

ГЛАВА 9. ВЗАЄМОЗАМІННІСТЬ ШЛІЦЬОВИХ З'ЄДНАНЬ

9.1 Види шліцьових з'єднань

Шліцьові з'єднання мають таке ж призначення, що і шпонкові, але мають перед останніми значні переваги:

- внаслідок змінання та зрізу шпонок, послаблення перерізів валів і втулок пазами і утворення концентраторів напружень шпонкові з'єднання не можуть передавати великі крутні моменти;

- в результаті перекосів і зміщення пазів, а також контактних деформацій від радіальних сил в шпонкових з'єднаннях можливий перекоп втулки на валу.

Шліцьові з'єднання передають великі крутні моменти, мають великий опір втоми, високу точність центрування та направлення. Для забезпечення концентричності поверхні втулки відносно осі обертання вала у шліців деталей, що спряжються, передбачена центральна поверхня.

В залежності від профілю зубів шліцьові з'єднання поділяються на прямобічні, евольвентні, трапецеїдальні та трикутні (рис. 9.1).

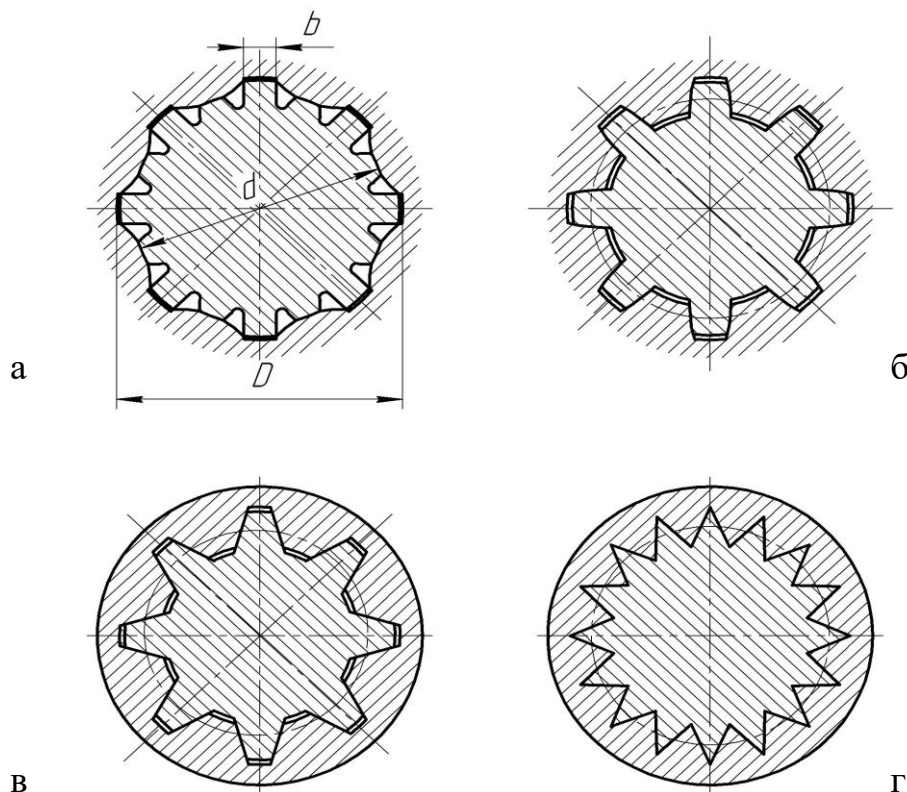


Рисунок 9.1

Види шліцьових з'єднань

Шліцьові з'єднання з евольвентним профілем (рис. 9.1, б) мають широке використання. Вони:

- здатні передавати значні крутні моменти;
- мають концентрацію напружень біля основи зубів на 10-40 % меншу, ніж при прямобічному (рис. 9.1, а) профілі;
- мають підвищену циклічну довготривалість;

- забезпечують краще центрування і направлення деталей при з'єднанні;
- більш прості у виготовленні.

Шліцьові з'єднання з трапецеїдальним (рис. 9.1, в) та трикутним (9.1, г) профілем не стандартизовані, переважно їх використовують замість посадок з натягом, а також при тонкостінних втулках для передачі невеликих крутних моментів.

