єктив, що передає зображення діапозитивів на екран в збільшеному вигляді.

В основу автофокусуємого пристрою покладена відома схема автостеження на фоторезисторах. Пучок світла від лампи автофокусу, пройшовши через лінзу і відбившись від діапозитива, потрапляє на приймальний пристрій, що складається з лінзи, світловода і фоторезисторів.

При зміні положення площини діапозитива сигнал неузгодженості надходить через підсилювач на двигун механізму підфокусування. В результаті об'єктив переміщується уздовж оптичної осі до заздалегідь виставленого розміру між об'єктивом і площиною діапозитива. Зображення на екрані фокусують вручну обертанням оправы об'єктива, дистанційно за допомогою пульта дистанційного керування і автоматично за допомогою автофокусуємого пристрою.

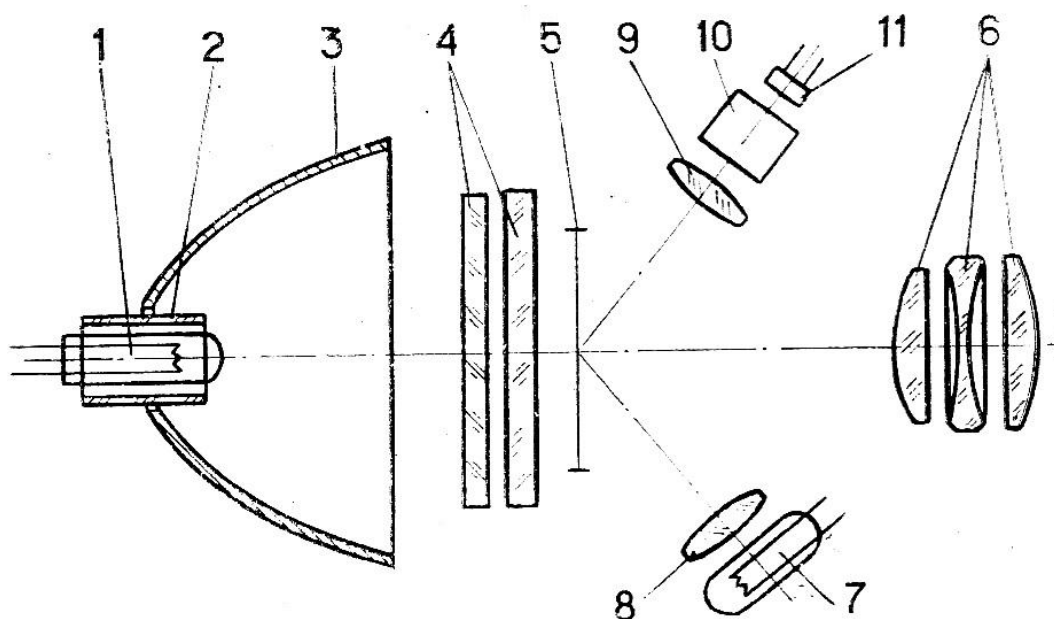


Рисунок 4.4 – Оптична схема діапроектора

1 – проєкційна лампа; 2 – розсіювач; 3 – відбивач;

4 – Теплофільтр; 5 – кадрове вікно; 6 – об'єктив;

7 – лампа авто фокусу; 8, 9 – лінза; 10 – світловод; 11 – фоторезистор.

4.4 Електрична схема

Електрична схема (рисунки 4.5) містить такі основні елементи:

- Електродвигун приводу механізму зміни кадру М1;
- Електродвигун приводу механізму підфокусування М2;
- Трансформатор Тр;
- Електромагніт включення основного приводу Ем;
- Проекційна лампа Л1;
- Пульст дистанційного керування;
- Резистор перемінний з вимикачем R15;
- Лампа автофокусувального пристрою Л2;
- Фоторезистори R21 і R22.

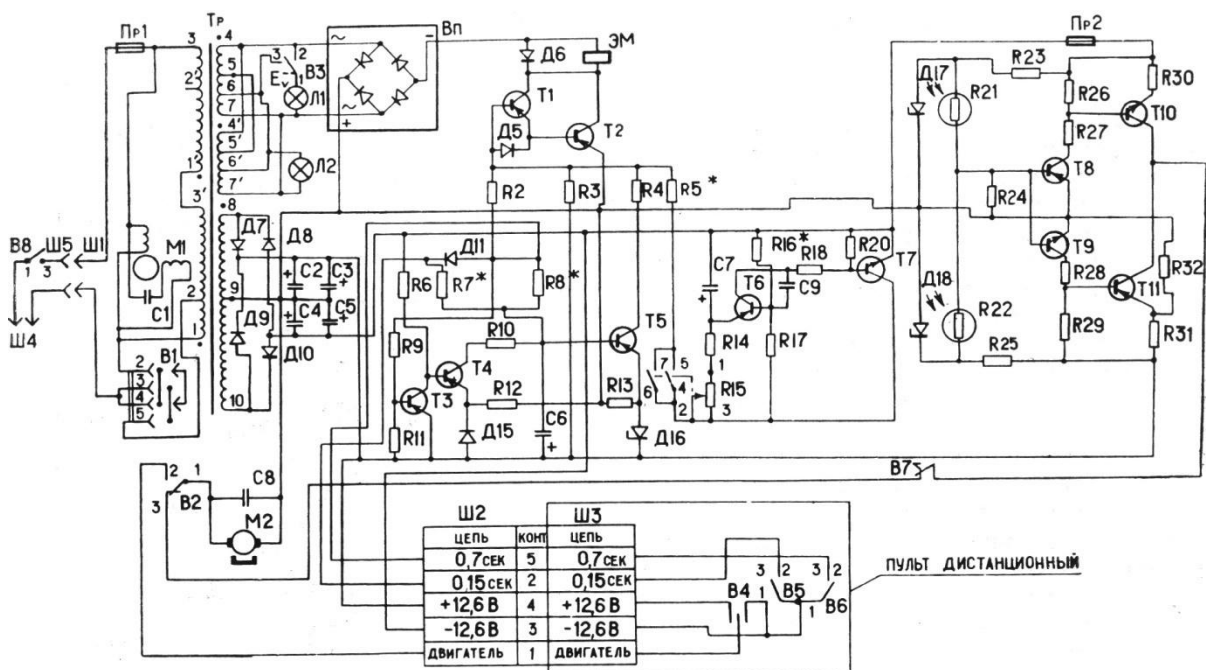


Рисунок 4.5 - Електрична схема

Трансформатор служить для живлення проекційної лампи, лампи автофокусувального пристрою, елементів автоматики, а також для живлення електродвигуна приводу механізму зміни кадру при напрузі мережі 127В.

На вході схеми встановлено запобіжник ПР1, а в підсилювачі автофокусувального пристрою – запобіжник ПР2.

Перемикач напруги мережі здійснюють перемикачем В1, включення – виключення проекційної лампи – перемикачем В3.

Перемикач В5 служить для зміни діапозитивів в прямому напрямку, перемикач В6 – для зміни діапозитивів у зворотному напрямку, а перемикач В4 для підфокусування зображення на екрані від дистанційного пульта. Перемикач В7 служить для включення автофокусувального пристрою в момент установки

діапозитива в кадрове вікно і відключення автофокусуєчого пристрою під час зміни діапозитивів.

Перемикання режимів підфокусування: зображення здійснюють перемикачем В2. Механізм зміни кадрів і переміщення діамагазина приводиться в рух електродвигуном.

Приводом електродвигуна є круглоремінна передача, яка передає рух для зміни кадру на інший (автоматично). Ми знаємо, що ремінні передачі складаються з ведучого і веденого шківів, розташованих на відстані один від одного і огинають приводним ременем. У приладі є лампа розжарювання яка служить підсвічуванням кадру, а також рядом розташовані і відбивачі для збільшення різкості зображення. Прямо поруч з лампою розташовані вентилятори. Один з яких служить для запобігання кадру від перегорання, а інший охолоджує саму лампу. Якби не було цих вентиляторів, то прилад довго не працював при постійній роботі. Плавно змінюється картинка за рахунок електромагніта (муфти). Також, щоб не було перекосу кадрів, їх ставили по середині планки. За допомогою пульта можна управляти подачею слайдів в прямому і зворотному напрямку, а також фокусування зображення.

4.5 Порядок виконання роботи

1. На пристрої з електроприводом визначити , які в ньому використовуються приводи.
2. Визначити основні вузли пристрою та способи їх взаємодії.
3. Описати роботу цих вузлів.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Яка кількість в пристрої електроприводів?
2. Яке призначення в пристрої вентилятора?
3. Як в пристрої відбувається зміна кадру?
4. Чому в пристрої використовується гумовий пасик?

Лабораторна робота № 5

ПАКЕТНІ ПЕРЕМИКАЧІ ТА ВИМИКАЧІ

Прилади та приладдя:

1)

Метою роботи є описати видані викладачем деталі.

5. Теоретичні відомості

5.1 Основні терміни та визначення

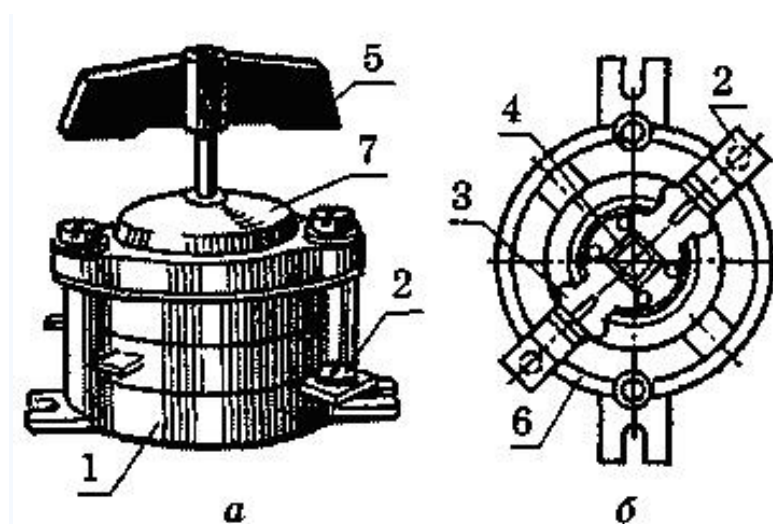


Рисунок 5.1 – Пакетний вимикач:

а – загальний вигляд; б – полюс (вид зверху);

1 – ізоляційні секції (пакети); 2 – нерухомі контакти; 3 – рухливі контакти;
4 – чотиригранний валик; 5 – рукоятка; 6 – фіброві шайби; 7 – кришка.

Пакетні вимикачі позначаються буквами ПВ, а перемикачі – ПП. Перша цифра після букв вказує на число полюсів, друга (після дефіса) – відключається струм в амперах при напрузі 220 В.

Пакетні вимикачі і перемикачі складаються з двох основних вузлів: контактної системи і перемикаючого механізму. Контактна система набирається з окремих секцій. Секція складається з ізолятора 1 (рисунок 2.1), в пазах якого перебувають нерухомі контакти 2 з гвинтами для підключення проводів мережі, і пружних рухомих контактів 3 з фібровими іскрогасійними шайбами 6.

Окремі секції збираються на скобі 2 (рисунк 5.3) зі стяжними шпильками. Скоби мають пази для кріплення пакетних перемикачів (3-го виконання) до панелі при монтажі. Кріплення пакетних вимикачів і перемикачів (1-го та 2-го виконання) так само може здійснюватися і за допомогою верхніх скоб 1, мають пази і знаходяться на кришці.

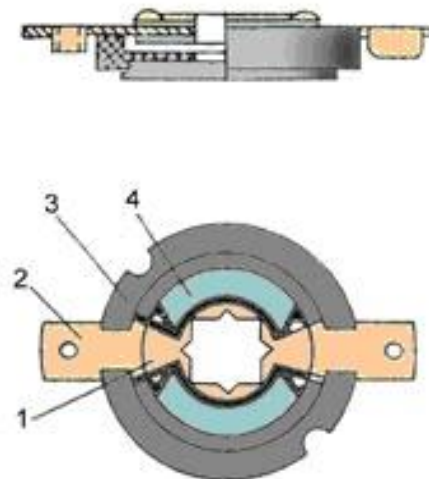


Рисунок 5.2 – Контактна система:

1 – рухливі контакти, 2– нерухомі контакти, 3– ізолятор, 4 –іскрогасійні шайби.

Скоби мають пази для кріплення пакетних вимикачів і перемикачів (3-го виконання) до панелі при монтажі. Кріплення пакетних вимикачів і перемикачів (1-го і 2-го виконання) також може здійснюватися і за допомогою верхніх скоб 1, мають пази і знаходяться на кришці. Контакти в пакетних вимикачах і перемикачах ковзаючі. Необхідне зусилля натискання контактів забезпечується за рахунок пружних властивостей рухомих контактів. Механізм переключення 4 розташований над контактною системою в кришці апарату. Пакетні вимикачі і перемикачі забезпечені механізмом миттєвого перемикання, тому швидкість переміщення рухомих контактів не залежить від швидкості обертання рукоятки.

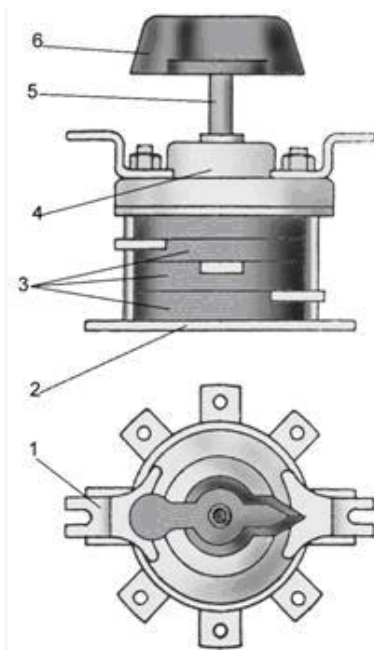


Рисунок 5.3 – Перемикальний механізм:

1 – верхня скоба, 2 – скоба зі шпилькою, 3 – ізолятор (пакет), 4 – механізм переключення, 5 – вал, 6 – рукоятка

Механізм перемикання складається з заводний пружини, валика з рукояткою, пружинної шайби (або упору) і фіксуючих виступів, обмежують поворот пружинної шайби (упору) і разом з нею рухомих контактів при перемиканні. Вимикачі мають чітку фіксацію комутаційних положень, що запобігає при нормальній роботі не передбачене мимовільне включення, переключення і зупинку рухомих частин між комутаційними положеннями.

Фіксація вважається чіткої, якщо при повороті рукоятки на кут більше 120° відбувається перемикання контактної системи з одного стану в інше, а при повороті рукоятки не більше ніж на 45° в будь-яку сторону, положення контактної системи не змінюється.

Кришки мають по чотири фіксують виступу, розташованих один до іншого під кутом 90° , що визначає число комутаційних положень, рівне чотирьом. Це дозволяє обертати рукоятку і всю рухливу систему апарату в обидві сторони.

Конструкція пакетних вимикачів і перемикачів забезпечує можливість:

- комутація значних струмів в апаратах порівняно невеликих габаритів, що досягається гасінням дуги в закритій камері, застосуванням фібрових іскрогасійних шайб, використанням подвійного розриву дуги в кожному полюсі (фазі) значній швидкості розмикання контактів;

- створення із стандартних елементів перемикачів найрізноманітніших схем (з числом комутаційних положень не більше чотирьох);

– вбудову апаратів в захисні оболонки (водозахисні, пилонепроникні, герметичні);

– працюють в будь-якому положенні і невелику чутливість до ударів та вібрації.

5.2 Застосування перемикачів в пересувних електростанціях.

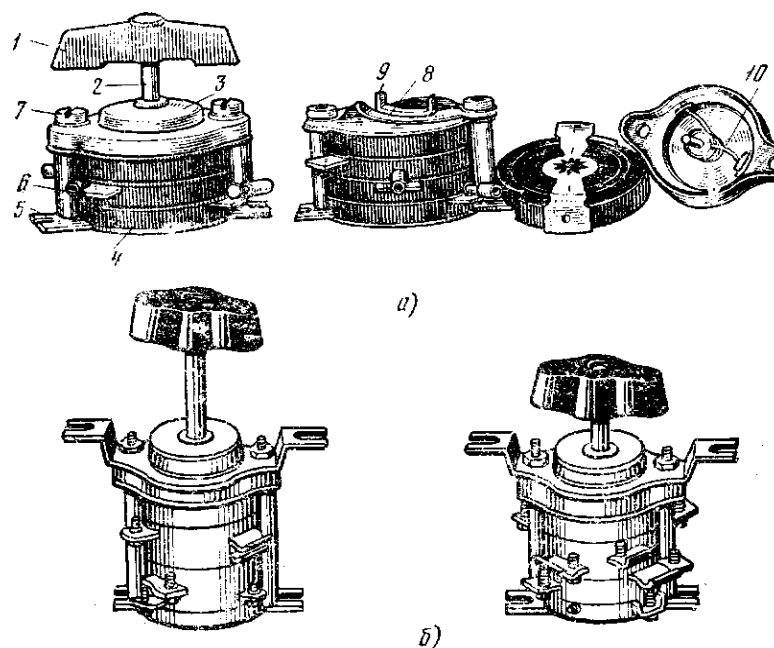


Рисунок 5.4 – Пакетні вимикачі і перемикачі:

а – загальний вигляд і деталі вимикача ПК, б – перемикачі ПП;

1 – рукоятка, 2 – вісь, 3 – кришка, 4 – пакет (полюс), 5 – кріпильне вушко, 6 – вивід нерухомого контакту, 7 – стяжна шпилька, 8, 9 – нерухомий і рухомий контакти, 10 – пружина.

Пакетний вимикач ПК (рисунок 5.4, а) складається з рухомих контактів 9, укріплених на осі 2 з пружиною 10, і карболітовими пакетів (полюсів) 4 з вмонтованими в них нерухомими контактами 8. На який із пакетів кінець осі вимикача надіта рукоятка 1, при повороті якої пружина натягується. Під дією зведеною пружини вісь повертається і з великою швидкістю замикає або розмикає контакти вимикача. Для швидкого гасіння дуги в пакетному вимикачі є фіброві шайби, які під впливом високої температури дуги розкладаються, виділяючи газ, що сприяє розриву і гасіння дуги. Вимикачі ПК розраховані на струми від 10 до 100 А при напрузі 220 В і від 6 до 60 А при напрузі 380 В.

У розподільних пристроях пересувних електростанцій для включення, відключення і комутації електричних ланцюгів застосовують також пакетні вимикачі ПВ – 2 двополюсного або ПВ – 3 триполюсного виконання на струми 10, 25, 60, 100, 250 і 400 А при напрузі 220 В і на струми 6, 15, 40, 60, 150 і 250 А при напрузі 380 В.

Для перемикання і комутації електричних ланцюгів служать перемикачі ПП (рисунок 5.4, б).

Пакетні вимикачі і перемикачі мають принципово однакове пристрій і використовуються в пересувних електростанціях для включення і відключення приладів розподільних пристроїв, а також для комутації силових ланцюгів при змінах режимів роботи агрегату. Пакетні вимикачі і перемикачі є неавтоматичними апаратами і тому не забезпечують автоматичне відключення ділянки мережі або електроустановки при аварійних режимах, викликаних струмами перевантаження або короткого замикання, а також при неприпустимому зниженні напруги.

5.3 Порядок виконання роботи

1. Визначити призначення перемикача або вимикача.
2. Визначити технічні характеристики перемикача або вимикача.
3. Описати принцип дії перемикача або вимикача.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Яке призначення фіксаторів в перемикачах та вимикачах?
2. Яке призначення обмежувачів в перемикачах та вимикачах?
3. Яке призначення додаткових прижимів на контактах в перемикачах та вимикачах?
4. Який матеріал використовується для виготовлення контактів в перемикачах та вимикачах?

Лабораторна робота № 6

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ВАЛІВ

Прилади та приладдя:

- 1) Штангенциркуль;
- 2) Лінійка;
- 3) Олівець;
- 4) Циркуль;

Метою роботи є ознайомлення з основними типами валів; познайомитися з правилами виконання робочих креслень валів відповідно до нормативів і вимог ЕСКД; освоїти навички користування нормативними таблицями для визначення розмірів основних конструктивних елементів вала, освоїти навички виконання ескізу вала з зразка; познайомитися з системою допусків і посадок, шорсткістю поверхонь, позначенням їх на кресленні вала.

6. Теоретичні відомості

6.1 Класифікація осей і валів

Вал – деталь, призначена для підтримки обертових разом з ним деталей (шківів, зубчастих коліс, з'єднувальних муфт і т.д.) і передачі крутного моменту.

При роботі вал відчуває вигин і кручення, а в окремих випадках розтягування і стиснення.

Вісь – деталь, призначена тільки для підтримки обертових разом з нею деталей.

На відміну від вала вісь його не передає крутного моменту і працює тільки на вигин. У машинах осі можуть бути нерухомими або ж можуть обертатися з насадженими на них деталями (рухливі осі).

Осі являють собою прямі стрижні, а вали розрізняють прямі (*рисунок 6.1, а*); колінчаті (*рисунок 6.1, б*); кривошипні (*рисунок 6.1, в*) і гнучкі (*рисунок 6.1, г*).

Кривошипні і колінчаті вали використовують для перетворення зворотно-поступального руху в обертальний (поршневі двигуни) або навпаки (компресори). Гнучкі вали передають обертання між вузлами машин, міняють своє положення в роботі (стоматологічні машини) і ін.

За конструктивними ознаками вали і осі ділять на гладкі (*рисунок 6.2*) і ступінчасті (*рисунок 6.1, а*).