9.2 Шліцьові з'єднання з прямобічним профілем

Допуски і посадки встановлює ГОСТ 1139-80 в залежності від призначення з'єднання та прийнятої системи центрування втулки відносно вала. Існує три способи центрування схеми яких представлені на рис. 9.2:

- за зовнішнім діаметром D (рис. 9.2, а);
- за внутрішнім діаметром d (рис. 9.2, б);
- за боковими сторонами зубів b (рис. 9.2, в).

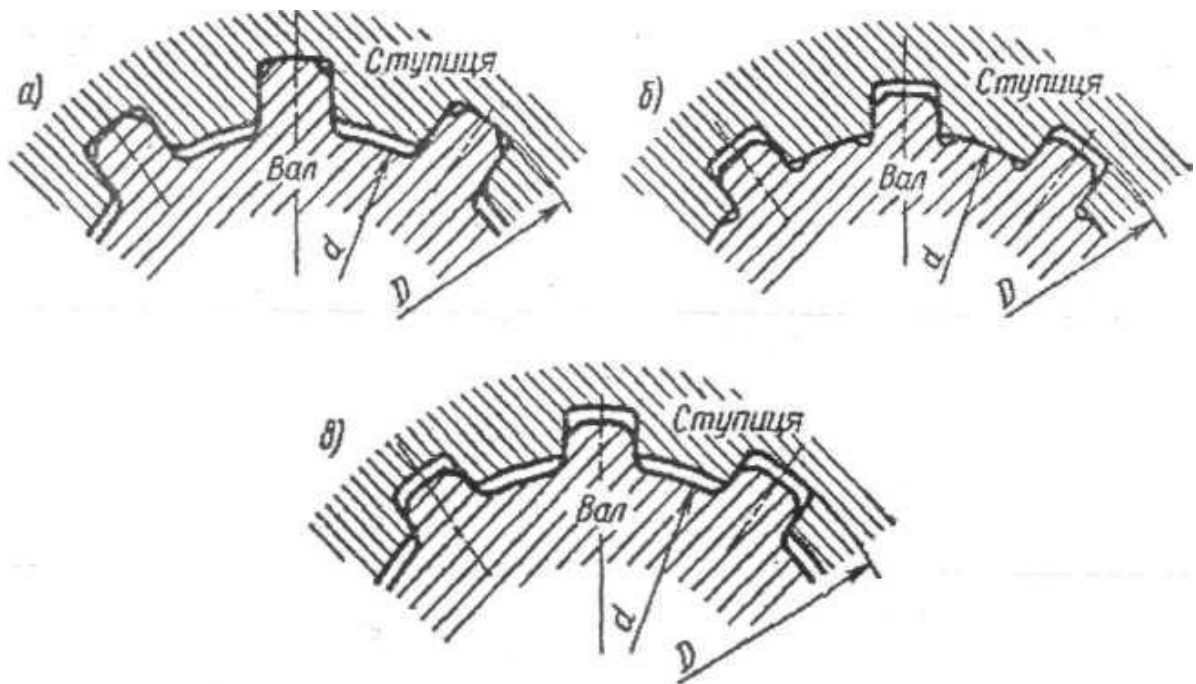


Рисунок 9.2

Схеми центрування прямобічних з'єднань

Центрування по D рекомендується при підвищених вимогах до точності співвісності елементів з'єднання, коли втулку термічно не обробляють, або коли твердість її матеріалу після термічної обробки дозволяє використовувати метод чистового протягування, а для обробки вала - використовувати метод фрезерування до отримання кінцевих розмірів зубів.

Такий спосіб простий і економічний, використовується для нерухомих з'єднань, а також для рухомих, які передають незначний крутний момент, тобто для з'єднань з малим зношенням поверхонь.

Центрування по d використовується в випадках підвищених вимог до співпадання геометричних осей; якщо втулка має високу твердість після

термічної обробки, і це не дозволяє обробити отвір чистовим протягуванням (отвір шліфують на звичайному внутрішньошліфувальному верстаті); коли можуть виникнути значні короблення довгих валів після термічної обробки.

Спосіб забезпечує точне центрування і використовується переважно для рухомих з'єднань, але значно дорожчий за інші.

Центрування по b використовується при передаванні знакозмінних навантажень, великих крутних моментів, а також при реверсивному русі.

Цей метод сприяє більш рівномірному розподіленню навантаження між зубами, але не забезпечує високої точності центрування. Метод простий і економічний, але застосовується рідко.

Для різних способів центрування ГОСТ 1139-80 встановлює поля допусків і рекомендовані посадки для валів і втулок (див. табл. 9.1).

Таблиця 9.1

Рекомендовані поля допусків і посадки прямобічних шліцьових з'єднань (згідно з ГОСТ 1139-80)

Поля допусків		Посадки
втулки	вала	
При центруванні по D		
Для розміру D		
H7	$f7; g6; h7; js7;$ $n6$	$\boxed{\frac{H7}{f7}}$; $\frac{H7}{g6}$; $\frac{H7}{h7}$; $\boxed{\frac{H7}{js7}}$; $\frac{H7}{n6}$
H8	$e8$	$\frac{H8}{e8}$
Для розміру b		
F8	$d9; e8; f7; f8; h8;$ $h9; js7$	$\left(\frac{F8}{d9}\right)$; $\frac{F8}{e8}$; $\boxed{\frac{F8}{f7}}$; $\boxed{\frac{F8}{f8}}$; $\frac{F8}{h8}$; $\frac{F8}{h9}$; $\boxed{\frac{F8}{js7}}$
D9	$d9; e8; f7; h8; h9;$ $js7$	$\left(\frac{D9}{d9}\right)$; $\frac{D9}{e9}$; $\frac{D9}{f7}$; $\frac{D9}{h8}$; $\frac{D9}{h9}$; $\frac{D9}{js7}$
При центруванні по d		
Для розміру d		
H7	$f7; g6; h7; js6; js7;$ $n6$	$\boxed{\frac{H7}{f7}}$; $\boxed{\frac{H7}{g6}}$; $\frac{H7}{h7}$; $\frac{H7}{js6}$; $\frac{H7}{js7}$; $\frac{H7}{n6}$

Продовження табл. 9.1

H8	$e8$	$\frac{H8}{e8}$	
Для розміру b			
F8	$f7; f8; h7; js7; k7$	$\frac{F8}{f7}; \frac{F8}{f8}; \frac{F8}{h7}; \frac{F8}{js7}; \frac{F8}{k6}$	
H8	$h7; h8; js7$	$\frac{H8}{h7}; \frac{H8}{h8}; \frac{H8}{js7}$	
D9	$e8; f8; e9; h9; k7$	$\frac{D9}{e8}; \frac{D9}{f8}; \frac{D9}{e8}; \frac{D9}{h9}; \frac{D9}{k7}$	
F10	$e8; f8; h7; e9; h9; js7; k7$	$\frac{F10}{e8}; \frac{F10}{f8}; \frac{F10}{h7}; \frac{F10}{h7}; \frac{F10}{e9}; \frac{F10}{h9}; \frac{F10}{js7}; \frac{F10}{k7}$	
При центруванні по b			
Для розміру b			
F8	$d9; e8; f8; e9; h9; js7$	$\left(\frac{D9}{d9}\right); \frac{D9}{e8}; \frac{D9}{f8}; \frac{D9}{e9}; \frac{D9}{h9}; \frac{D9}{js7}; \frac{D9}{k7}$	
D9	$d9; e8; f8; e9; h9; js7; k7$	$\frac{F10}{d9}; \frac{F10}{e8}; \frac{F10}{f8}; \frac{F10}{e9}; \frac{F10}{h9}; \frac{F10}{k7}$	
F10	$d9; e8; f8; e9; h9; k7$	$\frac{F10}{d9}; \frac{F10}{e8}; \frac{F10}{f8}; \frac{F10}{e9}; \frac{F10}{h9}; \frac{F10}{k7}$	
Для нецентруючих елементів			
Нецентру ючий діаметр	Вид центрування	Поле допуску	
		вала	втулки
d	По D або b	див. ГОСТ 1139 - 80	
D	» d » b	a11	H12

Посадки шліцевих з'єднань призначають в системі отвору для центруючої циліндричної поверхні та бокових поверхонь впадин втулки і зубів вала (тобто по D і b при центруванні по D ; по d і b при центруванні по d ; по b при центруванні по b).