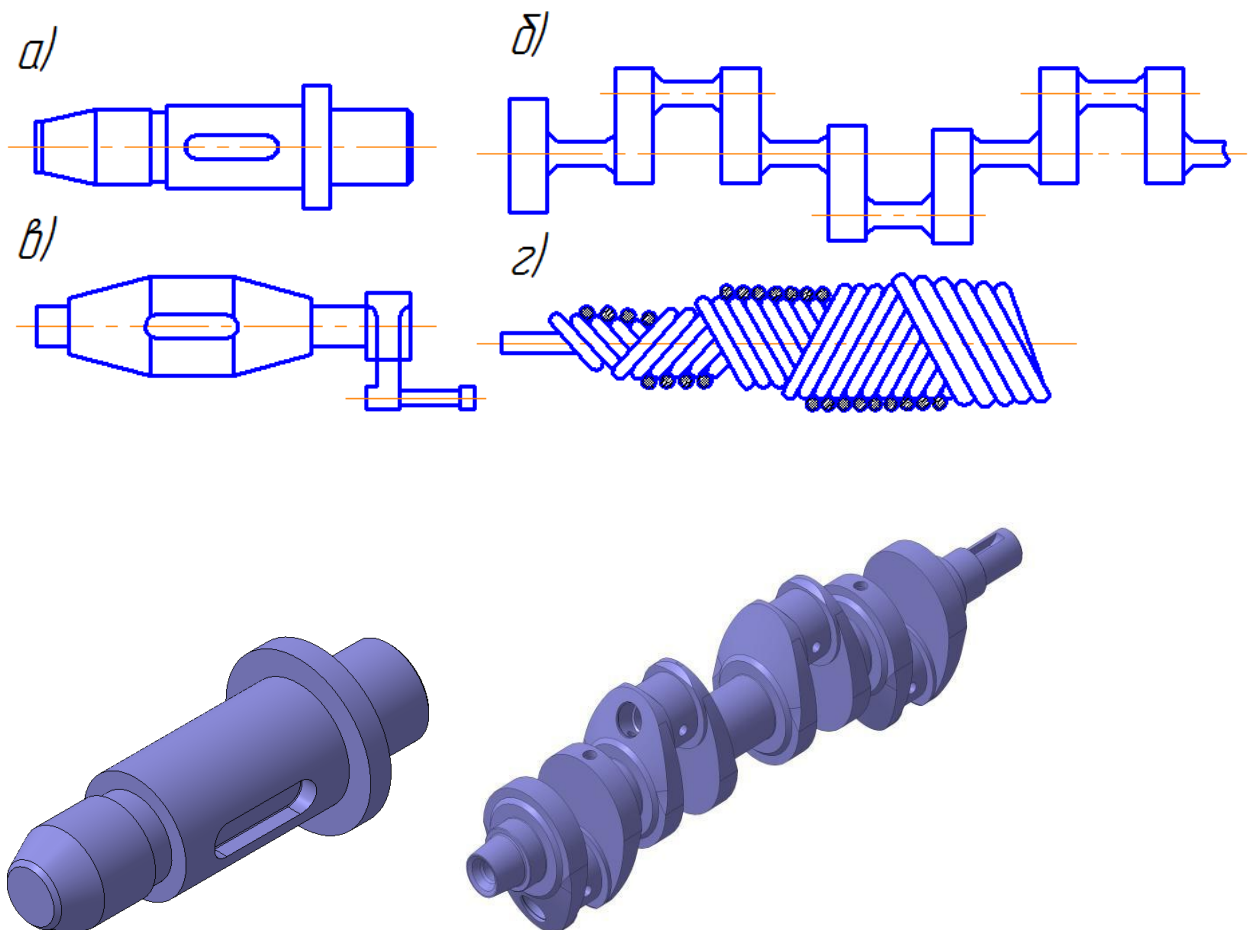


Рисунок 6.1 –Вали

Найбільш поширені ступінчасті вали, тому що їх форма зручна для установки на них деталей, а також монтажу деталей при посадках з натягом.

За типом перетину вали і осі бувають: суцільні (рисунок 6.2, а) і порожністі (рисунок 6.2, б). Порожністі вали виготовляють для зменшення ваги або коли через вали пропускають іншу деталь, підводять масло та ін.

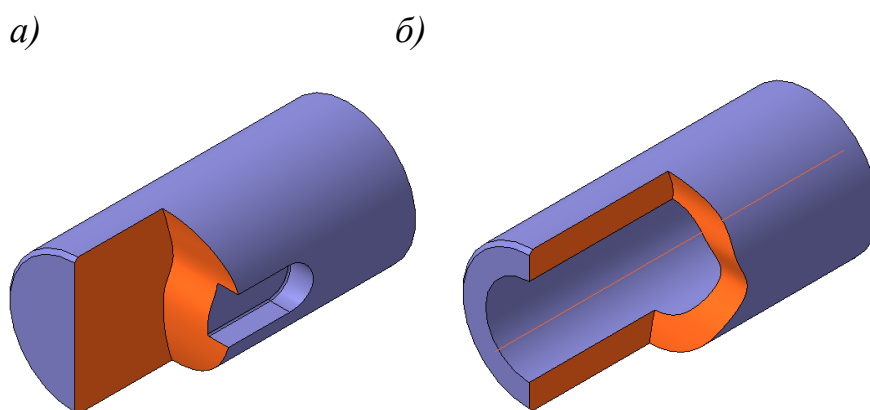


Рисунок 6.2–Типи перерізу валів

Вихідні кінці валів виконують конічними (рисунок 6.1, а) або циліндричними (рисунок 6.3).

Переважно поширення набуває скінченна форма кінцевої ділянки вала, що забезпечує точне і надійне з'єднання, можливість легкого монтажу і зняття встановлених деталей.

6.2 Конструктивні елементи валів і осей

Конструкція валів визначається деталями, які на них розміщуються, і розташуванням опор.

При конструюванні валів і осей приймають до уваги технологію збирання та розбирання, механічну обробку, витрату матеріалу тощо.

У конструкції ступеневої валу умовно виділяють наступні елементи: кінцеві ділянки; ділянки переходу від однієї сходинки до іншої; місця посадки підшипників, ущільнень і деталей, що передають момент обертання. Кожен елемент має свою назву (*рисунок 6.3*).

Цапфа (Ц) – ділянка валу (осі), яким він спирається на підшипник.

Шипом називається цапфа, розташована на кінці вала (осі) і призначена для сприйняття, в основному, радіального навантаження.

П'ятою називається цапфа, розташована на кінці вала (осі) і призначена для сприйняття, в основному, осьового навантаження.

Шийкою називається проміжна цапфа, розташована в середній частині вала (осі).

Заплечик (З) – перехідна торцева поверхня від одного перетину вала (осі) до іншого, призначена для упору деталей, встановлених на валу або осі.

Буртик (Б) – кільцеві потовщення валу (осі), що становить одне ціле з валом (віссю).

Канавка (К) – поглиблення на поверхні меншого діаметра між сусідніми ступенями валів: призначена для щільного прилягання деталі до заплечика (буртика), виходу шліфувального круга, при обробці поверхні меншого діаметру, виходу різьбонарізного інструменту. Ці канавки підвищують концентрацію напружень.

Галтель (Г) – криволінійна поверхня плавного переходу від меншого перетину вала (осі), до плоскої частини заплечика або буртика.

Фаска (Ф) – скошена частина бічної поверхні вала (осі) у торця вала (осі), заплечика, буртика. Служить для полегшення складання та запобігання травмуванню рук.

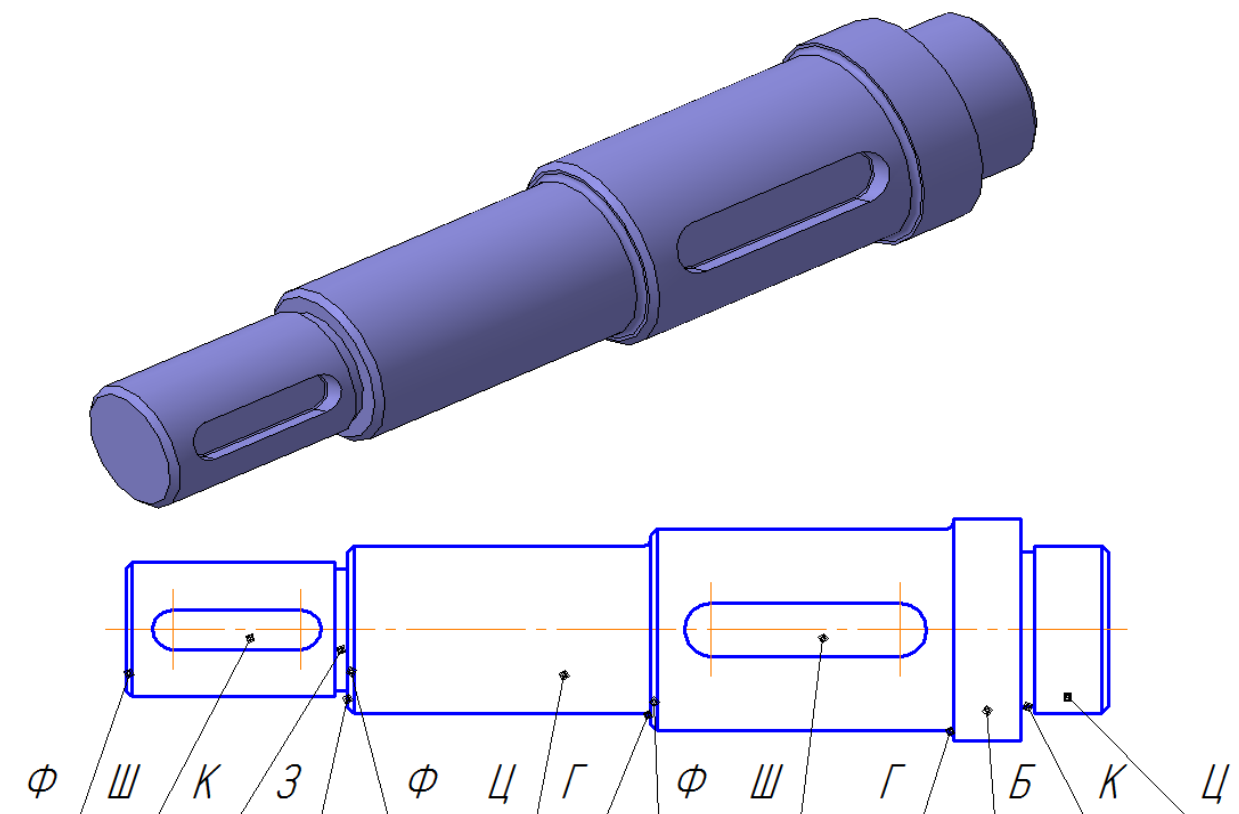


Рисунок 6.3–Елементи валів

Радіуси заокруглень гантелів, розміри фасок приймають по ГОСТ 12080-66 в залежності від діаметра вала.

Шпонковий паз (Ш) – поглиблення в валах для установки шпонок. Виконують на ділянках кріплення деталей, що передають крутний момент.

Розміри пазів шпон приймають по ГОСТ 23360-78.

Завдяки масовому застосуванню валів і осей в механізмах для них вироблені нормативи на виконання різних конструктивних елементів.

6.3 Матеріали валів і осей

Матеріали повинні бути міцними, добре механічно оброблятися. Вали і осі виготовляють переважно з вуглецевих і легованих сталей. Для валів і осей без термообробки застосовують: сталі 35, 40, 45, Ст. 3, ст. 4, ст. 5. Осі і вали, до яких висувають підвищені вимоги, виконують з середньвуглецевих або легованих сталей 45, 40Х та інших.

Тяжелонагружених вали складної форми виготовляють з модифікованого або високоміцного чавуну.

6.4 Розміри, граничні відхилення, допуски і посадки

Геометричні параметри валів кількісно оцінюються розмірами.

Розмір – числове значення лінійної величини (діаметра, довжини і т.д.) в обраних одиницях виміру. На кресленнях деталей проставляють номінальні розміри в міліметрах.

Номінальним розміром називають розмір виробу, отриманий за розрахунком або обраний по конструктивних міркувань. Виготовлені вироби завжди мають деякі відхилення від номінальних розмірів.

Дійсні розміри отримують шляхом вимірювання готової деталі. Точність деталі по геометричним параметрам задається через точність геометричних розмірів у вигляді відхилень.

Верхнє граничне відхилення – алгебраїчна різниця між найбільшим допустимим граничним і номінальним розмірами.

Нижнє граничне відхилення – алгебраїчна різниця між найменшим допустимим граничним і номінальним розмірами.

Допуск – різниця між найбільшим і найменшим граничними розмірами.

Поле допуску – зона, обмежена верхнім і нижнім відхиленнями, визначається числовим значенням допуску.

До різних сполук пред'являють неоднакові вимоги щодо точності виготовлення. Тому система допуску містить 19 квалітетів: 01, 0, 1, 2, 3, ... 17, розташованих в порядку убутання точності.

Квалітет – сукупність допусків з однаковою відносною точністю для всіх номінальних розмірів діапазону. Допуски в квалітетах 01 ... 4 призначені для вимірювальних інструментів, квалітети 5 ... 13 дають допуски для сполучених розмірів деталей, квалітети 14 ... 17 для неспряжуваних розмірів.

На посадочні місця вала, тобто на поверхні вала, пов'язані з іншими деталями (підшипниками, муфтами, зубчастими колесами і ін.), задають поля допусків відповідно до посадками, показаними на складальних кресленнях (*рисунок 6.4*).

Характер з'єднання деталей називають посадкою. Характеризує посадку різниця розмірів деталей валу і отвори до збірки.

Посадки можуть бути з зазором, з натягом і перехідні - коли можливе отримання як зазору, так і натягу.

Зазор – різниця розмірів отвору і вала, якщо розмір отвору більше розміру вала.

Натяг – різниця розмірів валу і отвору до збірки, якщо розмір вала більше розміру отвору.

Різноманітні посадки зручно отримувати, змінюючи положення поля допуску або вала, або отвори, залишаючи для всіх посадок поле допуску однієї з деталей незмінним. Деталь, у якій поле допуску залишається без зміни і не залежить від виду посадки, називають основною деталлю системи. Якщо цією деталлю є отвір, то з'єднання виконано в системі отвору, якщо основною деталлю є вал – в системі вала.

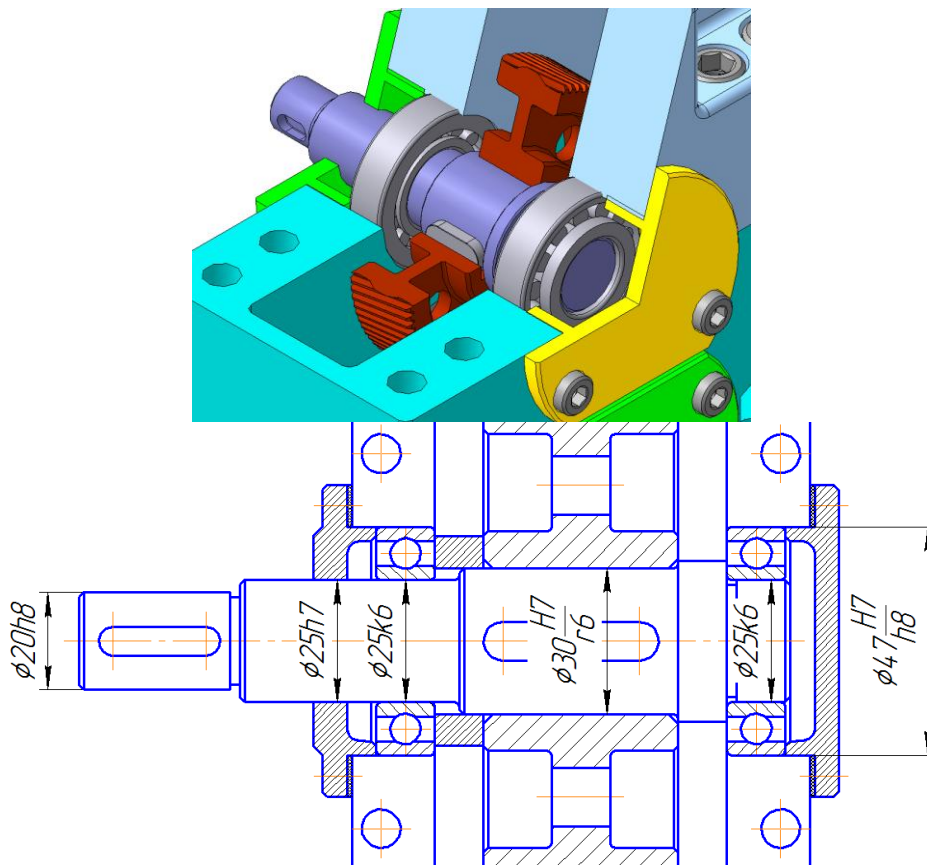


Рисунок 6.4–Вал в зборі

Основні відхилення позначають буквами латинського алфавіту: для отвори прописними А, В, С і т.д. ; для валів - малими а, b, с і т.д. Переважно призначають посадки в системі отвору з відхиленням Н.

Для посадок з зазором рекомендують приймати вали з відхиленням - f, g, h; для перехідних посадок - js, k, m, n; для посадок з натягом - p, r, s.

Для з'єднання валів: з зубчастими колесами рекомендують приймати відхилення - R6, r7; з муфтами - n7, r6, k6; зі шківками і зірочками - js6, h7; з внутрішніми кільцями підшипників кочення - k6; з манжетами - h8.

Приклад позначення посадок: посадка в системі отвір позначається $\text{Ø}50 \frac{H7}{r6}$ з'єднання двох деталей з номінальним діаметром 50 мм, оброблених по полях допусків H7 - отвір і r6 - вал в системі отвору. Цифри означають номер квалітету. Посадка в системі вала матиме позначення $\text{Ø}50 \frac{F7}{h6}$.

6.5 Шорсткість поверхні

Точність деталей по геометричним параметрам характеризується не тільки відхиленнями розмірів, а й відхиленнями поверхонь. Дійсні поверхні відрізняються від номінальних наявністю нерівностей з малими кроками, що утворюються при обробці деталей.

Шорсткість поверхні - сукупність мікронерівностей обробленої поверхні, що утворюють її рельєф на певній ділянці. Вимоги до шорсткості поверхні повинні бути обґрунтованими і встановлюватися, виходячи з функціонального призначення поверхні.

ГОСТ 2789-73 встановлює наступні параметри шорсткості поверхні:

R_a - середнє арифметичне відхилення профілю, мкм (основний з висотних параметрів шорсткості; призначають на всі оброблені поверхні);

R_z - висота нерівностей профілю, мкм (визначають за п'ятьма вимірами висот нерівностей; призначають на поверхні, одержувані литтям, куванням, карбуванням).

Числові значення параметрів шорсткості вибирають з урахуванням призначення і експлуатаційних властивостей шорсткості. На кресленнях шорсткість позначають у такий спосіб: якщо вид обробки не встановлюють, то застосовують знак по (рисунк 6.5, а). Це позначення найбільш прийнятний. Якщо потрібно, щоб поверхня була утворена обов'язково видаленням шару матеріалу (гострінням, шліфуванням, поліруванням і ін.), Застосовують знак по (рисунк 6.5, б). Без видалення шару матеріалу (карбування, накочення валиками і ін.) Застосовують знак по (рисунк 6.5, в).

Позначення переважної шорсткості показують в правому верхньому кутку поля креслення (рисунк 6.6). Товщина ліній і висота знака, укладеного в дужки, така ж, як в зображенні на кресленні, а перед дужкою - в 1,5 рази більше.

Нанесення шорсткості на кресленні для різних поверхонь вала представлено в прикладі оформлення лабораторної роботи (додаток А).

а) б) в)

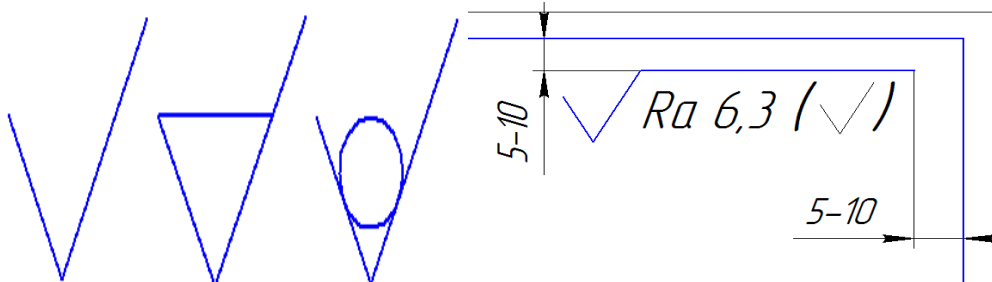


Рисунок 6.5 - Знаки для позначення переважної шорсткості

Рисунок 6.6 - Позначення шорсткості

6.6 Порядок виконання роботи

1. Виконати ескіз отриманого вала з розрізами, перерізами і з усіма необхідними елементами (заплечиками, канавками, шпонковими пазами, галтелями і т.д.). Виконати необхідні розрізи та перерізи (рис. 6.7).

2. Визначити призначення посадочних поверхонь валу: під підшипники, зубчасте колесо, полумуфту, гумові манжети.

3. Проставити розмірні лінії, орієнтуючись на приклад (рис. 6.7).

4. Проставити справжніх розмірів, використовуючи заміряні дані (діаметри, довжини ділянок валів) і дані, взяті з таблиць 6.2-6.5.

5. Заповнити таблицю параметрів вала (таблиця 6.1):

Згідно з таблицею 6.2 для ділянок валів під підшипники кочення визначити розміри заплечиків (d_1);

За таблицею 6.3 визначити довжину (L), ширину (b) і глибину (t_1) пазів шпон;

За таблицею 6.4 визначити розмір фаски (c) і радіус галтелі (r).

По таблиці 6.5 визначити розміри канавок (d_1 , r , r_1 , b) для виходу шліфувального круга. Проставити ці значення на ескізі валу.

6. Вказати граничні відхилення лінійних розмірів поверхонь вала під підшипники, зубчасте колесо, полумуфту, гумові манжети умовними позначеннями полів допусків (див. Підрозділ 6.4).

7. Проставити шорсткість поверхонь, користуючись таблицею 6.6.