Числові значення допусків і основних відхилень для розмірів D , d , b шліцевого з'єднання призначають згідно з ГОСТ 25346-82.

Сполучення посадок по D і b або по d і b стандартом не регламентовано (встановлюється конструктором).

Позначення прямобічних шліцевих з'єднань

Шліцеві поверхні зображуються на кресленнях двома лініями: лінія номінального профілю - основною лінією, лінія впадин шліців суцільною тонкою лінією, розташованою з боку матеріалу, на відстані, встановленій масштабом креслення.

Позначення шліцевого з'єднання вказується на поличці лінії-виноски, як показано на рис. 9.3.

Позначення шліцевих з'єднань складаються:

- з літери, яка позначає поверхню центрування;
- з числа зубів та номінальних розмірів d , D , b з'єднання вала і втулки;
- позначення полів допусків (для деталей) або посадок (для з'єднання) за розмірами d , D , b .

Приклади умовного позначення з'єднання вала і втулки:

- для шліцевого з'єднання з параметрами $z = 6$ мм, $d = 23$ мм, $D = 26$ мм, $b = 6$ мм з центруванням по d , з посадками по

$$d \frac{H7}{f7}; D \frac{H12}{a11}; b \frac{F8}{f7};$$

$$d - 6 \times 23 \frac{H7}{f7} \times 26 \frac{H12}{a11} \times 6 \frac{F8}{f7};$$

- для отвору цього з'єднання: $d - 6 \times 23 H7 \times 26 H12 \times 6 F8$,

- для вала: $d - 6 \times 23 f7 \times 26 a11 \times 6 f7$.

При центруванні по D і b поля допусків нецентруючих діаметрів не вказують, наприклад:

- при центруванні по D з посадками для $D \frac{H8}{e8}$ і $b \frac{D9}{e8}$;

- для з'єднання: $D - 6 \times 23 \times 26 \frac{H8}{e8} \times 6 \frac{D9}{e8}$;

- те ж саме при центруванні по b : $b - 6 \times 23 \times 26 \frac{H12}{a11} \times 6 \frac{D9}{e8}$.