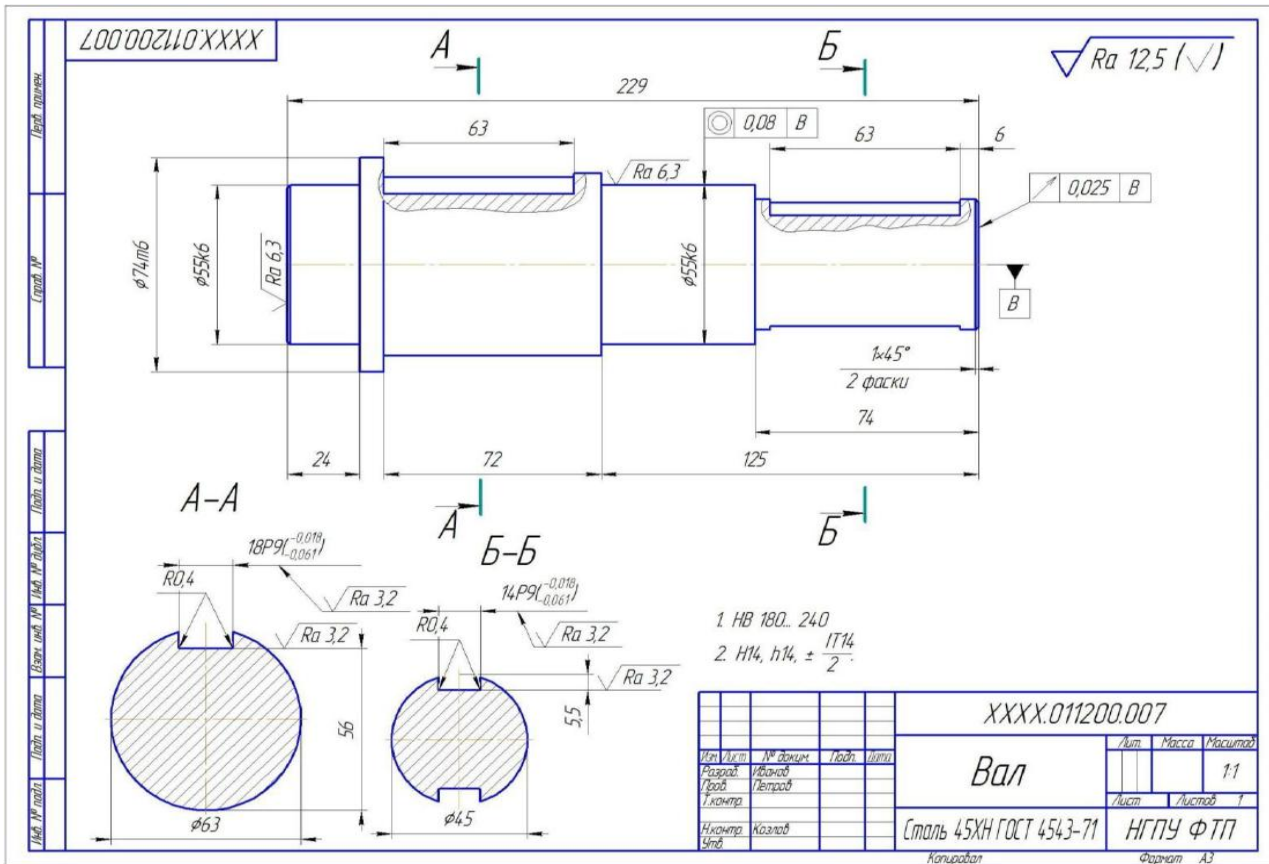


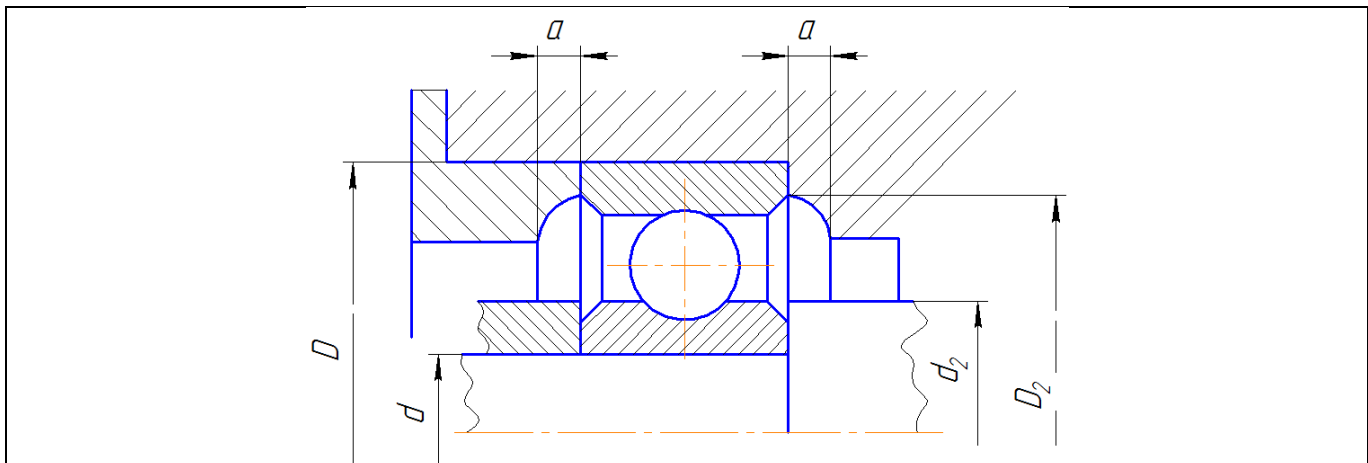
Рисунок 6.7 - Приклад оформлення ескізу вала

Таблица 6.1

Параметри і розміри вала

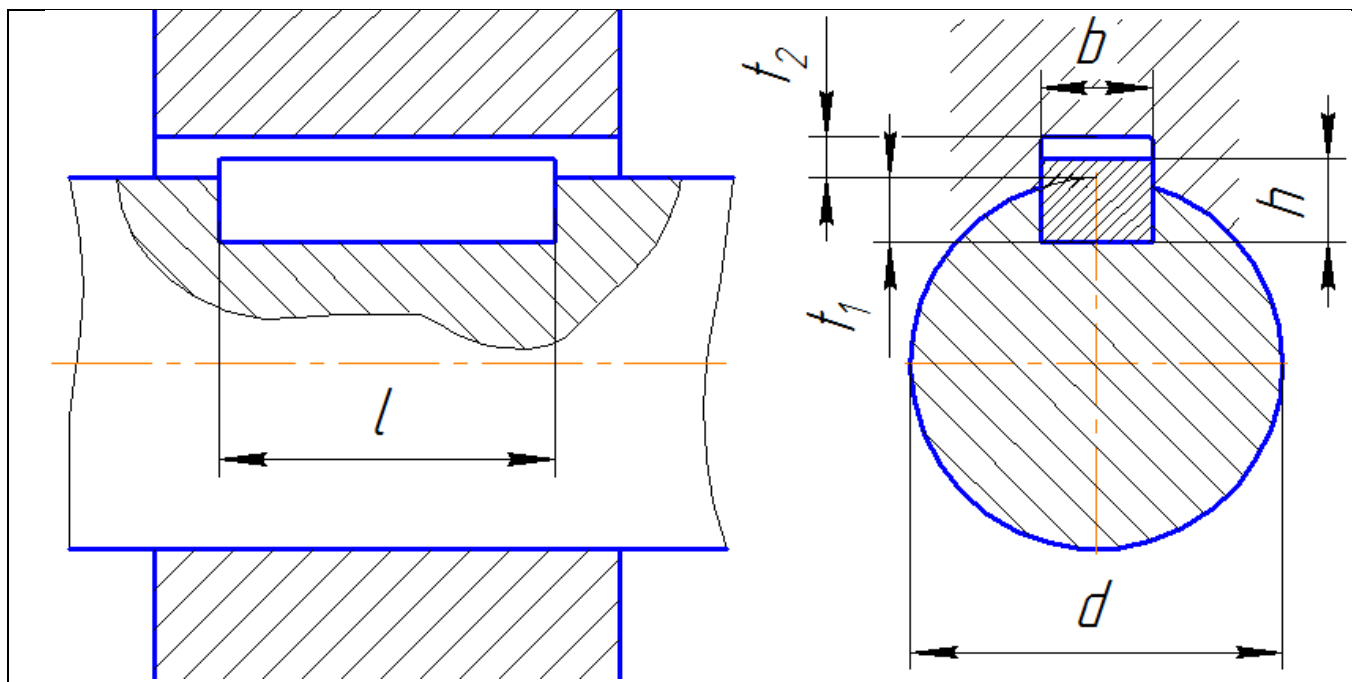
Елементи вала	Позначення	Значення, мм	
		Заміряні	Номінальні
Заплечики під підшипники	d_2		
Вихідний кінець вала: розмір фаски розмір галтелі	c r		
Шпонковий паз: ширина глибина довжина	b t_1 l		
Канавка: жолобник жолобник ширина	r r_1 b		

Заплечики для установки підшипників кочення, мм



d	D	d_2 , не менше	d_2 , не більше	D_2 , не більше	D_2 , не менше	a , не менше
15	35	19,0	-	31	-	
17	40	21,0	21,5	36	-	
20	47	25,0	25,5	42	-	
25	52	30,0	30,5	47	-	
30	62	35,0	36,0	57	-	2,0
35	72	42,0	-	65	-	
40	80	46,5	47,5	73	-	
45	85	52,0	53,0	78	-	
50	90	57,0	-	83	-	3,0
55	100	63,0	-	91	-	
60	110	68,0	-	101	-	

**Шпонкове з'єднання з призматичними шпонками
(ГОСТ 23360-78), мм**

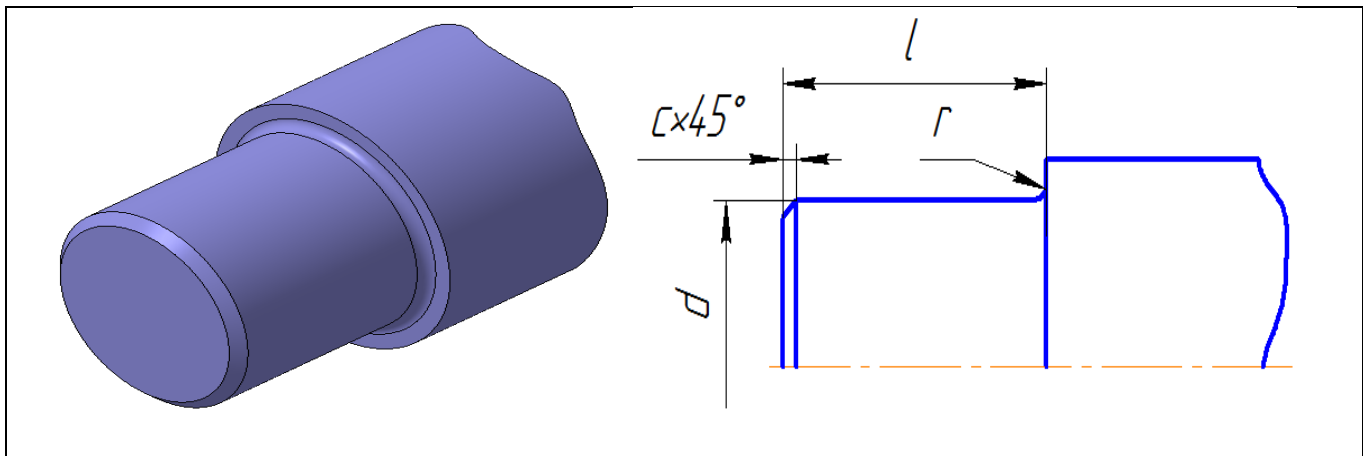


Діаметр вала, d	Перетин шпонки		Глибина паза		Довжина, l
	b	h	вала, t_1	втулки, t_2	
Св.12 до 17	5	5	3	2,3	10...56
17...22	6	6	3,5	2,8	14 70
22...30	8	7	4	3,3	18...90
30...38	10	8	5	3,3	22...110
38...44	12	8	5	3,3	28...140
44...50	14	9	5,5	3,8	36...160
50...58	16	10	6	4,3	45...180
58...65	18	11	7	4,4	50...200
65...75	20	12	7,5	4,9	56...220
75...85	22	14	9	5,4	63...250
85...95	25	14	9	5,4	70...280

Довжини призматичних шпонок вибираються з наступного ряду: 10, 12, 14, 16, 18, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250.

Таблиця 6.4

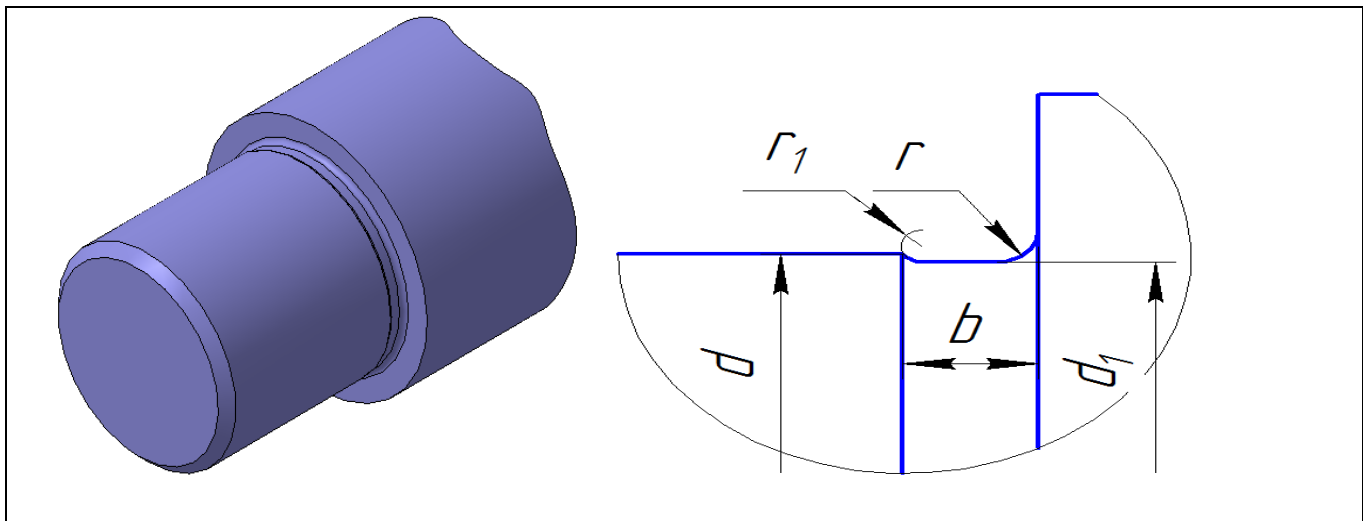
Циліндричні кінці валів (ГОСТ 12080-66), мм



d	l	r	c	d	l	r	c
20	36	1,6	1,0	40	82	2,0	1,6
22	36	1,6	1,0	45	82	2,0	1,6
25	42	1,6	1,0	50	82	2,5	2,0
28	42	1,6	1,0	55	82	2,5	2,0
32	58	2,0	1,6	60	105	2,5	2,0
36	58	2,0	1,6	70	105	2,5	2,0

Таблиця 6.5

Канавки для виходу шліфувального круга (по ГОСТ 8820-69), мм



d	d_1	r	r_1	b
До 10	$d-0,5$	0,5	0,3	2
Св. 10 до 50		1,0	0,5	3
Св. 50 до 100	$d-1,0$	1,6	0,5	5
		Св. 100	2,0	1,0
		3,0	1,0	10

Таблиця 6.6
Рекомендована шорсткість поверхні

Вид поверхні	$R_a, \mu\text{мкм}$
Посадочні, що не труться поверхні виробів не вище 8-го квалітету (поверхні під колеса, муфти та ін.) Вільні несуміжні торцеві поверхні валів	6,3; 3,2
Посадочні поверхні валів під підшипники кочення класу точності 0 при: d до 80 мм $d_{\text{св.}}$ 80 мм	1,25 2,5
Торці заплечиків валів для базування підшипників кочення класу точності 0	2,5
Торці заплечиків валів для базування зубчастих, черв'ячних коліс при відношенні довжини отвору маточини до його діаметру: $l/d < 0,7$ $l/d \geq 0,7$	1,6 3,2
Поверхні валів під гумові манжети	0,6
Канавки, фаски, радіуси галтелей	6,3
Поверхні пазів шпон на валах: робочі неробочі	3,2 6,3
Робочі поверхні витків циліндричних черв'яків: циліндричних	6,3
Поверхні виступів зубів коліс, витків черв'яків, зубів зірочок ланцюгових передач	3,2

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Дайте визначення поняття «вал».
2. Дайте визначення поняття «вісь».
3. Поясніть, у чому різниця між валом і віссю.
4. Перерахуйте види валів по геометричними ознаками.
5. Яке призначення кривошипних, колінчастих, гнучких валів? Наведіть приклад використання цих валів.
6. Перерахуйте види валів за конструктивними ознаками.
7. Чим викликано найбільшого поширення східчастих валів?
8. Перелічіть види валів по типу перетину.
9. Чим викликана необхідність виготовлення порожнистих валів?
10. Чим визначається конструкція валів?
11. Дайте визначення поняттям: цапфа, шип, п'ята, шийка, заплечик, буртик, канавка, жолобник, фаска, шпонкові паз.
12. Поясніть, у чому різниця між заплечиком і буртиком?
13. Поясніть, у чому різниця між шипом, п'ятої та шийкою?
14. Перерахуйте матеріали для виготовлення валів і осей.
15. Дайте визначення поняттям: розмір, номінальний розмір, дійсний розмір.
16. Дайте визначення поняттям: верхнє граничне відхилення, нижнє граничне відхилення, допуск, поле допуску, квалітет.
17. Дайте визначення поняттям: посадка, зазор, натяг.
18. Дайте визначення поняттям: система вала, система отвору.
19. Як позначають відхилення для отвору, для валів?
20. Наведіть приклади позначення посадок на кресленнях.
21. Дайте визначення поняття «шорсткість поверхні».
22. На що впливає шорсткість поверхні?
23. Що означають параметри шорсткості поверхні (R_a , R_z)?
24. Від чого залежить числове значення параметрів шорсткості?
25. Яким чином позначають шорсткість поверхні на кресленнях?

Лабораторна робота № 7

ВИВЧЕННЯ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ

Прилади та приладдя:

- 1) Набір підшипників кочення;
- 2) Штангенциркуль;

Метою роботи є ознайомлення з конструкціями основних типів підшипників кочення, їх класифікацією, характеристиками і умовними позначеннями.

7. Теоретичні відомості

7.1 Загальні положення

Підшипники кочення – це опори обертових або коливаючих деталей, що містять елементи кочення (кульки або ролики) і працюють на основі тертя кочення.

Підшипники кочення (рисунк 7.1) складаються із зовнішнього 1 і внутрішнього 4 кілець з доріжками кочення; тіл кочення 3 (кульок або роликів); сепаратора 2, що розділяє і направляючого тіла кочення.

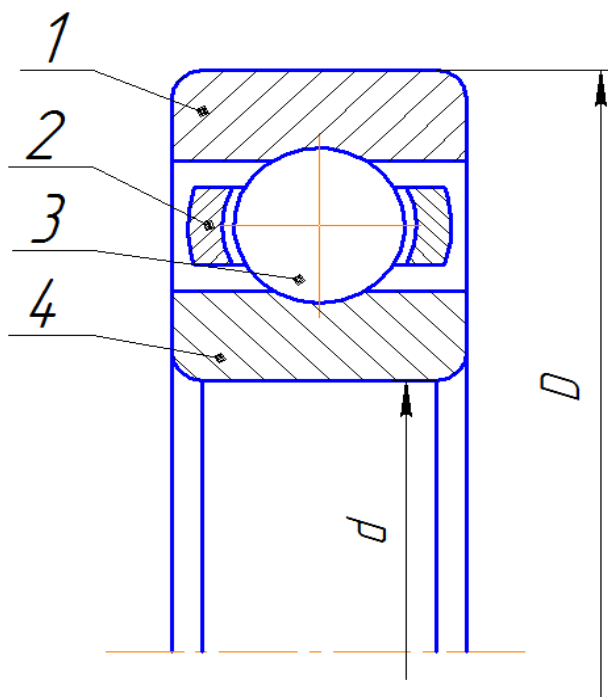


Рисунок 7.1 – Конструкція підшипника кочення

Кільця і тіла кочення (ГОСТ 520-71) виготовляють з шарикопідшипникових і високовуглецевих хромистих сталей ШХ15 і

ШХ15СГ, а також з Цементовані легованих сталей 18ХГТ і 20Х2Н4А. Твердість кілець і роликів - HRC 60 .. 65, кульок - HRC 62 ... 66.

Сепаратори виготовляють з м'якої вуглецевої сталі методом штампування. Для високошвидкісних підшипників застосовують масивні сепаратори з бронзи, анодованого алюмінію, металокераміки, текстоліту, поліамідів. У спеціальних випадках виготовляють пластмасові сепаратори з металевим каркасом.

Стандартизовані типи підшипників кочення (ГОСТ 8328-75, ГОСТ 8338-75, ГОСТ 8545-75, ГОСТ 333-79, ГОСТ 6874-75, ГОСТ 6870-81), розміри тіл кочення (ГОСТ 3722-81), посадки підшипників (ГОСТ 3325-55), нормальні габаритні розміри (ГОСТ 3478-79), система умовних позначень (ГОСТ 3189-75).

Промисловість випускає понад 1000 типів підшипників із зовнішнім діаметром від 1 мм до 2,6 м, масою від 0,5 г до 3500 кг, робочою частотою обертання до 60000 хв-1, а в деяких випадках до 150 000 хв-1.

Основними перевагами підшипників кочення в порівнянні з підшипниками ковзання є:

- 1) менші моменти сил тертя і тепловиділення; мала залежність моментів сил тертя від швидкості; значно менший (в 5 ... 10 разів), ніж в підшипниках ковзання, пусковий момент;
- 2) значно менші вимоги по догляду, менша витрата мастильного матеріалу;
- 3) велика несуча здатність на одиницю ширини підшипника;
- 4) значно менша витрата дорогих кольорових матеріалів, порівняно низькі вимоги до матеріалу і термічної обробки валів.

До недоліків підшипників кочення відносяться: високі контактні напруги і тому обмежений термін служби, великі діаметральні габаритні розміри, висока вартість унікальних підшипників при дрібносерійного виробництва, менша здатність до демпфуванню коливань, ніж у підшипників ковзання, підвищений шум при високих частотах обертання.

7.2 Класифікація підшипників кочення

Підшипники кочення класифікують за такими ознаками:

1. За формою тіл кочення підшипники ділять на кулькові (*рисунок 7.1-7.3, 7.7, 7.10*) і роликів (*рисунок 7.4-7.6, 7.9*).

Роликів підшипники в залежності від форми роликів бувають:

- З короткими циліндричними роликами (*рисунок 7.4*);
- З довгими циліндричними роликами (*рисунок 7.5, а*);
- Голчасті (*рисунок 7.5, б*);
- З конічними роликами (*рисунок 7.6*).

2. У напрямку дії сприймаються навантажень підшипники ділять:

На радіальні, здатні сприймати тільки радіальне навантаження (або сприймають в основному радіальне навантаження, але здатні в той же час передавати деяку осьову навантаження, наприклад радіальні кулькові (рисунк 7.2); Упорні, призначені для сприйняття тільки осьових навантажень (рисунк 7.10); Радіально-наполегливі, призначені для сприйняття комбінованої радіальної і осьової навантажень (рисунк 7.6, 7.7, 7.9).

3. За самовстановлюваністю підшипники ділять на несамовстановлювальні всі шарико- й роликотпідшипники, крім сферичних; та самовстановлювальні сферичні (рисунк 7.6).

4. За габаритними розмірами підшипники ділять на розмірні серії:

По зовнішньому діаметру - 7 серій: надлегка (2 серії), особливо легка (2 серії), легка, середня і важка;

По ширині - 4 серії: вузька, нормальна, широка, особливо широка.

5. За кількістю рядів тіл кочення підшипники ділять на одно-дво-і чотирирядні.

7.3 Характеристика найбільш поширених типів підшипників

1. Кульковий радіальний однорядний підшипник (рисунк 7.2) призначений в основному для сприйняття радіальних навантажень, але може сприймати і передавати також двосторонні осьові навантаження. Задовільно працює при перекосі кілець на кут до $1/4^\circ$ і в порівнянні з іншими швидкохідний та дешевший.

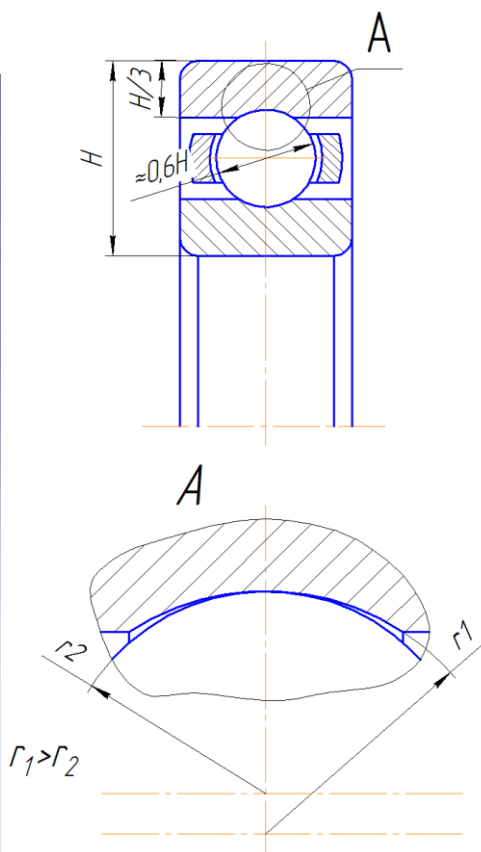


Рисунок 7.2 - Конструкція кулькового однорядного підшипника.

2. Кульковий радіальний дворядний сферичний підшипник (рис. 7.3) призначений для сприйняття радіальних навантажень в умовах значного перекосу ($2 \dots 3^\circ$) кілець підшипника, що виникає внаслідок не співвісності отворів під підшипники (в різних корпусах) і великих пружних деформацій валів.

Підшипник допускає двосторонню фіксацію вала і може сприймати невеликі осьові навантаження. Цей підшипник є самовстановлювальним.

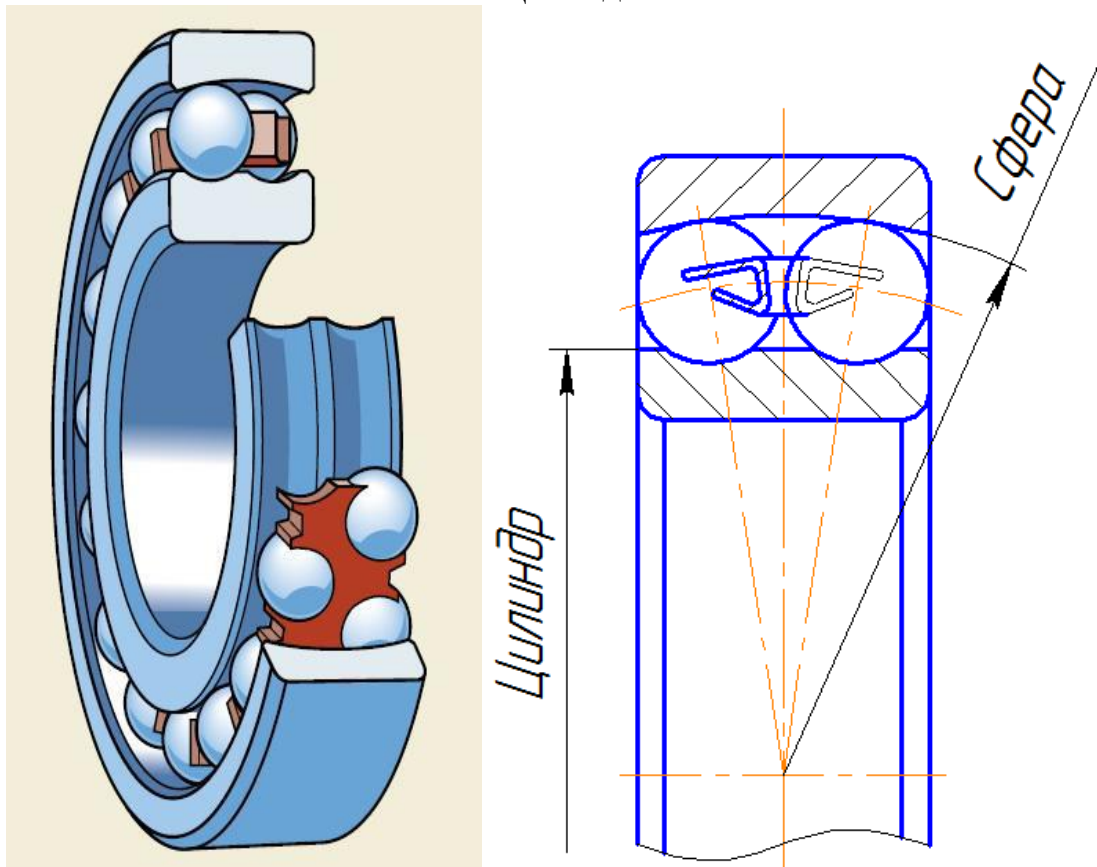


Рисунок 7.3–Конструкція кулькового дворядного сферичного підшипника

3. Роликовий радіальний однорядний підшипник з короткими циліндричними роликами (рисунок 7.4) призначений для сприйняття радіальних навантажень. Вантажопідйомність його в 1,7 рази вище вантажопідйомності радіального кулькового однорядного підшипника при однаковому діаметрі вала. Його легко можна розібрати в осьовому напрямку. Допускається деяка осьовий зсув кілець, тому його рекомендують при великих температурних деформаціях валів або в разі осьової самовстановки вала (рисунок 7.4, а, б). При необхідності осьової фіксації валів в одному напрямку застосовують підшипники з одним бурти (рисунок 7.4, в), для двосторонньої фіксації валу застосовують конструкцію з бурти і додаткової знімної шайбою (рисунок 7.4, г).

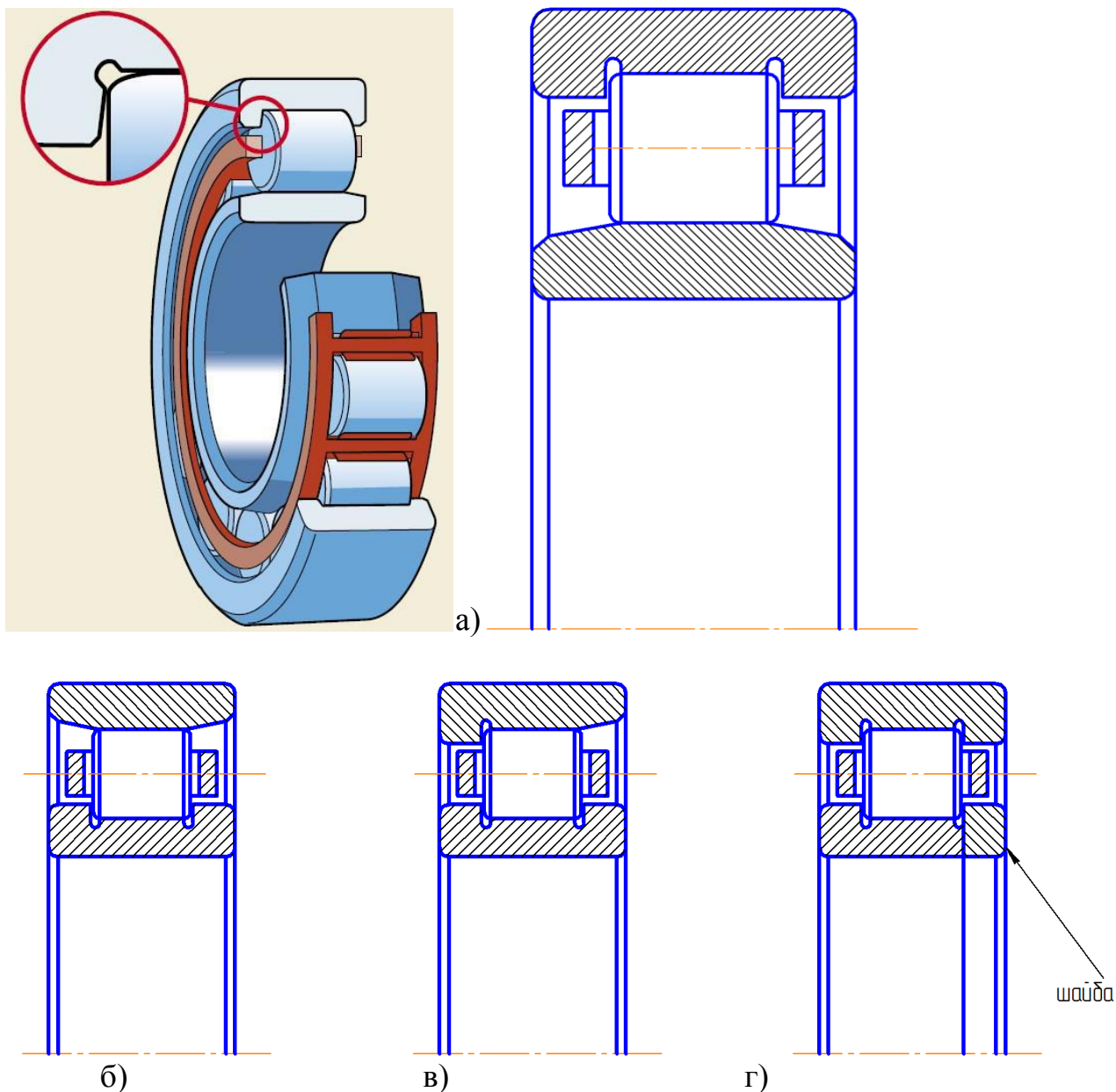
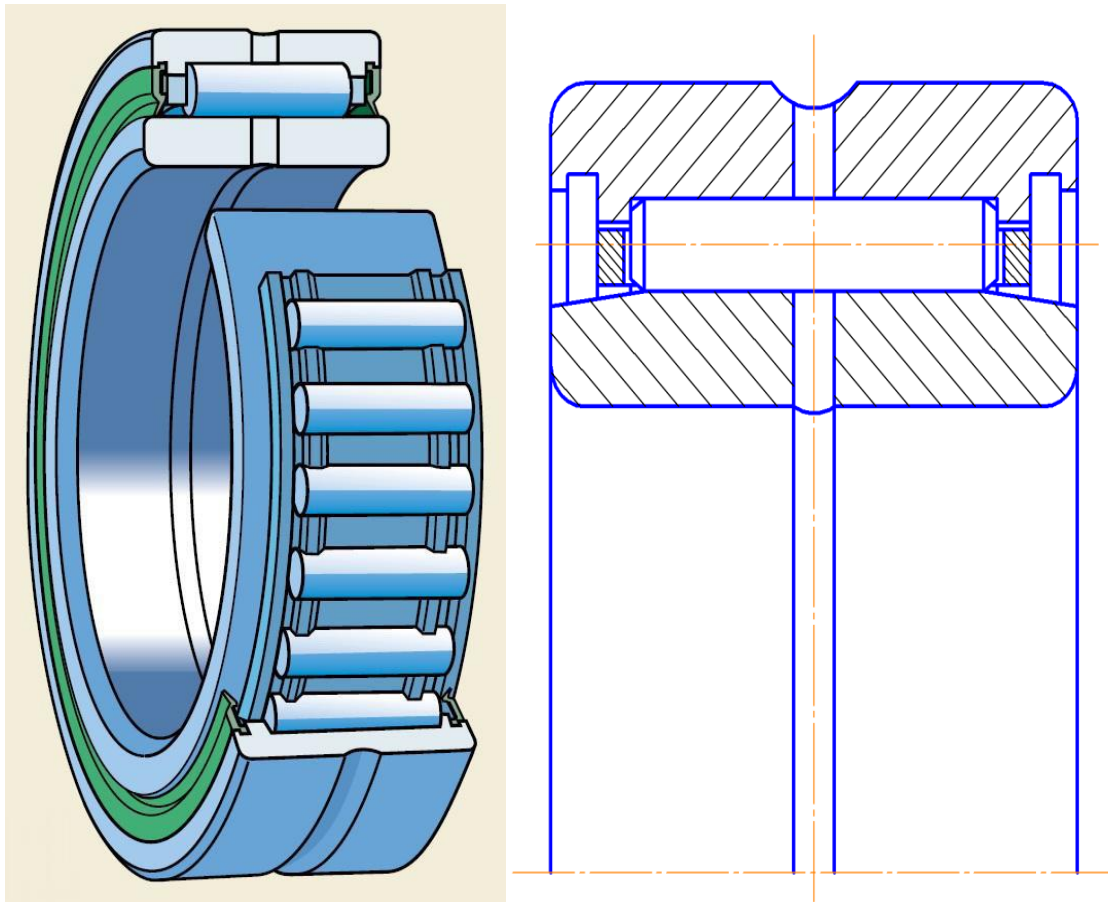


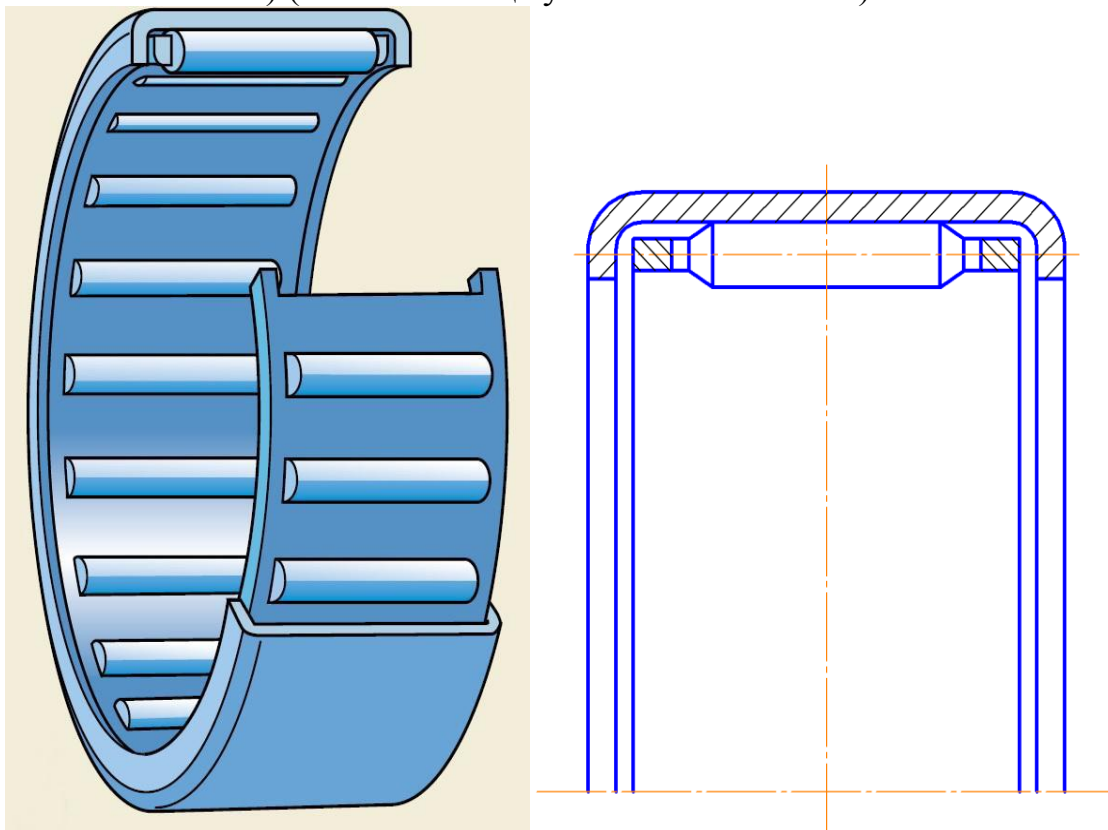
Рисунок 7.4–Конструкції роликів підшипників

4. Роликовий радіальний однорядний підшипник з довгими циліндричними роликами (рисунок 7.5) призначений для сприйняття великих навантажень в обмежених радіальних розмірах.

При дуже малих габаритах і швидкостях обертання до 5 м / с або у випадках руху, що гойдає застосовують голчасті підшипники як з двома кільцями (рисунок 7.5, а), так і одним (рисунок 7.5, б).



а) (захисне кільце умовно не показано)



б)

Рисунок 7.5–Конструкції голчастих підшипників

5. Роликовий радіальний дворядний сферичний підшипник (рисунок 7.6) призначений для сприйняття особливо великих радіальних навантажень при значних перекосях кілець (2 ... 3 °). Підшипники мають високі експлуатаційні показники, але найбільш складні у виготовленні. Підшипники самовстановлювальні.

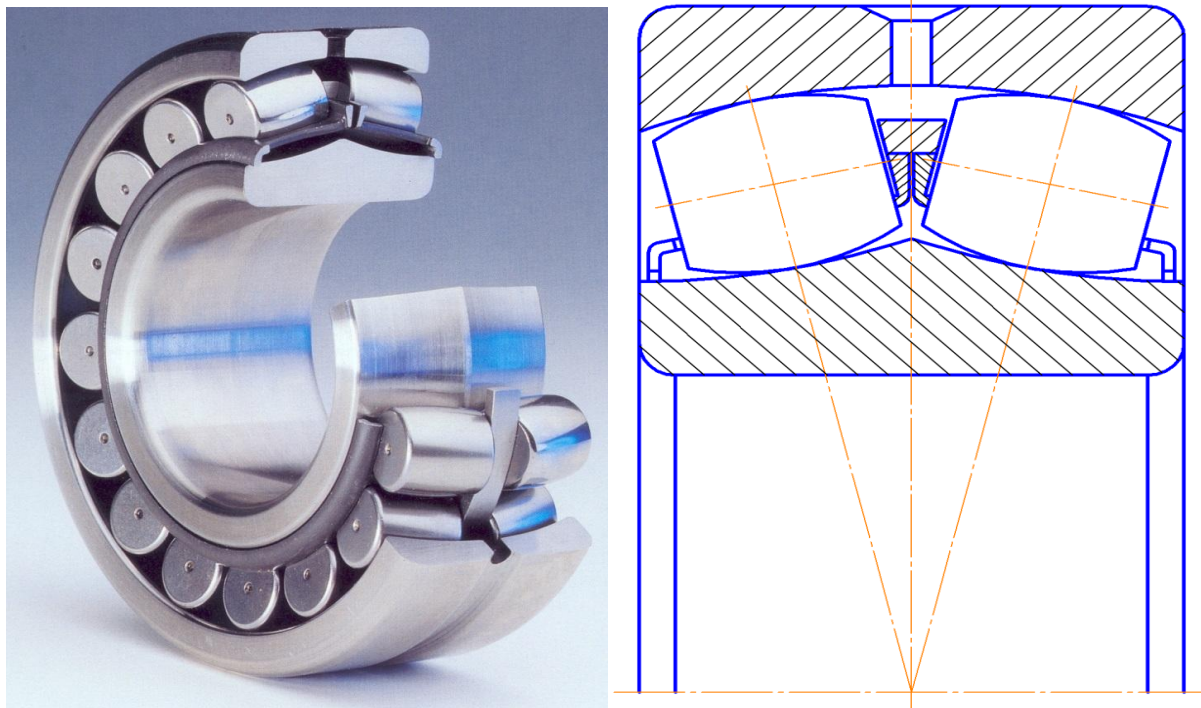


Рисунок 7.6–Конструкція роликового радіального дворядного сферичного підшипника

6. Кульковий радіально-наполегливий однорядний підшипник (рисунок 7.7) призначений для сприйняття спільно діючих радіальних і односторонніх осьових навантажень.

Застосовується при середніх і високих частотах обертання. Радіальна вантажопідйомність на 30 ... 40% вище, ніж радіальних однорядних кулькових підшипників при однаковому діаметрі вала. Підшипник виконується зі стандартними кутами контакту кульок з кільцями $\beta = 12^\circ, 26^\circ, 36^\circ$.

Для передачі двосторонніх осьових навантажень на опору встановлюють по два підшипника.

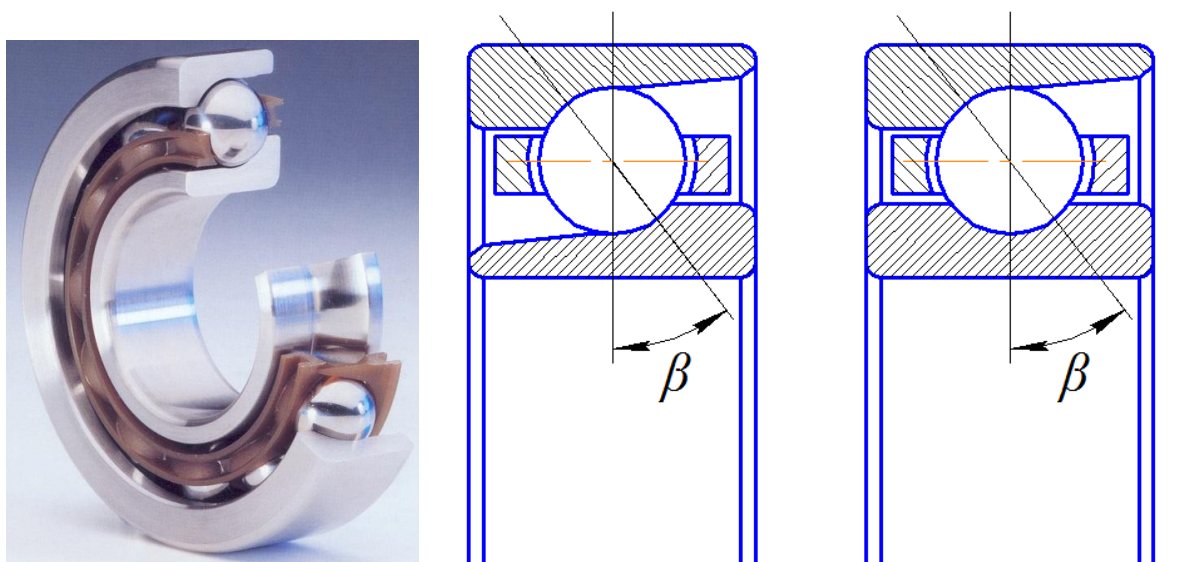


Рисунок 7.7–Конструкції кулькових радіально-упорних однорядних підшипників

7. Шарикопідшипник з чотирьох- або триточковим контактом (рисунк 7.8) призначений для сприйняття радіальних і двосторонніх осьових навантажень. Радіальна вантажопідйомність завдяки чотирьох- або триточковим контакту і підвищеного числа кульок в 1,5 рази вище вантажопідйомності радіальних кулькових однорядних підшипників. Для забезпечення складання одне з кілець виконується розрізним. Кути контакту $\beta = 12 \dots 35^\circ$, при великих осьових навантаженнях $\beta = 35 \dots 45^\circ$.

Підшипник має високу швидкохідність (до 20 м / с).