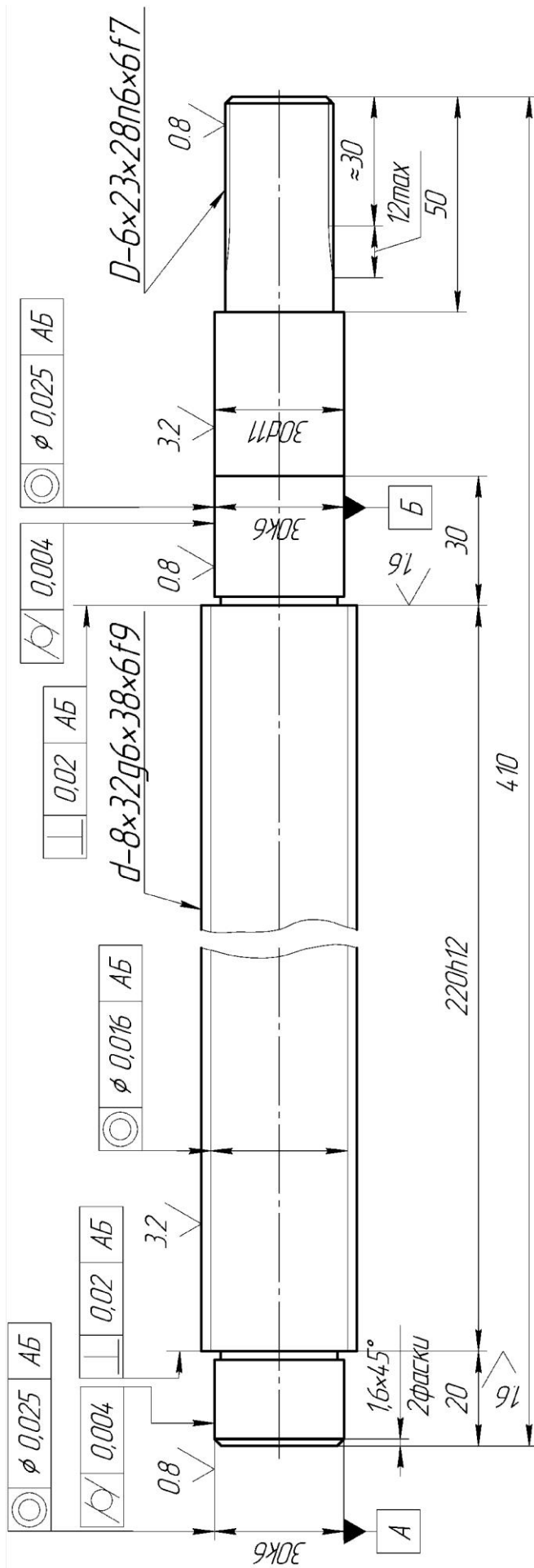


Рисунок 9.3
Приклад умовного позначення шліцьового валу

9.3 З'єднання шліцьові евольвенти

Центрування деталей евольвентного з'єднання виконують переважно по бокових поверхнях s та по зовнішньому діаметру D (по s виконують часто, воно є економічним, а по D лише при необхідності точної співвісності деталей на валу). Допускається, але не рекомендується також центрування по внутрішньому діаметру d . В машинобудуванні часто використовують центрування відносно допоміжної поверхні.

При вказаних способах центрування можливе як рухоме так і нерухоме з'єднання.

На рис. 9.4, а показані вихідний контур і форма зубів вала та втулки: на рис. 9.4, б, при центруванні по зовнішньому діаметру D ; форма зубів вала і втулки при центруванні по бокових поверхнях зубів з плоскою та заокругленою (показана штриховою лінією) формою впадини на рис. 9.4, в.