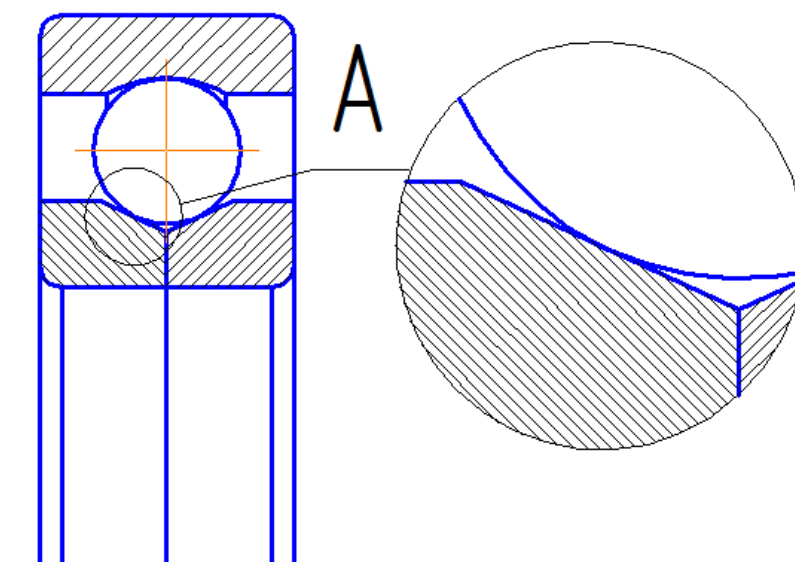


Рисунок 7.8–Конструкція трьохточкового підшипника

8. Роликовий радіально-упорний конічний підшипник (рисунки 7.9) призначений для сприйняття значних спільно діючих радіальних і односторонніх осьових навантажень при середніх і низьких швидкостях обертання (до 15 м / с). Радіальна вантажопідйомність в 1,9 рази вище, ніж у радіального однорядного шарикопідшипника. Відрізняється зручністю збирання та розбирання, вимагає регулювання зазорів і компенсації зносу. Має широке застосування в машинобудуванні.

Для забезпечення чистого кочення вершини конічних поверхонь доріжок кочення кілець і роликів збігаються і знаходяться на осі обертання підшипника (рис. 7.9, б). Кут контакту (половина кута при вершині конуса доріжки кочення зовнішнього кільця) $\beta = 10 \dots 16^\circ$, іноді - $25 \dots 30^\circ$. Кут конусності роликів становить $1,5 \dots 2^\circ$.

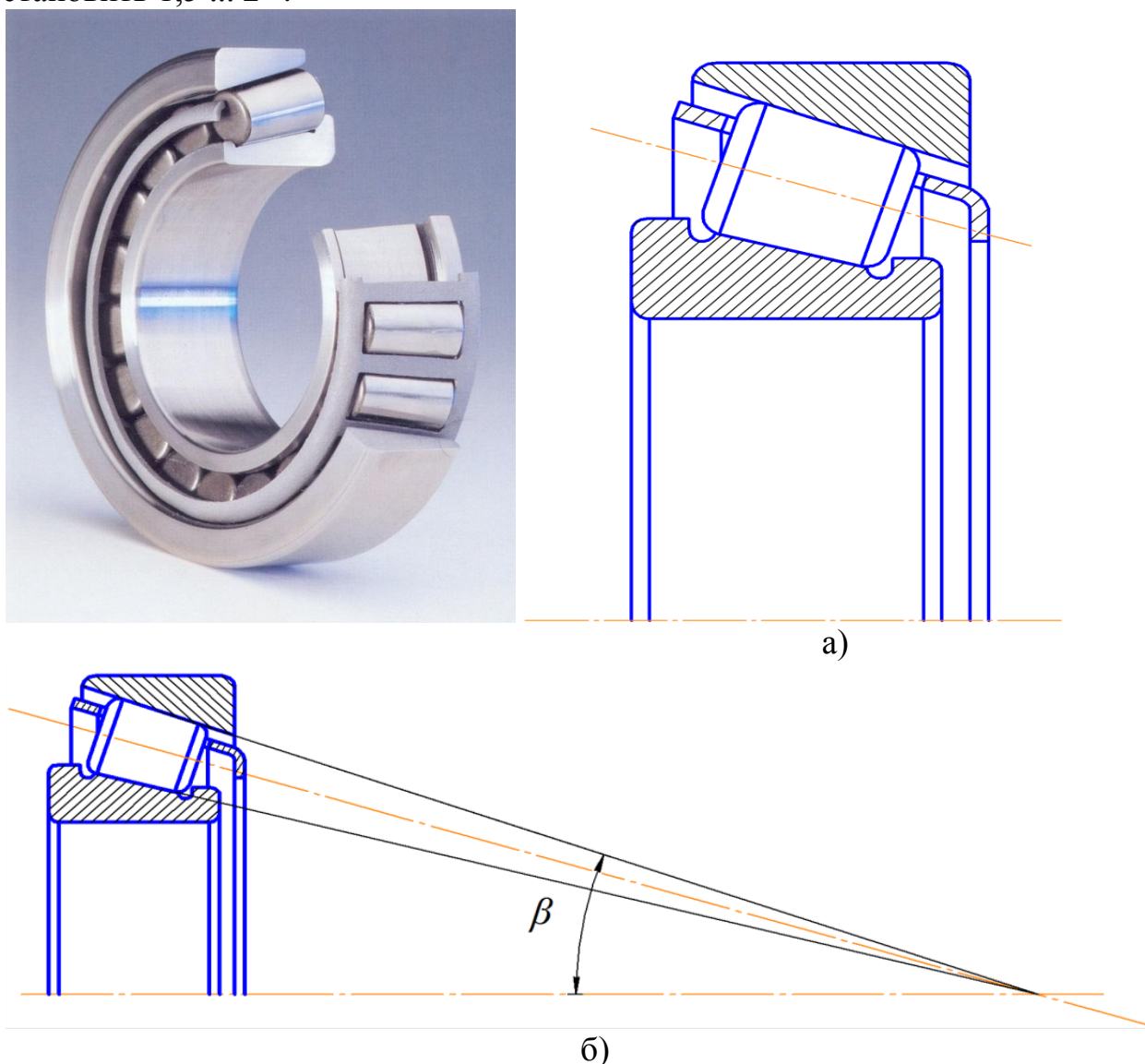


Рисунок 7.9–Конструкція роликового радіально-упорного конічного підшипника

9. Шарикопідшипник упорний (рисунки 7.10) призначений для сприйняття осьових навантажень. Одинарний (рисунки 7.10, а) сприймає одностороннє

навантаження (посадковий на вал діаметр d дещо менше d_1), подвійний (рисунки 7.10, б) - двостороннє.

Задовільно працює при частоті обертання до 10 м / с. При високих частотах обертання робота підшипника погіршується завдяки присутності відцентрових сил і гіроскопічних моментів, що діють на кульки.

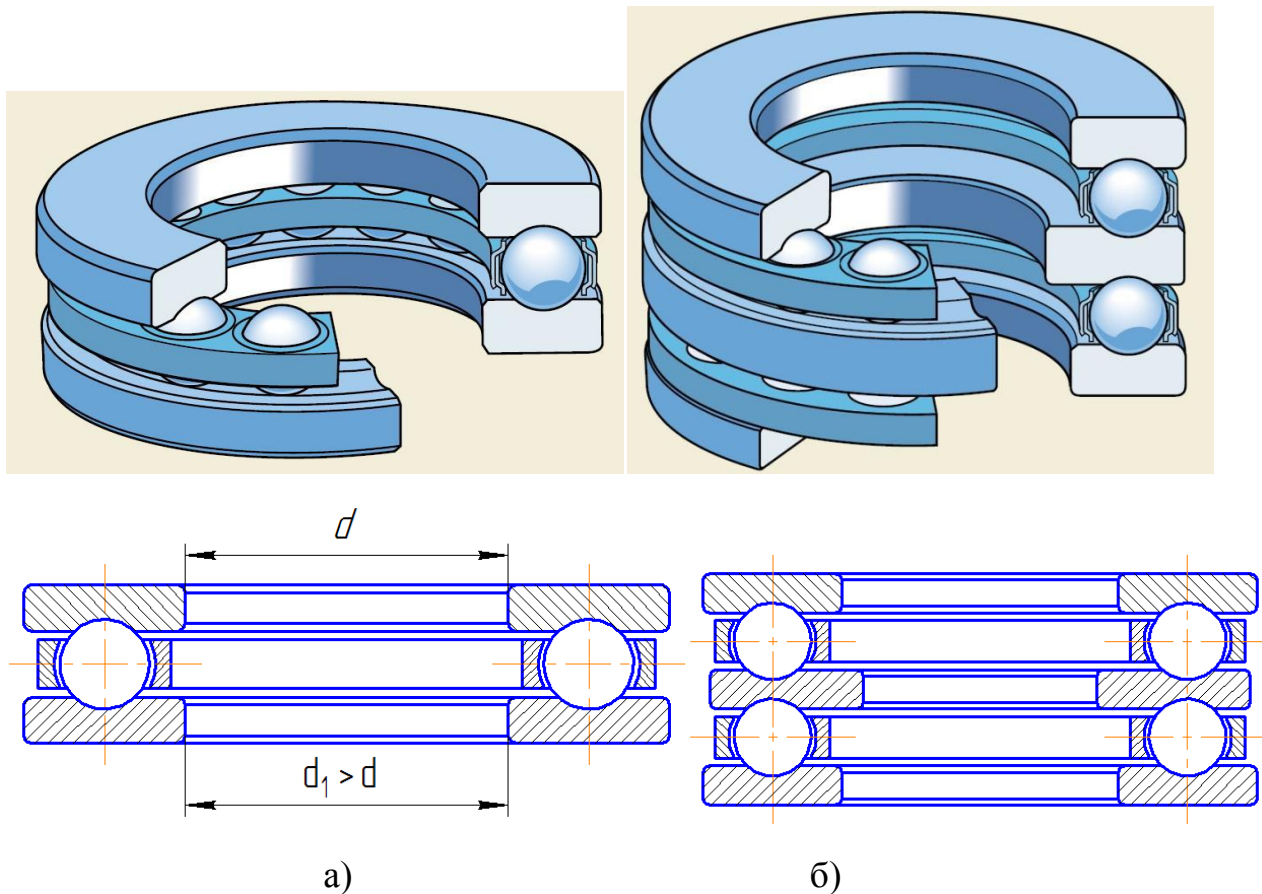


Рисунок 7.10– Конструкція шарикових упорних підшипників

7.4 Точність підшипників кочення

Згідно ГОСТ 520-71 встановлені наступні класи точності підшипників: 0, 6, 5, 4 і 2. Перелік класів точності розглянутий в порядку підвищення точності.

При підвищенні класів точності вартість підшипників істотно зростає.

При призначенні класу точності підшипника виходять з швидкості його обертання. Для більшості валів і осей загального призначення застосовують підшипники класу 0 (нормального).

7.5 Умовне позначення підшипників кочення

Умовне позначення підшипників (ГОСТ 3189-75) маркується на торцях кілець, вказується в кресленнях і специфікаціях. Крім умовного позначення на торці маркується завод-виготовлювач.

Умовне позначення складається з основної частини та (в необхідних випадках) додаткової.

Основне позначення є цифровим, вона містить не більше 7 цифр. Значення цифр в умовному позначенні визначаються займаними ними місцями, пронумерованими справа наліво (таблиця 7.1).

Нулі, що стоять лівіше за останню значущу цифру, відкидаються і на підшипниках не маркується.

Клас точності підшипника вказується цифрою, що стоїть перед позначенням підшипника і відокремленої від нього розділовим знаком тире.

Таблиця 7.1

Места цифр в условном обозначении (считая справа налево)	Значения цифр	Номер таблицы
7 6 5 4 3 2 1	Диаметр вала (внутренний диаметр подшипника)	2.2
7 6 5 4 3 2 1	Серия подшипника по наружному диаметру	2.3
7 6 5 4 3 2 1	Тип подшипника	2.4
7 6 5 4 3 2 1	Конструктивные особенности	2.4
7 6 5 4 3 2 1	Серия подшипника по ширине	2.3

Праворуч від основного позначення можуть бути нанесені додаткові індекси, що характеризують зміни матеріалу конструкції, розмірів деталей і спеціальні технічні вимоги (таблиця 7.5).

Таблиця 7.2

Внутренний диаметр d, мм	Условное обозначение
От 1 до 9	Первая цифра – фактический размер d, мм
10	00
12	01
15	02
17	03
От 20 до 495	Частное от деления d на 5 (04; 05; 06...99)

Таблиця 7.3

Серия по наружному диаметру	3-я цифра	Серия по ширине, В и Т	Обозначе- ние	Совместное обозначение серий по диаметру и ширине	
			7-я цифра	3-я цифра	7-я цифра
Сверх- легкая	8	Узкая	7	8	7
		Нормальная	1	8	1
		Широкая	2	8	2
		Особо широкая	3	8	3
	9	Узкая	7	9	7
		Нормальная	1	9	1
		Широкая	2	9	2
		Особо широкая	3, 4, 5, 6	9	3, 4, 5, 6
Особо легкая	1	Узкая	7	1	7
		Нормальная	0	1	0
		Широкая	2	1	2
		Особо широкая	3, 4, 5, 6	1	3, 4, 5, 6
	7	Узкая	7	7	7
		Нормальная	1	7	1
		Широкая	2	7	2
		Особо широкая	3	7	3
Легкая	2 или 5	Узкая	0	2	0
		Нормальная	1	2	1
		Широкая	0	5	0
		Особо широкая	3	2	3
Средняя	3 или 6	Узкая	0	3	0
		Нормальная	1	3	1
		Широкая	0	6*	0
		Особо широкая	3	3	3
Тяжелая	4	Узкая	0	4	0
		Широкая	2	4	2

Таблица 7.4

Тип подшипника	4-я цифра	Конструктивные особенности	5-я цифра	6-я цифра
Радиальный шариковый	0	Однорядный	0	0
		С канавкой для установочной шайбы	5	0
		С одной защитной шайбой	6	0
		С двумя защитными шайбами	8	0
		С одним уплотнением	6	1
		С двумя уплотнениями	8	1
		С канавкой для ввода шариков без сепаратора	7	9
		То же и с двумя защитными шайбами	8	9
Радиальный роликовый сферический	3	Двухрядный с цилиндрическим отверстием	0	0
		Двухрядный с коническим отверстием	1	1
Радиальный роликовый с длинными роликами	4	Игольчатый комплектный (с двумя кольцами)	7	0
		Игольчатый без внутреннего кольца	2	0
		Игольчатый с одним наружным глухим кольцом и штампованной крышкой	0	0
Радиальный с витыми роликами	5	Однорядный	0	0
Радиальный роликовый сферический	3	Двухрядный с цилиндрическим отверстием	0	0
		Двухрядный с коническим отверстием	1	1
Радиальный роликовый с длинными роликами	4	Игольчатый комплектный (с двумя кольцами)	7	0
		Игольчатый без внутреннего кольца	2	0
		Игольчатый с одним наружным глухим кольцом и штампованной крышкой	0	0
Радиальный с витыми роликами	5	Однорядный	0	0

Продовження таблиці 7.4

Радиально-упорный шариковый	6	Со съёмным наружным кольцом ($\beta = 12^\circ$)	0	0
		С массивным сепаратором ($\beta = 12^\circ$)	3	0
		С углом $\beta = 26^\circ$	4	0
		С углом $\beta = 36^\circ$	6	0
		С разъемным наружным кольцом, трехточечный	1	1
		С разъемным внутренним кольцом, трехточечный	2	1
		С разъемным внутренним кольцом, двухточечный	7	2
		Двухрядный	5	0
		С разъемным внутренним кольцом, четырехточечный	7	1
Радиально-упорный роликовый конический	7	Однорядный	0	0
		С упорным бортом на наружном кольце	6	0
		С углом контакта $\beta = 25 \dots 30^\circ$	2	0
		Двухрядный	9	0
		Четырехрядный	7	0
Упорный шариковый	8	Одинарный	0	0
		Двойной	3	0
Упорный роликовый	9	С цилиндрическими роликами	0	0
		С коническими	1	0
		Со сферическими	3	0

Таблиця 7.5

Особые требования	Обозначение	Место в обозначении (вправо)
Все детали или часть из нержавеющей стали	Ю	1
Кольца и тела качений или только кольца из цементируемой стали	Х	
Детали из теплоустойчивых сталей	Р	
Кольца и тела качения из редко применяемых материалов (стекла, керамики, пластмассы и т.д.)	Я	
Сепаратор массивный из черных металлов	Г	2
Сепаратор из безоловянистой бронзы	Б	
Сепаратор из алюминиевого сплава	Д	
Сепаратор из латуни	Л	
Сепаратор из пластмасс	Е	
Изменение конструкции и размеров деталей	К	3
Дополнительные требования (по чистоте поверхностей деталей, зазорам, специальным покрытиям и т.п.)	У	4

7.6 Приклади розшифровки підшипників

Приклад 1

Умовне позначення: 2176109Е.

Тип підшипника: радіально-наполегливий кульковий (4-я цифра праворуч «6», таблиця 7.4).

Діаметр під вал: 45 мм (1-я і 2-я цифри «09», $9 \times 5 = 45$, таблиця 7.2).

Серія по діаметру: особливо легка (3-тя цифра «1», таблиця 7.3).

Серія по ширині: широка (7-я цифра «2», таблиця 7.3).

Конструктивні особливості: з роз'ємним внутрішнім кільцем, чотирьохточковий (5-я цифра «7», 6-а цифра «1», таблиця 7.4), з пластмасовим сепаратором (буква «Е» в кінці позначення, таблиця 7.5).

Ступінь точності: нормальна (цифра «0» перед позначенням не маркується).

Умовне позначення: 6-210.

Тип підшипника: радіальний кульковий (4-я цифра праворуч не марковані, тобто ця цифра «0», таблиця 7.4).

Діаметр під вал: 50 мм (1-я і 2-я цифри «10», $10 \times 5 = 50$, таблиця 7.2).

Серія по діаметру: легка (3-тя цифра «2», таблиця 7.3).

Серія по ширині: вузька (7-я цифра не маркована, тобто «0», (таблиця 7.3).

Конструктивні особливості: однорядний (5-я цифра і 6-я цифри «0», тому не марковані, таблиця 7.4).

Ступінь точності: 6-я (цифра «6» перед позначенням).

Приклад 2

Умовне позначення: 38303.

Тип підшипника: наполегливий кульковий (4-я цифра праворуч «8», таблиця 7.4).

Діаметр під вал: 17 мм (1-я і 2-я цифри «03», таблиця 7.2).

Серія по діаметру: середня (3-тя цифра «3», таблиця 7.3).

Серія по ширині: вузька (7-я цифра не маркована, тобто «0», таблиця 7.3).

Конструктивні особливості: подвійний (5-я цифра «3», 6-а цифра «0" не маркована, таблиця 7.4).

Ступінь точності: нормальна (цифра «0» перед позначенням не марковані).

7.7 Порядок виконання роботи

1. Отримати у лаборанта пенали з підшипниками кочення за вказівкою викладача.

2. Ознайомитися з конструкцією підшипників, детально розглянувши форму і пристрій кожного елемента на цілих і розрізаних зразках.

3. У протоколі лабораторної роботи розглянуті типи підшипників представити у вигляді ескізів (вид в розрізі) з короткою характеристикою, що відбиває такі питання:

4. Розшифрувати умовні позначення підшипників (за вказівкою викладача) і записати розшифровку.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Навантаження якого напрямку в основному сприймає підшипник?

2. Чи сприймає підшипник навантаження іншого напрямку, якою є їхня відносна величина?

3. Чи припустимі перекося кілець підшипників, якщо так, то які?

4. Яка вантажопідйомність і швидкохідність підшипників?

5. Які області застосування підшипників, складність виготовлення, порівняльна вартість і т.д.?

Лабораторна робота № 8

НЕРУЙНІВНІ МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Прилади та приладдя:

Метою роботи є ознайомлення з видами неруйнівних методів контролю, в чому їх особливості і різниці між ними. Розглянути прилади даного методу.

8. Теоретичні відомості

8.1 Основні терміни та визначення

В даний час широко застосовують різні фізичні методи і засоби неруйнівного контролю (НК) металів і металовиробів, що дозволяють перевіряти якість продукції без порушення її придатності до використання за призначенням.

Всі дефекти, як відомо, викликають зміна фізичних характеристик металів і сплавів - щільності, електропровідності, магнітної проникності, пружних властивостей і т. Д. Дослідження змін характеристик металів і виявлення дефектів, що є причиною цих змін, становить фізичну основу методів неруйнівного контролю. Ці методи засновані на використанні проникаючих випромінювань рентгенівських і гамма-променів, ультразвукових і звукових коливань, магнітних і електромагнітних полів, оптичних спектрів, явищ капілярності і т.д.

До переваг методів неруйнівного контролю (МНК) відносяться: порівняно велика швидкість контролю, висока надійність (достовірність) контролю, можливість механізації і автоматизації процесів контролю, можливість застосування МНК в післяопераційному контролі виробів складної форми, можливість застосування МНК в умовах експлуатації без розбирання машин і споруд і демонтажу їх агрегатів, порівняльна дешевизна контролю та ін.

Вибір оптимального методу неруйнівного контролю слід здійснювати виходячи з його:

- Реальних особливостей;
- Фізичних основ;
- Ступеня розробки;
- області застосування;
- Чутливості;
- Роздільної здатності;
- Технічних умов відбракування;
- Технічних характеристик апаратури.

Вимірювальна система засобів неруйнівного контролю повинна бути скомплектована з приладу, перетворювача і контрольного зразка. Розкомплектовка вимірювальної системи неприпустима і веде до зміни метрологічних характеристик. Важливою характеристикою будь-яких методів

неруйнівного контролю є їх чутливість. Чутливість - виявлення найменшого за розмірами дефекту; залежить від особливостей методу неруйнівного контролю, умов проведення контролю, матеріалу виробів. Задовільна чутливість для виявлення одних дефектів може бути абсолютно непридатною для виявлення дефектів іншого характеру. Чутливість методів неруйнівного контролю до виявлення одного і того ж за характером дефекту різна. При визначенні гранично допустимої похибки обраного методу неруйнівного контролю слід обов'язково враховувати додаткові похибки, що виникають від факторів, що впливають:

- Мінімального радіуса кривизни ввігнутої і опуклою поверхонь;
- Шорсткості контрольованої поверхні;
- Структури матеріалу;
- Геометричних розмірів зони контролю;
- Інших факторів, що впливають зазначених в інструкціях для конкретних приладів.

Залежно від фізичних явищ, покладених в основу методів неруйнівного контролю, вони поділяються на дев'ять основних видів: рентгенівський, акустичний, магнітний, вихрострумний, проникаючими речовинами, радіохвильовий, радіаційний, оптичний, теплової та електричний.

На практиці найбільш широке поширення знайшли перші чотири методи.

8.2 Рентгенівські методи неруйнівного контролю

Цей метод зазвичай використовується для дефектоскопії великих зварних металевих конструкцій, схильних до корозійного впливу атмосфери: трубопроводів, опор і несучих і будь-яких інших металевих конструкцій. Рентгенівські апарати можуть бути стаціонарні (кабельного і моноблочного типу), переносні або монтуватися на кроулери. Кроулер - самохідний, дистанційно керований робот, який несе автономний рентгенівський комплекс. Він призначений для контролю якості зварних з'єднань трубопроводів. Такий апарат по команді ззовні переміщається в трубопроводі, зупиняється і знімає рентгенограму. Експонуючий пристрій кроулер працює повністю незалежно. Одні рентгенівські апарати вимагають експонування і проявлення спеціальної плівки, інші відображають інформацію відразу в цифровому вигляді.

Рентгенівський метод неруйнівного контролю застосовують:

- При неруйнівному контролі технологічних трубопроводів, металоконструкцій, технологічного обладнання з сталей, кольорових металів і композитних матеріалів в різних галузях промисловості та будівельного комплексу.

- Рентгенівський контроль застосовують для визначення раковин, непроварів, пор, грубих тріщин в литих і зварних сталевих виробах товщиною до 80 мм і у виробах з легких сплавів товщиною до 250 мм. Для цього використовують промислові рентгенівські установки з енергією випромінювання від 5-10 до 200-400 кев. Вироби великої товщини (до 500 мм) просвічують понад жорстким електромагнітним випромінюванням з енергією в десятки Мев, що отримується в бетатроні.

- Для виявлення прожогов, підрізів, оцінки величини опуклості і угнутості кореня шва, недоступних для зовнішнього огляду.

- Радіографічний метод широко використовується при радіографічному контролі зварних з'єднань.

Основні можливості радіографічного контролю:

- Можливість виявити дефекти (непровари, раковини і ін.), Які неможливо виявити будь-яким іншим методом неруйнівного контролю (наприклад, ультразвуковим методом);

- Системи автоматичного рентгенівського контролю можуть використовуватися на різних виробничих лініях;

- Можливість проведення контролю рентгенівським апаратом при двосторонньому доступі до об'єкта контролю (з одного боку ставиться рентгенівський апарат, з іншого боку об'єкта рентгенівська плівка);

- Можливість точної локалізації виявлених дефектів, що дає можливість швидкого ремонту.

8.3 Акустичні методи неруйнівного контролю

Вирішують наступні контрольні-вимірвальні завдання:

- Метод минулого випромінювання виявляє глибинні дефекти типу порушення цілісності, розшарування, непрокліп, непровар;

- Метод відбитого випромінювання виявляє дефекти типу порушення цілісності, визначає їх координати, розміри, орієнтацію шляхом проникання виробу і прийому відбитого від дефекту луна сигналу;

- Резонансний метод застосовується в основному для вимірювання товщини виробу (іноді застосовують для виявлення зони корозійного ураження, непровар, розшарувань в тонких місцях з металів);

- Акустико-емісійний метод виявляє і реєструє тільки країни, що розвиваються тріщини або здатні до розвитку під дією механічного навантаження (кваліфікує дефекти не за розмірами, а за ступенем їх небезпеки під час експлуатації). Метод має високу чутливість до зростання дефектів - виявляє збільшення тріщини на (1 ... 10) мкм, причому вимірювання, як правило, проходять в робочих умовах при наявності механічних і електричних шумів;

- Імпедансний метод призначений для контролю клейових, зварних і паяних з'єднань, що мають тонку обшивку, приклеєну або припаяну до елементів жорсткості. Дефекти клейових і паяних з'єднань виявляються тільки з боку введення пружних коливань;

- Метод вільних коливань застосовується для виявлення глибинних дефектів.

8.4 Магнітний метод неруйнівного контролю

Це такий вид контролю, заснований на аналізі взаємодії магнітного поля з контрольованим об'єктом. У магнітний вид неруйнівного контролю входять методи: магнітопорошковий, ферозондовий, магнітографіческіе і інші.

Магнітопорошковий метод заснований на реєстрації магнітних полів розсіювання над дефектами з використанням в якості індикатора феромагнітного порошку або суспензії.

Ферозондовий метод контролю заснований на вимірюванні напруженості магнітного поля, в тому числі і магнітних, полів розсіювання, що виникають в зоні дефектів, феррозондами.

Магнітографічний метод неруйнівного контролю полягає в намагнічуванні зони контрольованого металу або зварного шва разом з притиснутим до його поверхні еластичним магнітоносієм (магнітною стрічкою). Фіксації на магнітоносії виникають в місцях дефектів полів розсіювання і подальшим відтворенні отриманої записи. Зчитування магнітних відбитків полів дефектів з магнітної стрічки здійснюється в дефектоскопах.

Магнітні методи неруйнівного контролю вирішують такі завдання:

- Магнітопорошковий метод призначений для виявлення поверхневих і під поверхневих (на глибині до (1,5 ... 2) мм) дефектів типу порушення суцільності матеріалу виробу: тріщини, волосовини, розшарування, що не проварка стикових зварних з'єднань, заходів і т.д. (Цим методом можна контролювати вироби будь-яких габаритних розмірів і форм, якщо магнітні властивості матеріалу виробу (відносна максимальна магнітна проникність не менше 40) дозволяють намагнічувати його до ступеня, достатньої для створення поля розсіювання дефекту, здатного притягнути частинки феромагнітного порошку);

- Ферозондовий метод контролю застосовується для виявлення поверхневих і під поверхневих (глибиною до 10 мм) дефектів типу порушення суцільності матеріалу: волосовини, тріщин, раковин, заходів, полон і т.п., а також для виявлення дефектів типу порушення суцільності зварних з'єднань і для контролю якості структури і геометричних розмірів виробів, використовується для визначення ступеня розмагніченості виробів після магнітного контролю (цей метод можна застосовувати на виробках будь-яких розмірів і форм, якщо відношення їх довжини до найбільшого розміру в поперечному напрямку і їх магнітні властивості дають можливість намагнічування до ступеня, достатньої для створення магнітного поля розсіювання дефекту, що виявляється за допомогою перетворювача);

- Магнітографічним методом контролю виявляють дефекти типу порушення цілісності матеріалу виробів, в основному для контролю зварних стикових з'єднань з феромагнітних матеріалів при їх товщині від 1 до 18 мм.

8.5 Вихрострумний метод неруйнівного контролю

Метод заснований на аналізі взаємодії зовнішнього електромагнітного поля з електромагнітним полем вихрових струмів, що наводяться в об'єкт контролю цим полем. Даний метод застосовують для контролю деталей, виготовлених з електропровідних матеріалів. Особливості властиві вихрострумний методам: многопараметровою, безконтактний контроль, нечутливість до зміни вологості, тиску і забрудненості газового середовища і поверхні об'єктів контролю непровідними речовинами.

Вихорострумові методи мають два основних обмеження:

- По-перше, їх застосовують тільки для контролю електропровідних виробів;

- По-друге, вони мають малу глибину контролю, пов'язану з особливостями проникнення електромагнітних хвиль в об'єкт контролю.

Контрольно вимірювальні завдання, які вирішуються за допомогою вихорострумових методів:

- Дозволяють виявити тріщини, раковини, неметалеві включення та інші види порушень суцільності (дефектоскопія);

- Вимірювати товщини прутків, стінок труб (при односторонньому доступі), діаметр дротів, а так же товщини лакофарбових, емалевих, керамічних, гальванічних та інших покриттів, нанесених на електропровідну основу (толщинометрія);

- Контролювати хімічний склад, механічні властивості, залишкові напруги (структуроскопія).

Неруйнівний контроль здійснюють за допомогою РНК (засобів неруйнівного контролю): приладів (дефектоскопів, товщиномірів, структуроскопії і т.д.) і установок, а також дефектоскопічних речовин і матеріалів (проникаючих і виявляють рідин, магнітних порошків і суспензій, паст тощо.), стандартних зразків, допоміжного обладнання.

Дефектоскопи (*рисунок 8.1*) являють собою прилади та установки, призначені для виявлення дефектів типу сплошности. Практично всі дефектоскопи не тільки виявляють дефекти у виробі, але і визначають зі встановленою похибкою його розміри і місцезнаходження. Деякі дефектоскопи здатні виявляти дефекти, визначати глибину їх і координати щодо площин виробу.

Структуроскопи (*рисунок 8.2*) в залежності від їх принципу дії можуть визначати фізико-хімічні властивості матеріалу, оцінювати твердість і міцність матеріалів, глибину і якість термічної обробки, виявляти відхилення вмісту вуглецю від номінального значення, розсортовувати вироби по твердості, виявляти неоднорідні за структурою області.

Товщиноміри (*рисунок 8.3*), принцип роботи яких заснований на одному з методів неруйнівного контролю, дозволяють швидко і без пошкодження об'єкта контролю отримати інформацію про товщину виробу при односторонньому до нього доступі і про товщину лакофарбових, гальванічних, спеціальних покриттів, нанесених на металеву основу.

Капілярні методи базуються на капілярному проникненні індикаторних рідин в порожнині поверхневих дефектів і реєстрації індикаторного малюнка.

При контролі цими методами на очищену поверхню деталі наносять проникаючу рідину, яка заповнює порожнини поверхневих дефектів. Потім рідину видаляють, а що залишилася в порожнинах дефектів частина виявляють шляхом нанесення проявника, який адсорбує рідину, утворюючи індикаторний

малюнок. Ці методи застосовують в цехозих, лабораторних і польових умовах, при позитивних і негативних температурах. Вони дозволяють виявляти дефекти виробничо-технологічного та експлуатаційного походження: тріщини шліфувальні, термічні, втомні, волосовини, заходи та ін. Капілярні методи можуть бути застосовані для виявлення дефектів в деталях з металів і неметалів простий і складної форми.

Завдяки високій чутливості, простоті контролю і наочності результатів ці методи застосовують не тільки для виявлення, але л для підтвердження дефектів, виявлених іншими методами дефектоскопії- ультразвуковим, магнітним, вихрових струмів і ін.

Найбільш поширеними капілярними методами є кольоровий, люмінесцентний, люмінесцентно-кольоровий, фільтруються частинок, радіоактивних рідин і ін.

8.6 Методи течопошуку

засновані на реєстрації індикаторних рідин і газів, що проникають в наскрізні дефекти контрольованого об'єкта. Їх застосовують для контролю герметичності працюють під тиском зварних судин, балонів, трубопроводів гідро-, паливо-, масляних систем силових установок і т. д. До методів течопошук відносяться гідравлічна опресовування, аміачно-індикаторний метод, фреоновий, мас-спектрометричний, бульбашковий, з допомогою гелієвого і галоидноготеискателей і т. д. Проведення течопошук за допомогою радіоактивних речовин дозволило значно збільшити чутливість методу.



Рисунок 8.1 - Дефектоскопизовнішній вигляд



Рисунок 8.2 - Структуроскопизовнішній вигляд



Рисунок 8.3 - Товщиноміри

Лабораторна робота № 9

РУЙНІВНІ МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Прилади та приладдя:

Метою роботи є ознайомлення з неруйнівними методами контролю металу, в чому їх особливості та відмінності.

9. Теоретичні відомості

9.1 Основні терміни та визначення

Основне завдання будь-якої системи контролю - виявлення дефектів і визначення меж міцності та надійності. Дефекти можуть виникнути в результаті помилки при конструюванні, виробництві або експлуатації: дефекти лиття, втомне руйнування, атмосферна корозія, зношування сполучених деталей, дефекти при нанесенні покриттів, дефекти нероз'ємних з'єднань металу і так далі. У кожному конкретному випадку застосовуються спеціальні методики, що дозволяють визначити ступінь впливу дефекту на якість виробу: наскільки зменшиться надійність, робочі характеристики, як зміняться терміни і умови експлуатації, або дефект є критичним і предмет не може бути допущений до використання. Розрізняють дві основні групи випробувань: руйнівного і неруйнівного контролю.

9.2 Методи руйнівного контролю

Ти, що руйнуєш контроль служить для кількісного визначення максимального навантаження на предмет, після якої настає руйнування. Випробування можуть носити різний характер: статичні навантаження дозволяють точно виміряти силу впливу на зразок і детально описати процес деформації.

Динамічні випробування служать для визначення в'язкості або крихкості матеріалу: це різного роду удари, при яких виникають інерційні сили в частинах зразка і випробувальної машини.

Випробування на втому - це багаторазові навантаження невеликої сили, аж до руйнування. Метод визначення поведінки матеріалів при впливі змінних навантажень. Певна середнє навантаження (яка може бути дорівнює 0) і альтернативна навантаження додаються до зразка, реєструється число циклів, необхідне для початку руйнування зразка (витривалість). Зазвичай випробування повторюють з ідентичними зразками і різними змінними навантаженнями. Навантаження можна докладати уздовж осі, при обертанні або вигині. Залежно від амплітуди середньої або циклічного навантаження результуюча напруга може діяти в одному напрямку або може його змінити на протилежне. Дані по випробуванню на втому часто представлені на діаграмі втоми - графіку, що вказує число циклів, необхідних для початку руйнування зразка проти амплітуди досягнутого циклічного напруги. Дане циклічне

напруга може бути амплітудою напруги, максимальною напругою або мінімальною напругою. Кожна крива на діаграмі представляє постійна середня напруга. Більшість втомних випробувань проходять з використанням машин для вигину, машин, що викликають вібрації, а також із застосуванням обертається балки.

Випробування на твердість служать для вимірювання сили, з якою більш тверде тіло (наприклад, алмазний наконечник ударника) впроваджується в поверхню зразка. Випробування на зношування і стирання дозволяють визначити зміни властивостей поверхні матеріалу при тривалому впливі тертя. Комплексні випробування дозволяють описувати основні конструкційні і технологічні властивості матеріалу, регламентувати максимально допустимі навантаження для виробу.

Для визначення характеристик механічної міцності використовують розривні машини (рисунок 9.2).



9.3 Ударна в'язкість

Серед численних методів ударних випробувань найбільш широке практичне застосування знайшов метод випробування на ударний вигин з вимірюванням величини ударної в'язкості. Ця характеристика механічних властивостей відіграє величезну роль при оцінці службових властивостей конструкційних, а також інструментальних сталей.

В процесі експлуатації деталей можуть виникнути зовнішні чинники, під впливом яких матеріал стає крихким:

1. збільшення швидкості деформування (виникнення ударних навантажень);
2. Зниження температури;

3. виникнення двухосьового і трехосьового напружених станів;

4. утворення концентраторів напружень - надрізів, раковин, тріщин. Чим більше величина ударної в'язкості, тим краще матеріал пручається динамічному навантаженню. Зразки з крихких матеріалів ламаються легко, з невеликою витратою роботи на руйнування. Зразки з пластичних матеріалів навпаки - вимагають на руйнування більшої енергії. Матеріали, що вимагають великої витрати енергії на злам називають грузлими. Всі матеріали, з яких виготовляють деталі, що сприймають динамічні навантаження, обов'язково відчують на удар.

Величина ударної в'язкості дуже сильно залежить від температури. У міру зниження температури ударна в'язкість зразків з одного і того ж матеріалу зменшується. У деяких матеріалів існує температурний інтервал, в якому питома ударна в'язкість різко змінює своє значення.

Ударна в'язкість в значній мірі відображає стан поверхні зразка, тому що розподіл деформації в зразку нерівномірно і часто буває зосереджено, в основному, в поверхневих шарах. Наявність твердих поверхневих шарів знижує ударну в'язкість, а м'які поверхневі шари підвищують її.

Випробування проводиться на спеціальному маятниковому копрі (рисунок 9.1).

Робота ΔW_F , витрачена маятником на руйнування визначається по залежності:

$$\Delta W_F = Gh_1 - Gh_2 - W_{\text{поткрь}}$$

Де G - вага маятника;

Gh_1 - потенційна енергія, запасена маятником в самому верхньому його положенні;

Gh_2 - потенційна енергія, збережена маятником після руйнування зразка.

$W_{\text{потерь}}$ - енергія втрат, витрачена маятником на подолання шкідливих опорів (тертя в вузлах копра, опір повітря). Втрати для кожного екземпляра копра відомі.

Випробування проводяться для металів згідно ГОСТ 9454-84; для пластмас - згідно ГОСТ 4647-84.

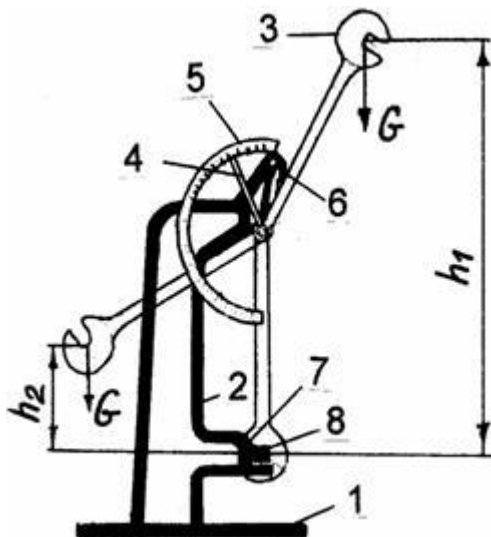


Рисунок 9.1 – Схема маятникового копра

9.4 Опис установки для випробувань.

Випробування на ударну в'язкість проводиться на маятниковому копрі, схема якого показана на (рисунок 9.1). Копер складається з масивного підстави 1 з двома вертикальними стійками 2. До верхньої частини цих стійок на горизонтальній осі підвішений маятник 3, що представляє собою плоский сталевий диск з вирізом. Крім того, на осі маятника встановлена стрілка 4, навпроти якої до стійки 2 прикріплена шкала 5 для відліку витрат енергії на руйнування зразка. Для фіксації маятника в вихідному верхньому положенні передбачена клямка 6.



Рисунок 9.2 – Розривнімашини



Рисунок 9.3 – Копри

Лабораторна робота № 10

ВИВЧЕННЯ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛУ

Прилади та приладдя:

1) Токарний верстат.

Метою роботи є ознайомлення з завданням токарної обробки і технологією обробки металу. А також, як працює токарний верстат.

10. Теоретичні відомості

10.1 Основні терміни та визначення

Токарна обробка - одна з можливих способів обробки виробів шляхом зрізання з заготовки зайвого шару металу до отримання деталі необхідної форми, розмірів і шорсткості поверхні. Вона здійснюється на металорізальних верстатах, званих токарськими.

На токарних верстатах обробляються деталі типу тіл обертання: вали, зубчасті колеса, шківни, втулки, кільця, муфти, гайки і т.д.

Основними видами робіт, які виконуються на токарних верстатах, є: обробка циліндричних, конічних, фасонних, торцевих поверхонь, уступів; виточування канавок; відрізання частин заготовки; обробка отворів свердлінням, розточування, зенкування, розгортанням; нарізування різьблення; накочення (*рисунок 10.1*).

Інструменти, що застосовуються для виконання цих процесів, називаються ріжучими. При роботі на токарних верстатах використовуються різні ріжучі інструменти: різці, свердла, зенкери, розгортки, мітчики, плашки, різьбонарізні головки та ін.

Процес різання подібний до процесу розклинювання, а робоча частина ріжучих інструментів - клину (*рисунок 10.2*).

При дії зусилля на різець його ріжуча кромка вривається в заготовку, а передня поверхня, безперервно стискаючи шар металу і долаючи сили зчеплення його частинок, відокремлює їх від основної маси у вигляді стружки. Шар металу, що зрізається при обробці, називається припуском.

Всі способи обробки металів, засновані на видаленні припуску і перетворенні його в стружку, визначаються поняттям різання металу. Для успішної роботи необхідно, щоб процес різання протікав безперервно і швидко. Форма оброблюваної деталі забезпечується, з одного боку, відносним рухом заготовки та інструменту, з іншого, - геометрією інструменту.

Процес різання можливий при наявності основних рухів: головного руху - обертання заготовки і поступального руху різця, званого рухом подачі, яке може відбуватися уздовж або поперек виробу, а також під постійним або змінним кутом до осі обертання виробу.

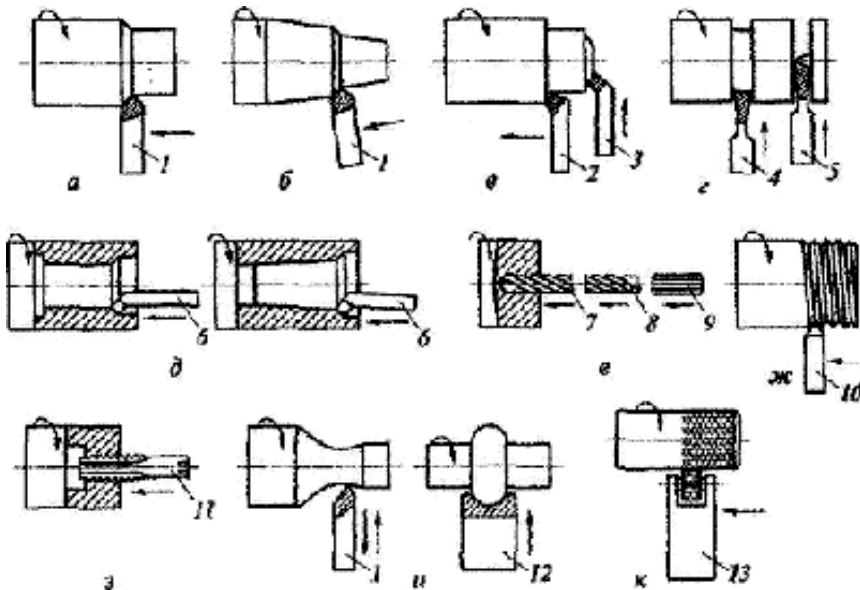


Рисунок 10.1 - Основні види токарних робіт:

а) - обробка зовнішніх циліндричних поверхонь; б) - обробка зовнішніх конічних поверхонь; в) - обробка торців і уступів; г) - виточування канавок, відрізка заготовки; д) - обробка внутрішніх циліндричних і конічних поверхонь; е) - свердління, зенкування і розгортання отворів; ж) - нарізування зовнішньої різьби; з) - нарізування внутрішньої різьби; и) - обробка фасонних поверхонь; 1) - прохідний прямий різець; 2) - прохідний зав'язаний різець 3) - прохідний відігнутий різець; 4) - відрізний різець; 5) - канавковий різець; 6) - розточний різець; 7) - свердло; 8) - зенкер; 9) - розвертка; 10) - різьбовий різець; 11) - мітчик; 12) - фасонний різець; 13) - накатка (стрілками показані напрямки переміщення інструменту, обертання заготовки)

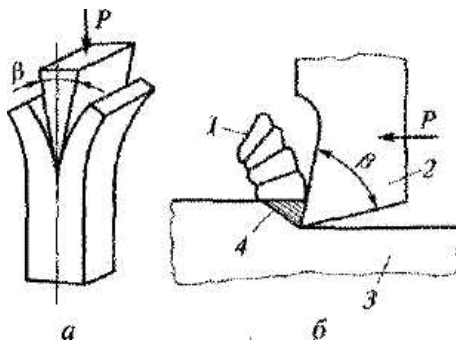


Рисунок 10.2. - Схеми роботи клина (а) і різця (б):

1 - стружка; 2 - різець; 3 - заготовка; 4 - знімається шар металу; P - сила, що діє на різей і клин при роботі; β - кут загострення.