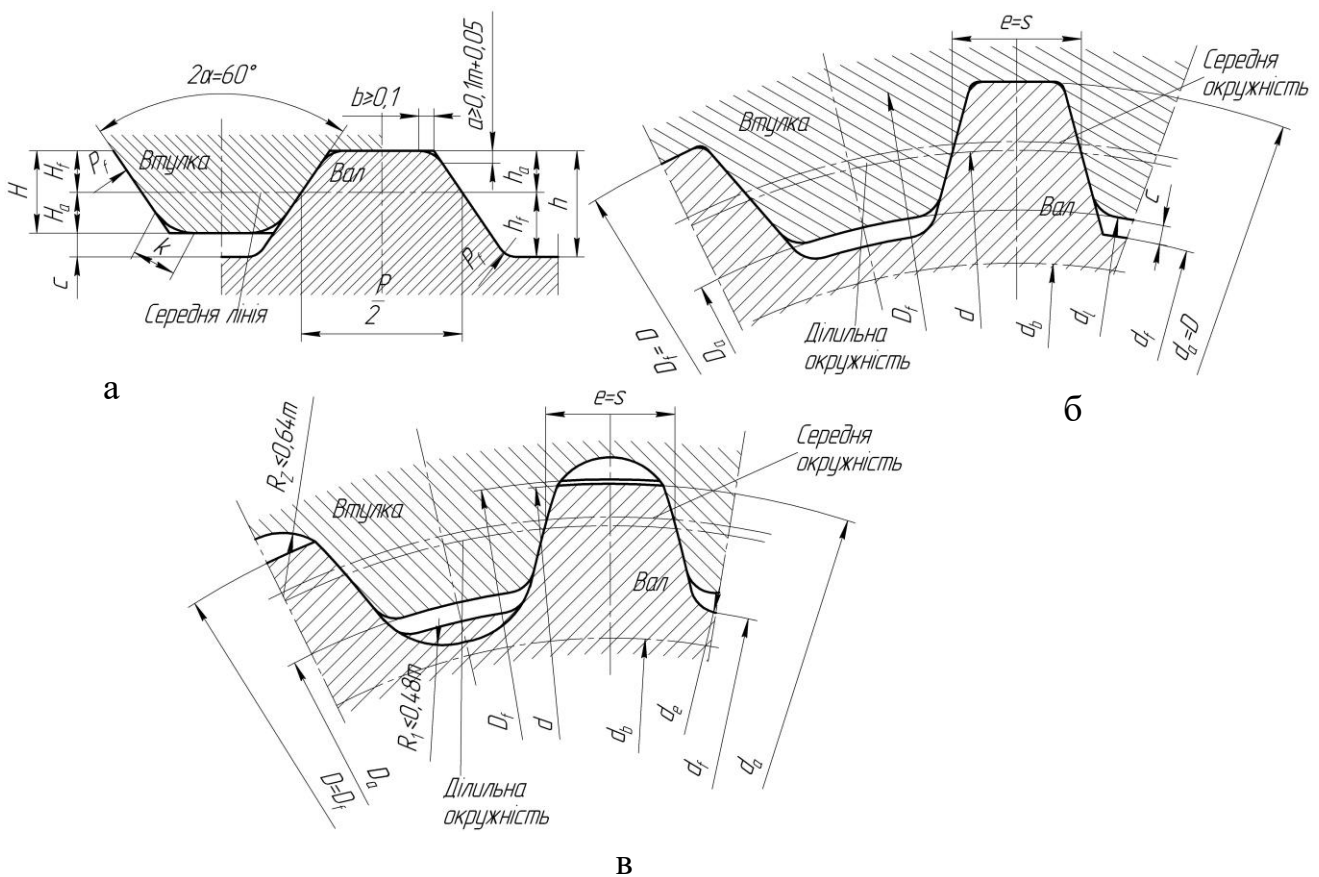


Рисунок 9.4

Форма зубів і способи центрування евольвентних шліцьових з'єднань

Допуски і посадки евольвентних з'єднань

Допуски і посадки встановлені в ГОСТ 6033-80.

При центруванні по бокових поверхнях встановлено два види допусків ширини e впадин втулки і товщини s зуба вала (рис. 9.5):

- T_e (T_s) - допуск власне ширини впадини втулки (товщини зуба вала);

- T - сумарний допуск, до якого входить також відхилення форми і розташування елементів профілю впадин (зуба).

Відхилення розмірів e та s відраховують від їхнього загального номінального розміру за дугою ділильного кола.

Для ширини e впадини втулки встановлене одне основне відхилення H і ступені точності 7, 9, 11.