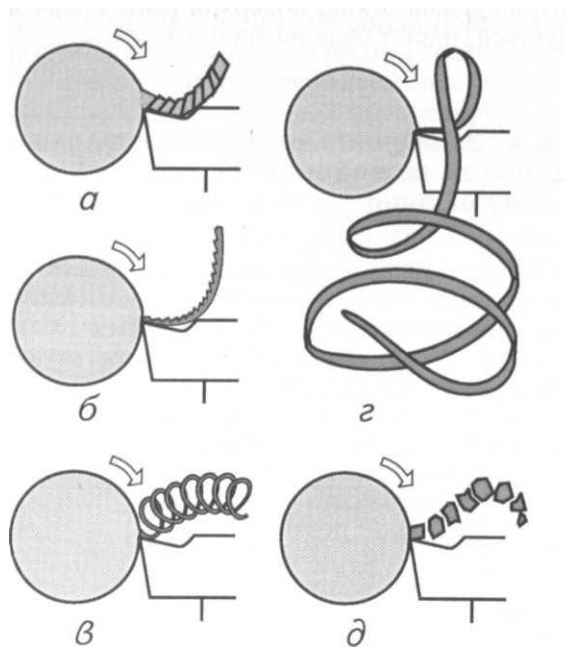


Рисунок 10.3 – Види стружки:

- а) - елемента; б) - ступінчаста; в) - зливна спіральна; г) - зливна стрічкова;
д) - стружка надлому.

Обертання заготовки називається головним рухом, так як воно виконується з найбільшою швидкістю. На оброблюваній заготовці виділяють наступні поверхні: та що обробляється, оброблена і поверхня різання. При зрізанні припуску утворюється елемент, який називають стружкою.

Виділяються наступні види стружки (рисунок 10.3):

1. Елементна стружка (стружка сколювання) утворюється при обробці твердих і маловязких матеріалів з низькою швидкістю різання (наприклад, при обробці твердих сталей). Окремі елементи такої стружки слабо пов'язані між собою або зовсім не пов'язані;

2. Ступінчаста стружка утворюється при обробці сталі середньої твердості, алюмінію і його сплавів з середньою швидкістю різання. Вона являє собою стрічку - гладку з боку різця і зазубрену з внутрішньої сторони;

3. Зливна стружка утворюється при обробці м'якої сталі, міді, свинцю, олова і деяких пластмас при високій швидкості різання. Ця стружка має вигляд спіралі або довгої стрічки;

4. Стружка надлому утворюється при різанні мало пластичних матеріалів (чавуну, бронзи) і складається з окремих шматочків.

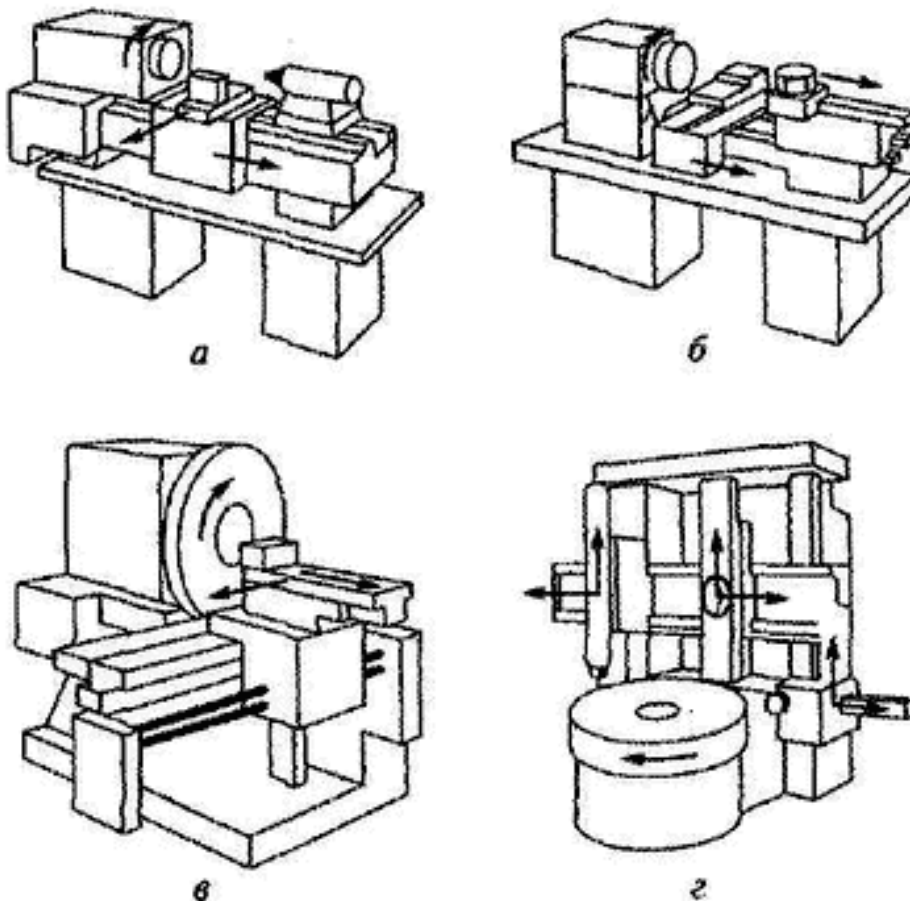


Рисунок 10.4.- Токарні верстати:

- а) - токарно-гвинторізний, б) - токарно-револьверний, в) - лоботокарний,
г) – токарно-карусельний.

Рухи, які виконують інструмент і заготовка в процесі різання, називаються робочими. Для будь-якого металорізального верстата робочими рухами є рух різання (головний рух) і рух подачі.

Рух різання для токарного верстата - це обертання заготовки. Він забезпечує зняття стружки з заготовки.

Рух подачі забезпечує поздовжнє або поперечне переміщення ріжучого інструмента відносно заготовки (рис.36) .

Рух різання визначається швидкістю різання, яка вимірюється в метрах за хвилину і може бути розрахована за формулою:

$$V = \pi D n / 1000 ,$$

де D – діаметр оброблюваної заготовки в мм;

n - частота обертання заготовки в обертах за хвилину.

Рух подачі визначається шляхом, пройденим інструментом відносно заготовки за її один оберт, і вимірюється в мм/об.

Токарна обробка виконується на токарних верстатах різних типів, що розрізняються за призначенням, компоновкою, ступеня автоматизації та іншими ознаками.

До верстатів токарної групи відносяться: токарно-гвинторізні, токарно-револьверні, лоботокарні, токарно-карусельні (рисунки 10.4), токарні автомати і напівавтомати, токарні верстати з програмним управлінням.

10.2 Токарно-гвинторізний верстат. Будова і класифікація.

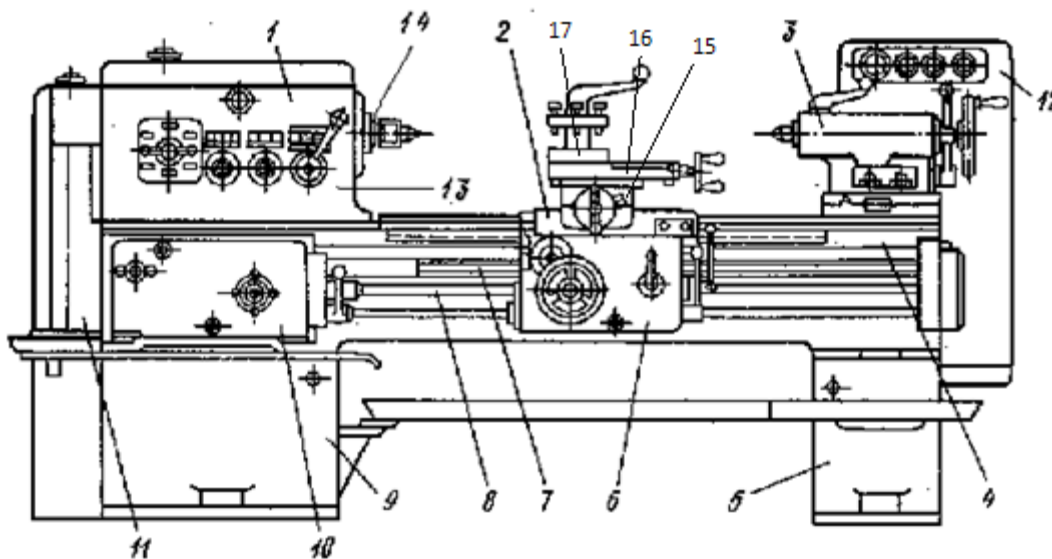


Рисунок 10.5 - Складальні одиниці (вузли) і механізми токарно-гвинторізного верстата:

- 1) - передня бабка, 2) - поздовжній супорт, 3) - задня бабка, 4) - станина, 5 і 9) - тумби, 6) - фартух, 7) - ходовий гвинт, 8) - ходовий вал, 10) - коробка подач, 11) - гітари змінних зубчастих коліс, 12) - електро-пускова апаратура, 13) - коробка швидкостей, 14) - шпиндель, 15) - поперечний супорт, 16) - верхній супорт, 17) - різцетримачем.

Незалежно від розмірів і конструктивних особливостей всі токарно-гвинторізні верстати мають загальні вузли і механізми (рисунки 10.5). Станина 4 служить для з'єднання всіх основних вузлів і частин верстата. На ній встановлені передня бабка 1, коробка подач 10, задня бабка 3 і супорт. Передня бабка розташована зліва на станині. Вона має чавунний корпус, всередині якого розміщена коробка швидкостей 13. Коробка швидкостей надає обертання шпинделю і дозволяє змінювати частоту і напрям обертання. На правому кінці шпинделя встановлюється пристрій 14 для закріплення заготовки, яка оброблюється (патрон, планшайба тощо). Задня бабка 3 встановлюється на правому кінці станини і може пересуватися по її напрямних. Вона використовується для закріплення ріжучого інструменту (свердл, зенкерів, розверток) або заднього центра.

Поздовжній супорт 2 пересувається по напрямних станини і забезпечує поздовжню подачу. Поперечний супорт 15 пересувається по напрямних поздовжнього супорта перпендикулярно до осі обертання шпинделя. На ньому змонтований верхній супорт 16 з різцетримачем 17.

Пересування супортів визначається за допомогою лімбів, які являють собою циліндричні барабани з нанесеними на них поділками. Ціна поділки лімба, тобто величина переміщення супорта при повороті рукоятки ручної подачі на одну поділку, характеризує точність верстата.

Коробка подач 10 дозволяє змінювати частоту обертання ходового вала 8 або ходового гвинта 7, отже і величину подачі. Коробка подач з'єднана зі шпинделем гітарою змінних зубчастих коліс 11.

Механізми, що розташовані у фартусі супорта 6, перетворюють обертальний рух ходового гвинта або ходового вала в прямолінійний поступальний рух поздовжнього або поперечного супортів. При нарізанні різьби використовується ходовий гвинт, а при всіх інших видах токарної обробки - тільки ходовий вал.

Токарно-гвинторізні верстати призначені для обробки, включаючи нарізування різьби, одиничних деталей і малих груп деталей. Однак бувають верстати без ходового гвинта. На таких верстатах можна виконувати всі види токарних робіт, крім нарізування різьби різцем. Технічними параметрами, за якими класифікують токарно-гвинторізні верстати, є найбільший діаметр D оброблюваної заготовки (деталі) або висота центрів над станиною (рівна $0,5 D$), найбільша довжина L оброблюваної заготовки (деталі) і маса верстата. Ряд найбільших діаметрів обробки для токарно-гвинторізних верстатів має вигляд: $D = 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000$ і далі до 4000 мм. Найбільша довжина L оброблюваної деталі визначається відстанню між центрами верстата. Випускаються верстати при одному і тому ж значенні D можуть мати різні значення L . По масі токарні верстати діляться на легкі - до 500 кг ($D = 100 - 200$ мм), середні - до 4 т ($D = 250 - 500$ мм), великі - до 15 т ($D = 630 - 1250$ мм) і важкі - до 400 т ($D = 1600 - 4000$ мм). Легкі токарні верстати застосовуються в інструментальному виробництві, приладобудуванні, часовий промисловості, в експериментальних і досвідчених цехах підприємств. Ці верстати випускаються як з механічною подачею, так і без неї. На середніх верстатах виробляється 70 - 80% загального обсягу токарних робіт. Ці верстати призначені для чистової і напівчистової обробки, а також для нарізування різьблень різних типів і характеризуються високою жорсткістю, достатньою потужністю і широким діапазоном частот обертання шпинделя і подач інструменту, що дозволяє обробляти деталі на економічних режимах із застосуванням сучасних прогресивних інструментів з твердих сплавів і надтвердих матеріалів. Середні верстати оснащуються різними пристосуваннями, що розширюють їх технологічні можливості, що полегшують

працю робітника і дозволяють підвищити якість обробки, і мають досить високий рівень автоматизації. Великі і важкі токарні верстати застосовуються в основному у важкому і енергетичному машинобудуванні, а також в інших галузях для обробки валків прокатних станів, залізничних колісних пар, роторів турбін та ін.

Під режимом різання розуміють сукупність показників, які визначають продуктивність процесу різання та якість оброблених поверхонь. До основних показників режиму різання відносять швидкість різання V , подачу S та глибину різання (рисунок 10.6). Глибиною різання називають відстань між оброблюваною і обробленою поверхнями за один робочий хід інструмента відносно поверхні, яка обробляється.

Призначення елементів режиму різання відбувається у такій послідовності: спочатку вибирається максимально можлива і доцільна глибина різання t , потім максимально можлива подача S , а потім вже підраховується з урахуванням оптимальної стійкості інструмента і інших конкретних умов обробки швидкість різання. Для призначення елементів режиму різання необхідно знати матеріал заготовки і його фізико-механічні властивості; розміри заготовки, розміри деталі і технічні умови на її оброблені поверхні; матеріал і геометричні елементи ріжучої частини інструмента, його розміри, максимально допустимий знос і стійкість; кінематичні і динамічні дані верстата, на якому будуть обробляти дану заготовку.

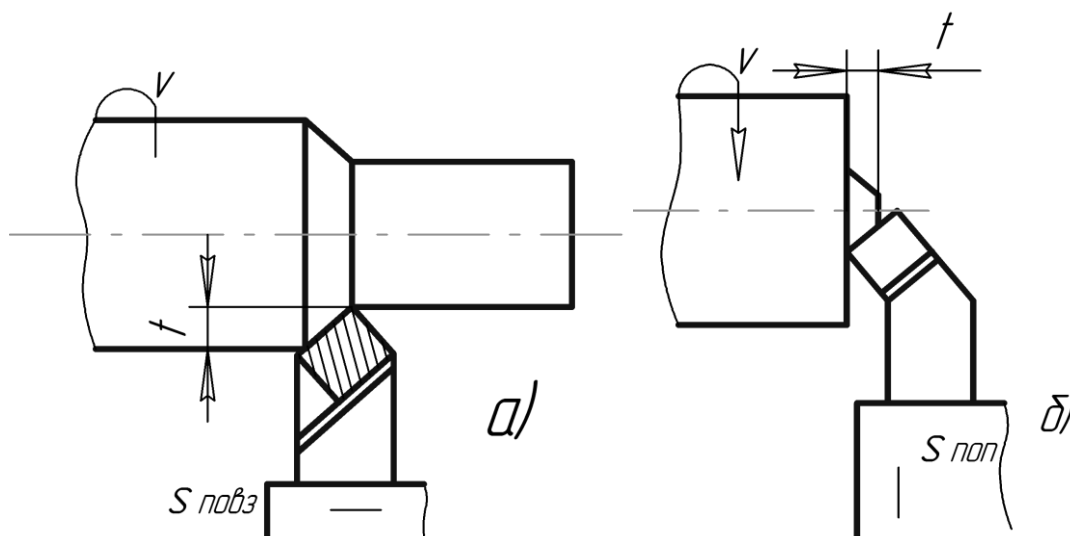


Рисунок 10.6 - Схеми робочих рухів при токарній обробці:

а) - з поздовжньою подачею; б) - з поперечною подачею

Глибина різання визначається величиною припуску на обробку. При чорновій обробці припуск доцільно видаляти за один прохід. В цьому випадку глибина різання дорівнює припуску на обробку. При зрізанні підвищених припусків або при роботі на малопотужних верстатах припуск інколи приходиться розбивати на частини, роблячи уже кілька проходів.

При напівчистовій обробці глибина різання призначається в межах 0,5...2,0 мм, а при чистовій - в межах 0,1...0,4 мм.

Подачу доцільно призначати максимально можливою з метою підвищення продуктивності праці з урахуванням всіх факторів, що впливають на її величину.

На практиці подача звичайно надається з таблиць довідників з режимів різання, складених на основі досвіду роботи передових машинобудівних заводів. При чорновій (грубій) обробці максимальну подачу можуть обмежувати міцність і жорсткість ріжучого інструмента, заготовки, міцність деталей механізмів верстата.

При напівчистовій і чистовій обробці максимальну подачу обмежують вимоги до якості обробленої поверхні, тому що чим більша подача, тим більш шорстка оброблена поверхня.

Після визначення глибини різання і подачі при відомій стійкості інструмента визначається швидкість різання V за формулами, що приводяться у довідниках з режимів різання.

Всі складальні одиниці (вузли) і механізми токарно-гвинторізних верстатів мають однакову назву, призначення і розташування. Типовий токарно-гвинторізний верстат 16К20 показаний на (рисунок 10.7).

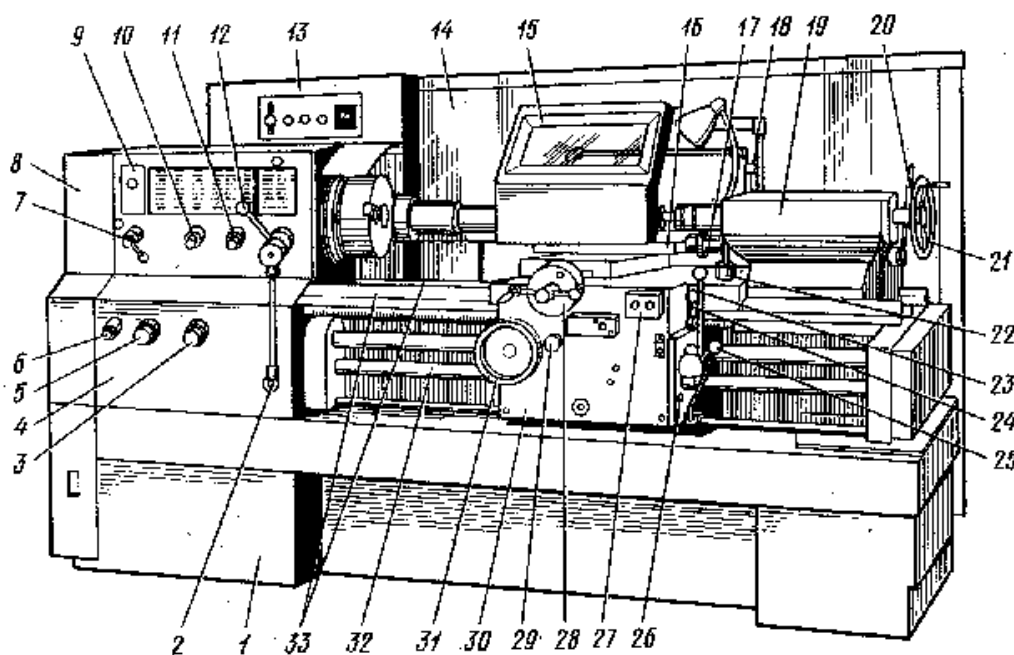


Рисунок 10.7 - Загальний вигляд і розміщення органів управління токарно-гвинторізного верстата 16К20

Рукоятки управління: 2 - блокується управління, 3,5,6 - установка подачі або кроку нарізання різьби, 7,12 - управління частотою обертання шпинделя, 10 - установка нормального і збільшеного кроку різьби і для нарізування багатозахідних різьб, 11 - зміни напрямку нарізання різьби, 17 - переміщення верхніх полозків, 18 - фіксації пінолі, 20 - фіксації задньої бабки, 21 - штурвал

переміщення пінолі, 23 - включення прискорених переміщень супорта, 24 - включення і виключення гайки ходового гвинта, 25 - управління зміною напрямку обертання шпинделя і його зупинкою, 26 - включення і виключення подачі, 28 - поперечного переміщення санчат, 29 - включення поздовжньої автоматичної подачі, 27 - кнопка включення і виключення головного електродвигуна, 31 - подовжнього переміщення санчат;

Вузли верстата: 1 - станина, 4 - коробка подач, 8 - кожух пасової передачі головного приводу, 9 - передня бабка з головним приводом, 13 - електрошафа, 14 - екран, 15 - захисний щиток, 16 - верхні санчата, 19 - задня бабка, 22 - супорт поздовжнього переміщення, 30 - фартух, 32 - ходовий гвинт, 33 - напрямні станини.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Призначення токарних верстатів. Типи токарних верстатів.
2. Призначення основних вузлів і механізмів токарно-гвинторізного верстата.
3. Види токарних різців. Рухи при токарній обробці.
4. Види стружки.
5. Методи обробки конічних поверхонь на токарних верстатах.
6. Методи нарізання різьби на токарно-гвинторізних верстатах.
7. Способи закріплення заготовок на токарних верстатах.
8. Методи обробки фасонних поверхонь на токарних верстатах.
9. Режим різання при точінні.

Лабораторна робота № 11

ФРЕЗЕРНА ОБРОБКА МЕТАЛУ

Прилади та приладдя:

- 1) Вертикально-фрезерний верстат.
- 2) Набір фрез.

Метою роботи є ознайомлення з завданням фрезерної обробки і технологією обробки металу. А також, як працює вертикально-фрезерний верстат.

11. Теоретичні відомості

11.1 Основні терміни та визначення

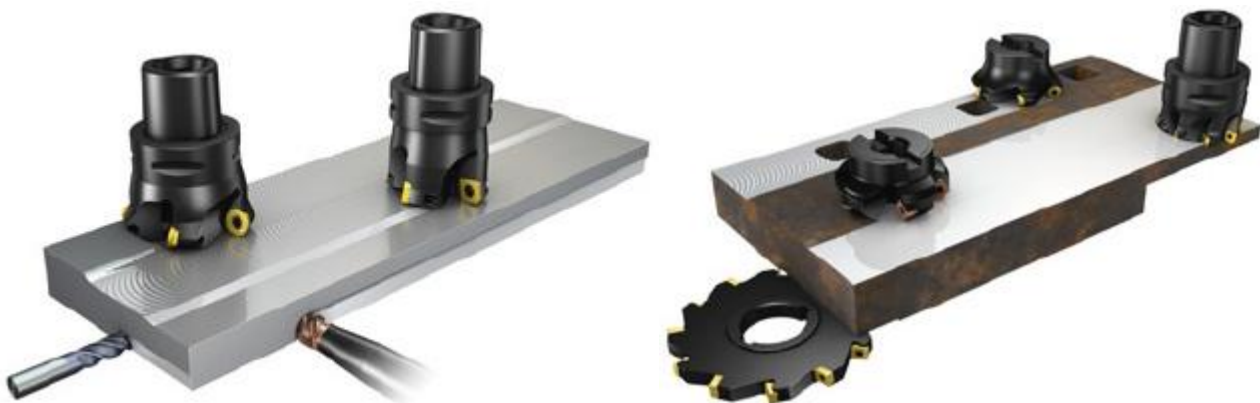
Фрезерування (фрезерна обробка) - обробка матеріалів різанням за допомогою фрези. Фреза здійснює обертальний, а заготовка - переважно поступальний рух. В процесі фрезерування беруть участь два об'єкти - фреза і заготовка. Заготовка - це майбутня деталь.