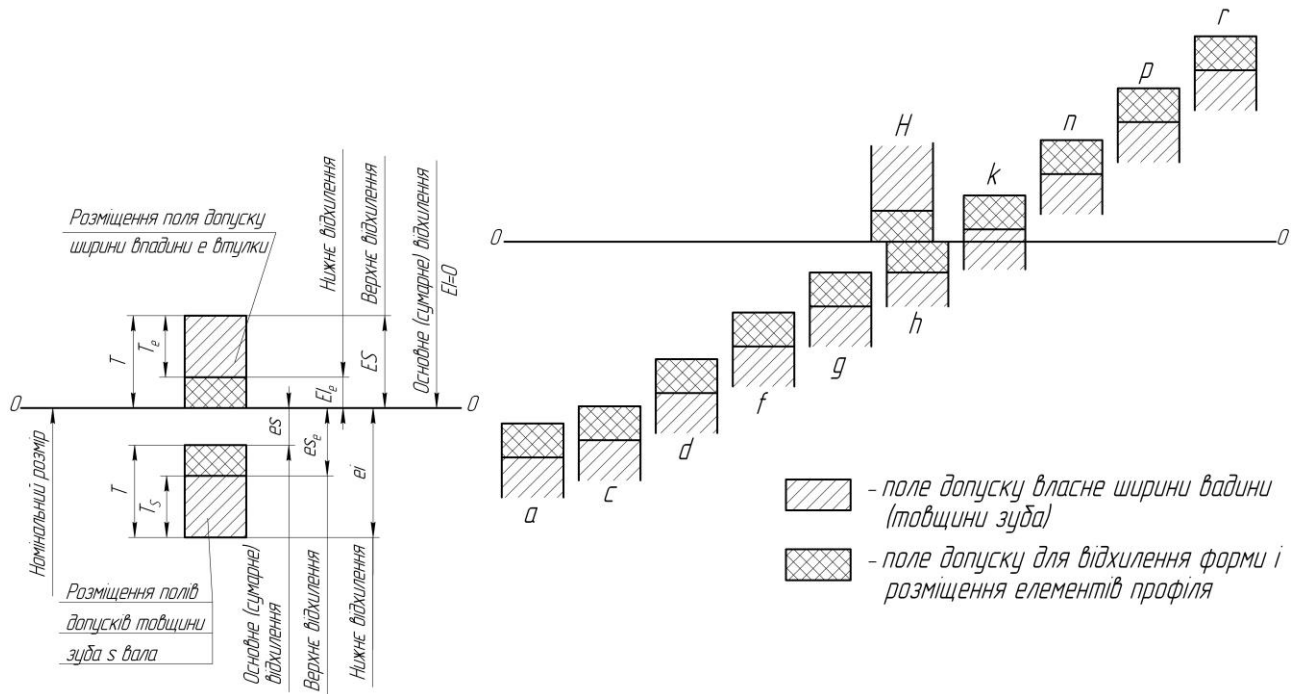


Рисунок 9.5

Посадки шліцьових евольвентних з'єднань при центруванні по бокових сторонах зубів b

Для товщини s зуба вала встановлені десять основних відхилень: $a, c, d, f, g, h, k, n, p, r$ і ступені точності 7, 8, 9, 10, 11.

Посадки по бокових поверхнях зубів передбачені тільки в системі отвору.

При центруванні за зовнішнім діаметром встановлені два ряди полів для діаметрів, по яких центрують. Перший ряд є переважним:

I ряд: для D_f - H7; для d_a - n6; js6; h6; g6; f6;

II ряд: для D_f - H8; для d_a - n6; h6; f6,

де D_f - діаметр окружності впадин втулки;

d_a - діаметр окружності вершин зубів вала.

Позначення евольвентних шліцьових з'єднань

За стандартом поля допусків розмірів шліцьових евольвентних з'єднань при центруванні по бокових поверхнях зубів позначають цифрою (квалітетом), а за нею – літерою (основне відхилення) для того, щоб відрізнити ці з'єднання від гладких, в яких цифра стоїть після літери.

Позначення евольвентного з'єднання включає:

- номінальний діаметр з'єднання D ;
- модуль m ;
- позначення посадки з'єднання, розміщене після розмірів центруючих елементів;
- номер стандарту.

Приклади позначення:

1) при centruванні по бокових поверхнях зубів при $D = 40$ мм, $m = 3$ мм,

посадці $\frac{7H}{7g}$:

- з'єднання $40 \times 3 \times \frac{7H}{7g}$ ГОСТ 6033-80;

- вала $40 \times 3 \times 7g$ ГОСТ 6033-80;

- втулки $40 \times 3 \times 7H$ ГОСТ 6033-80;

2) при centruванні за зовнішнім діаметром при $D_f = 60$ мм, $m = 1,25$ мм,

посадка $\frac{H7}{f7}$:

- з'єднання $60 \times 1,25 \times \frac{H7}{f7}$ ГОСТ 6033-80;

- вала $60 \times 1,25 \times f7$ ГОСТ 6033-80;

- втулки $60 \times 1,25 \times H7$ ГОСТ 6033-80.

9.4 Контроль шліцьових з'єднань

Шліцьові з'єднання контролюють комплексними прохідними калібрами (рис. 9.6) та поелементними непрохідними калібрами або на універсальних вимірювальних приладах.

Контроль шліцьового вала або втулки комплексним калібром є достатнім в одному положенні, без переустановлення калібру.

На рис. 9.6, а показані калібри для контролю прямобічних з'єднань; на рис. 9.6, б - для контролю евольвентних з'єднань.

Контроль поелементним непрохідним калібром необхідно виконувати не менше, як в трьох різних положеннях. Якщо калібр проходить хоча б в одному з цих положень, контрольовану деталь вважають бракованою.

Допуски калібрів для контролю шліцьових прямобічних з'єднань регламентовані ГОСТ 7951-80, допуски і види калібрів для контролю шліцьових евольвентних з'єднань - ГОСТ 24969-81.

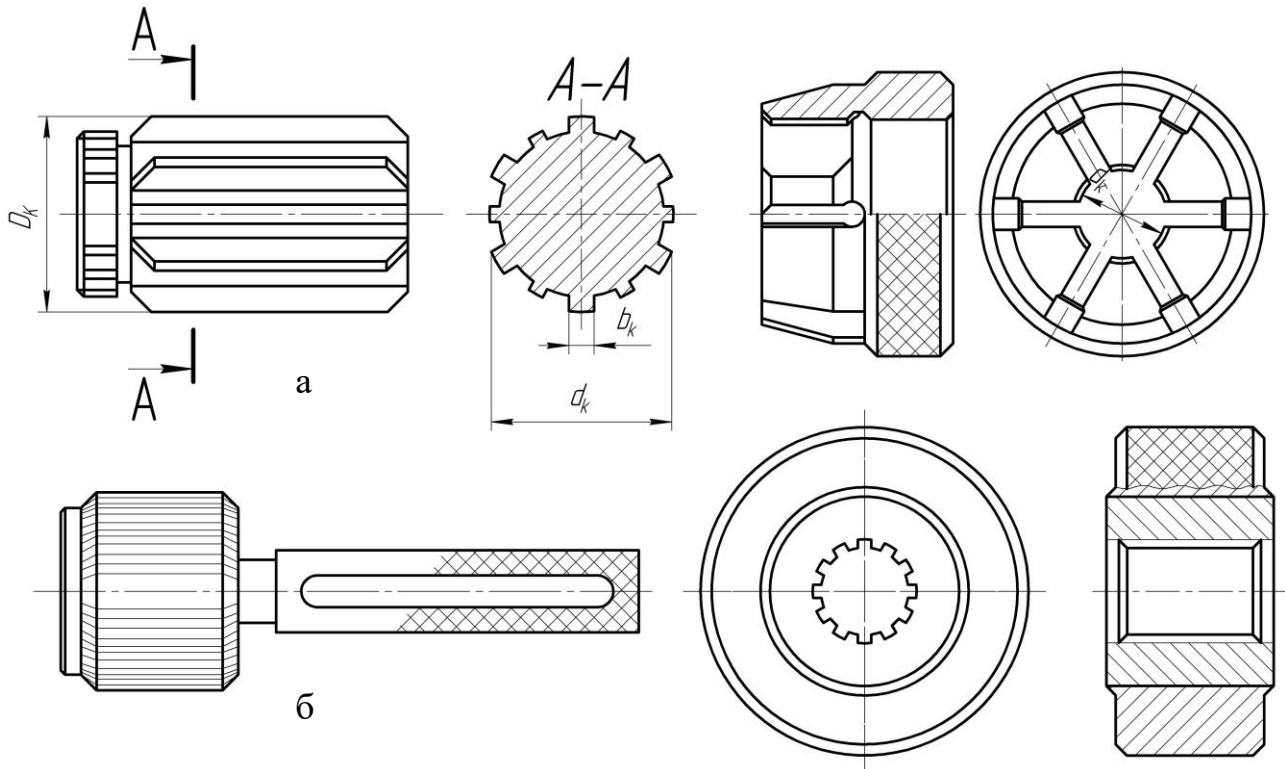


Рисунок 9.6
Калібри для контролю шліцьових з'єднань

9.5 Контрольні запитання

1. У залежності від яких факторів вибирають спосіб центрування шліцьових з'єднань з прямобічним профілем?
2. Перелічити основні елементи шліцьового профілю.
3. Які поля допусків валів і втулок застосовують для шліцьових з'єднань?
4. Зобразити поля допусків будь-якої шліцьової посадки при центруванні за зовнішнім діаметром і шириною шліців і показати найбільші і найменші зазори (натяги).
5. Особливості центрування і посадки шліцьових з'єднань з евольвентним профілем.
6. Як умовно позначають шліцьові з'єднання на складальному і робочому кресленнях?
7. Методи контролю шліцьових поверхонь.

9.6 Теми для самостійного вивчення

1. Основні геометричні параметри шліцьових евольвентних з'єднань і залежності між ними [6, С. 256 - 261].