На сьогоднішній момент в металообробці фрезерування підрозділяється на кілька видів, що досить активно використовується в технологічному процесі:

Фрезерування уступів. Взагалі уступом називають певного розміру виїмку, яка обмежується двома перпендикулярними один до одного площинами. Залежно від технічного креслення деталь може мати різну кількість уступів. Залежно від пропонованих до деталі технологічним процесом вимог, фрезерування металу може здійснюватися різними методами і ріжучим інструментом. В основному для обробки уступів застосовуються дискові кінцеві і торцеві фрези. Як правило, сьогодні фрезерування ЧПУ дозволяє досягати високих результатів та класу точності. Фрезерувати уступи можна на вертикально-фрезерному або горизонтально фрезерному верстатах.



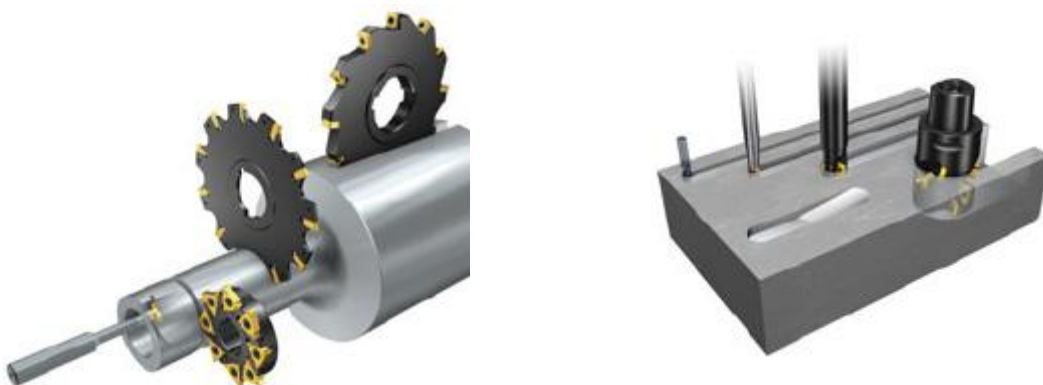
Торцеве фрезерування виконується виключно за допомогою торцевих фрез. Для зняття припуску до обертального руху фрези також додається поступальний рух. Таким чином, в основному здійснюється фрезерування металу на горизонтально-фрезерних верстатах.



Профільне фрезерування - застосовується для обробки ввігнутих і опуклих профілів з використанням двох і трьох координатних площин. Від складності профілю буде залежати тривалість технологічного процесу по операції фрезерування, так як для досягнення необхідної якості потрібно чорнова, напівчистова і чистове обробка. При чистовому проході необхідно робити мінімальні припуски, високі обороти і кілька великі подачі. Складні профілі найкраще обробляти на 5-ти координатних металообробних комплексах, де існує фрезерування ЧПУ.



Фрезерування пазів - виконується дисковими і кінцевими фрезами. Розрізняють глухі і наскрізні пази прямокутної або овальної форми. Також іноді здійснюється фрезерування паза типу «ластівчин хвіст», яка зазвичай здійснюється за два проходи зі зміною ріжучого інструменту.



Основні типи фрез (рисунок 11.1). Фрези класифікують за різними ознаками: за призначенням, формою зубів і їх напрямом, по конструкції, методу кріплення на верстаті.

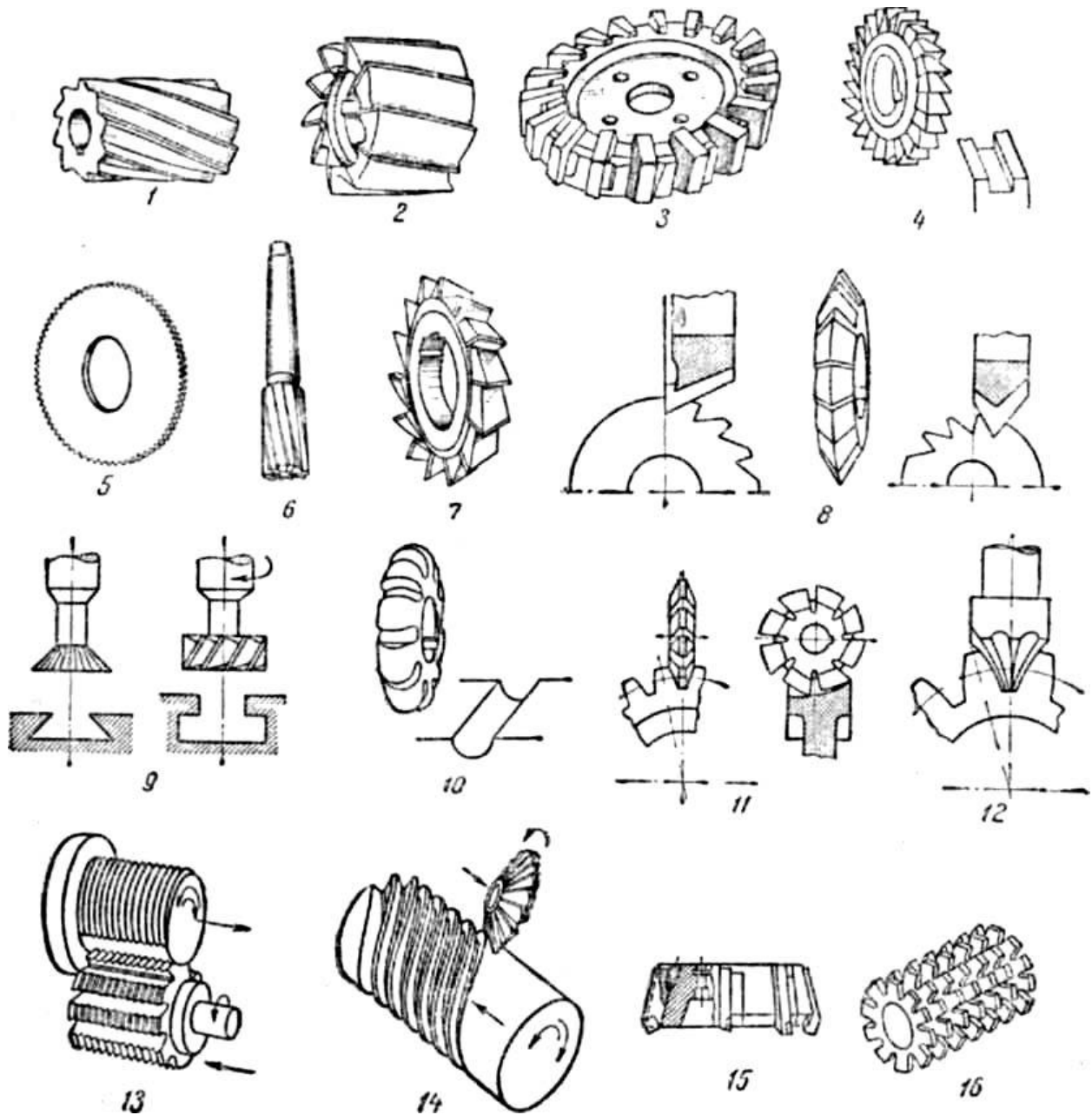


Рисунок. 11.1 - Типи фрез

По конструкції фрези поділяють на суцільні, напайні, складальні і зі вставними швидкозмінними зубами (фрезерні головки).

Суцільні фрези 1, 2, 4, 7 виготовляють цілком з високоякісного інструментального матеріалу.

Напайні фрези виготовляють з дешевих конструкційних сталей, а на робочі частини їх зубів напоюють пластинки з високоякісних інструментальних матеріалів.

Складальні фрези 3 складаються з корпусу, що виконується з легованої конструкційної сталі, і вставних зубів, що закріплюються в корпусі фрези механічними засобами: клинами, конічними штифтами.

Фрезерні головки 15 мають швидкозмінні зуби, які представляють собою звичайні різці. Такі зуби заточують як окремо від корпусу з подальшою установкою зубів в корпусі фрези за шаблоном, так і цілком - в зібраному вигляді.

За способом кріплення фрези поділяються на насадні, хвостові і торцеві.

Насадні фрези 1,3,4,7 мають отвір і шпонковий паз і закріплюються на шпindelній оправці.

Хвостові фрези 6 і 9 виготовляються одним цілим з конічним або циліндричним хвостовиком. Фрези з конічним хвостовиком закріплюються або безпосередньо в шпindelі верстата, або за допомогою конічних перехідних втулок. Фрези з циліндричним хвостовиком закріплюються в цангові патрони.

Торцеві фрези 15 встановлюються безпосередньо на торці шпindelя і закріплюються чотирма болтами.

За призначенням фрези поділяються на такі основні типи: для обробки площин, прорізнi, пазові, кутові, фасонні, зубонарізнi, різьбові і спеціальні.

До фрез для обробки площин відносяться торцеві фрези, які більше за інших пристосовані для високопродуктивної і високоякісної обробки площин, а також циліндричні фрези з прямими і спіральними зубами.

Прорізнi фрези 5 є циркульними пилами і служать для прорізнання шліців, канавок і розрізнання матеріалів.

Фрези для обробки пазів бувають різних конструкцій: тристороння, дискова фреза 4 служать для прорізнання прямокутних пазів, пальцеві фрези 9 використовують для обробки таврових пазів і пазів типу «ластівчин хвіст». Кінцевою фрезою 6 обробляють шпонкові пази, вікна і криволінійні пази.

Кутові фрези бувають однокутові 7 і двокутові 8.

Фасонні фрези 10 приміняють для обробки фасонних профілів, увігнутих, опуклих і криволінійних.

До зубонарізнних фрез відносяться дискові модульні фрези 11, пальцеві модульні фрези 12 і черв'ячні модульні фрези 16. Всі вони служать для нарізування зубчастих коліс. Сюди ж відносяться спеціальні фрези для нарізування конічних зубчастих коліс.

Різьбові фрези бувають двох типів: дискові 14 і гребінкові 13. Перші застосовують для фрезерування довгих і глибоких за профілем різьби, другі -

для нарізування коротких кріпильних різьб.

Від правильного вибору елементів режиму різання – глибини різання, подачі і швидкості різання – залежить продуктивність процесу фрезерування, точність і шорсткість обробленої поверхні, потрібна потужність верстата. При встановленні оптимального режиму різання насамперед визначають глибину різання, потім – найбільшу технологічно допустиму подачу i , нарешті, за прийнятими значеннями t і S швидкість різання. При фрезеруванні розрізняють хвилинну подачу $S_{xв}$ - переміщення оброблюваної деталі мм/хв; подачу за оберт S_0 - переміщення деталі за один оберт фрези, мм; подачу на зубець S_z - переміщення деталі при повороті фрези на кут між двома сусідніми зубцями, мм/зуб.

$$S_{xв} = S_0 n = S_z Z n.$$

Швидкість різання V - колова швидкість найбільш віддаленої від осі обертання точки ріжучої кромки фрези:

$$V = \pi D n / 1000 \text{ м/хв},$$

де D - зовнішній діаметр фрези, мм.

До елементів режиму різання при фрезеруванні відноситься також ширина фрезерування B – довжина поверхні контакту фрези з оброблюваною заготовкою, виміряна в напрямі, перпендикулярному напрямку подачі

11.2 Інструментальне оснащення.

Фрези закріплюють на оправках і в патронах, які у свою чергу по-різному кріплять в шпинделі верстата. На (рисунок 11.2) показана установка циліндричної насадної фрези на оправку. Положення фрези 6 на оправці 3 регулюється установчими кільцями 5. Фреза і оправка пов'язані шпонкою 7. Конічний хвостовик оправки, що має внутрішню різьбу, вставляють в аналогічний отвір шпинделя 2 верстата і затягують болтом 1. Щоб оправка не проверталася, в шпиндель встановлюють сухарі 4, які входять в пази шпинделя і фланця оправлення. Якщо оправлення довге, то інший її кінець підтримується підвіскою 8, встановленою на хоботі верстата.

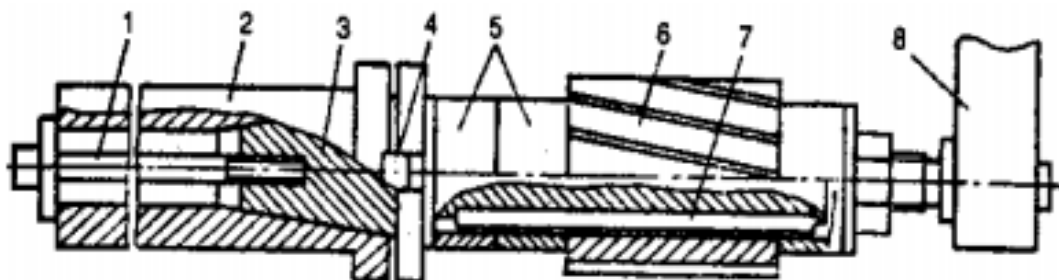


Рисунок 11.2 - Установка циліндричної фрези на оправці

Торцеві насадні фрези можна встановлювати на оправках або безпосередньо на шпинделі верстата (рисунки 11.3 а). Фрезу 1 циліндричним поясочком надівають на шпиндель 2 верстата і притягують гвинтами 3. Крутний момент від шпинделя до фрези передається шпонкою 4.

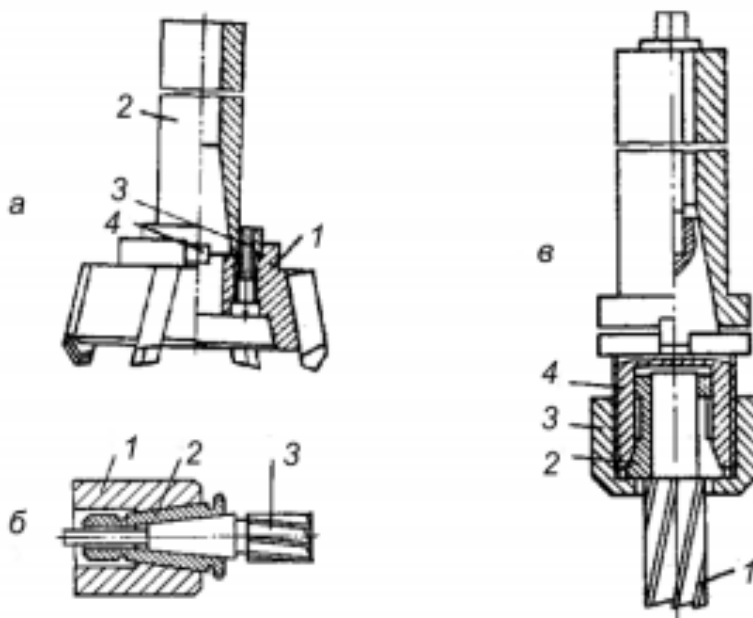


Рисунок 11.3 - Схеми установки і закріплення фрез на верстатах

Кінцеві фрези з конічним хвостовиком встановлюють в шпиндель верстата, використовуючи перехідні втулки (рисунки 11.3 б). Кінцеві фрези з циліндричним хвостовиком закріплюють в патроні, який конічним хвостовиком вставляють в шпиндель верстата (рисунки 11.3 в). Фрезу 1 встановлюють в цангу 2 і за допомогою гайки 3 закріплюють в корпусі патрона 4.

11.3 Пристосування для установки і закріплення заготовок на фрезерних верстатах.

До них відносяться різного роду прихвати, підставки, призми, кутові плити, машинні лещата, столи.

Прихвати (рисунки 11.4) використовують для закріплення заготовок 1 або яких-небудь пристосувань безпосередньо на столі верстата за допомогою болтів 2. Нерідко один з кінців прихвату спирається на підставку 4.

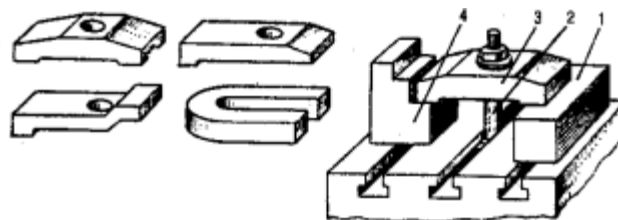


Рисунок 11.4 – Прихвати і підставки

Кутові плити (рисунок 11.5) застосовують при обробці заготовок, у яких необхідно отримати площини, розташовані під кутом одна до іншої.

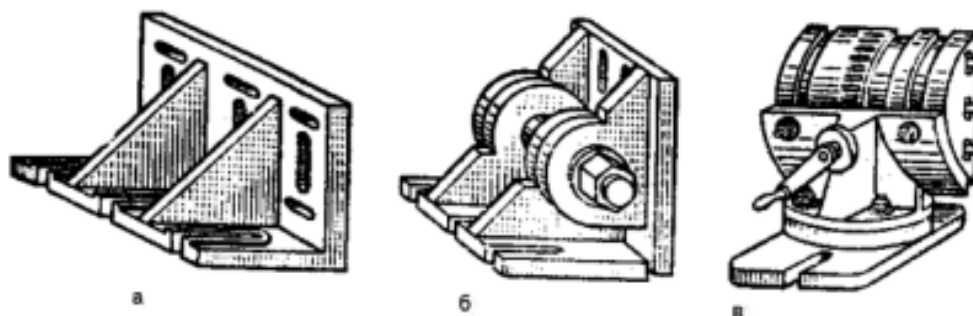


Рисунок 11.5 – Кутові плити:

а – звичайні; універсальні, поворот навколо однієї осі (б) або двох осей (в)

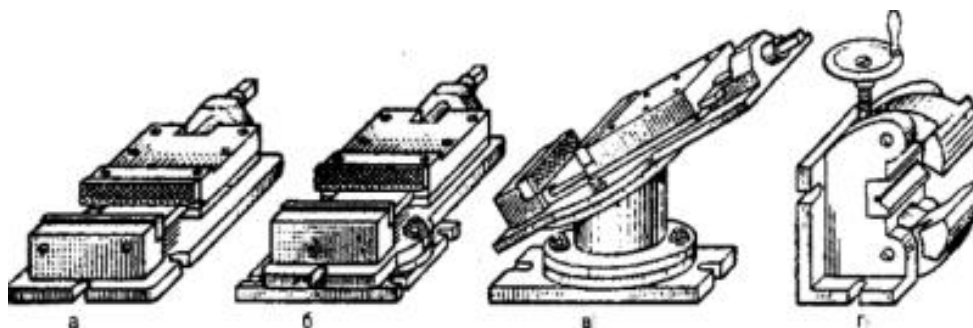


Рисунок 11.6 – Машинні лещата:

а – неповоротні; б - поворотні (поворот навколо вертикальної осі); в - універсальними (поворот навколо двох осей); г - спеціальними (наприклад, для закріплення валів): з ручним, пневматичним, гідравлічним приводом

11.4 Типи фрезерних верстатів

Існує велика кількість типів фрезерних верстатів як універсальних широкого призначення, так і спеціалізованих, наприклад, шпонко-фрезерні, різьбо-фрезерні тощо. Найбільш розповсюдженими є консольні горизонтально-фрезерні та вертикально-фрезерні верстати.

Консольними фрезерні верстати називають тому, що стіл їх розташований на консольній балці, яка може переміщуватись по вертикальних напрямних

станини. На цих верстатах виконують різні фрезерні роботи, вони є найбільш поширеними фрезерними верстатами.

Розглянемо декілька верстатів а саме консольно-фрезерний універсальний верстат моделі 6Р81 (рисунки 11.7), універсальний консольно-фрезерний верстат з поворотною головкою 6Н81А (рисунки 11.8), та вертикальний шпоночно-фрезерний верстат 692М (рисунки 11.9).

Консольно-фрезерний універсальний верстат моделі 6Р81 призначений для використання в умовах індивідуального і дрібносерійного виробництва.

На верстаті можлива обробка плоских і фасонних поверхонь циліндричними, торцевими і кінцевими фрезами.

Технічна характеристика верстата забезпечує продуктивну обробку чорних і кольорових металів із застосуванням швидкоріжучого і твердосплавного інструменту.

Технологічні можливості верстата можуть бути розширені застосуванням ділильної головки, накладного круглого столу, накладних фрезерних і довбальних головок.



Рисунок 11.7 – консольно-фрезерний універсальний верстат моделі 6Р81

Верстати моделі 6Н81А призначені для фрезерування площин невеликих деталей різної конфігурації зі сталі, чавуну і кольорових металів циліндричними, дисковими, торцевими, фасонними та іншими фрезами. Широка технічна характеристика верстата дозволяє використовувати

швидкорізальний інструмент. Застосовується в одиничному, серійному і великосерійному виробництві.



Рисунок 11.8 – Універсальний консольно-фрезерний верстат з поворотною голівкою 6H81A

Вертикальний шпоночно-фрезерний верстат 692М призначений для обробки пазів шпон мірними і немірна кінцевими фрезами шириною від 4 до 25 мм і глибиною до 26 мм

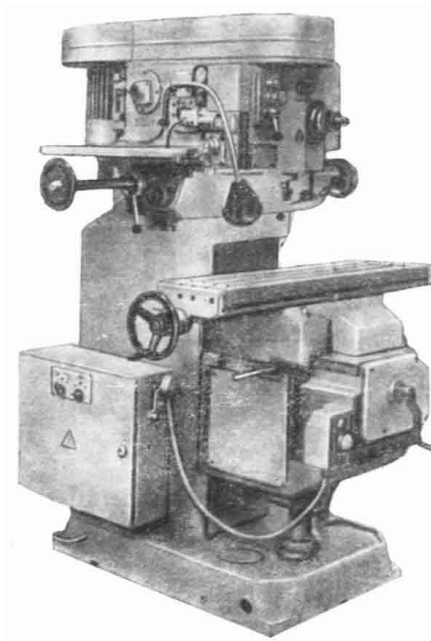


Рисунок 11.9 – Вертикальний шпоночно-фрезерний верстат 692М

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Типи фрез.
2. Роботи, які виконуються на фрезерних верстатах.
3. Типи фрезерних верстатів. Їх призначення.
4. Елементи режиму різання при фрезеруванні.
5. Назвіть основні вузли горизонтально-фрезерного і вертикально-фрезерного верстатів.
6. Розкажіть про інструментальне оснащення.
7. Пристосування для установки і закріплення заготовок на фрезерних верстатах.
8. Який рух при фрезеруванні є головним?
9. Як здійснюється на фрезерних верстатах рух подачі?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Куркін В.І. Деталі механізмів радіопристроїв. М. ВШ. 1988.
2. Піменов А.І. Похибки деталей механізмів РЕА. М. СР.1975.
3. Артоболовський І.І. Теорія механізмів і машин. М. Наука 1975.
4. Вовилкін Е.А. Розрахунок і конструювання точних механізмів систем і приладів. М./1981.

ДОПОМІЖНА ЛІТЕРАТУРА

1. Нікітін Е.М. Краткий курс теоретичної механіки. М. Наука 1971