

## 1. Види, основні параметри і точність шпонкових з'єднань

Шпонкові з'єднання призначені для передачі крутих моментів між валами та насаджувальними на них півмуфтами, зубчастими колесами, шківками, рукоятками керування та іншими деталями (надалі втулки). Наприклад, при встановленні шестерні та шківки на колінчастий вал двигуна крутий момент передається шпонкою, а натяг утримує деталь від осового переміщення.

Зі всієї різноманітності конструкцій шпонкових з'єднань в автотракторному та сільському машинобудуванні найбільш поширені призматичні, сегментні та клинові шпонки.

Перші два види з'єднань – ненапружені, третій – напружений.

Призматичні шпонки використовують для отримання нерухомих ковзних з'єднань.

З'єднання із сегментною шпонкою слугуватиме для створення тільки нерухомих з'єднань.

З'єднання з клиновими шпонками застосовують там, де невисокі вимоги для співвісності з'єднаних деталей (шківки, маховики).

Основні розміри деталей шпонкового з'єднання та призматичної та сегментної шпонок зображені на рис. 1.

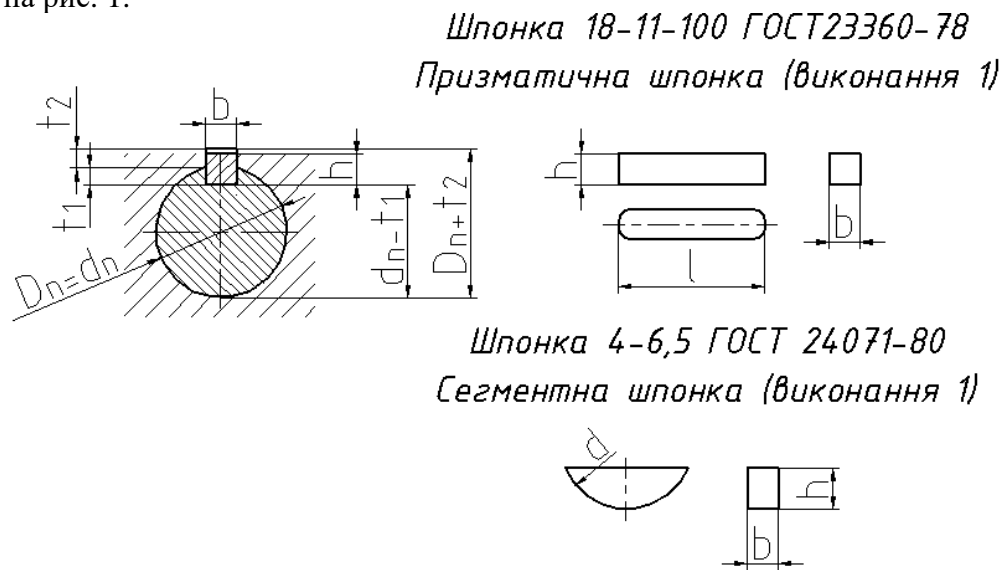


Рис. 1. Основні розміри деталей шпонкового з'єднання

Роботоздатність шпонкових з'єднань визначається точністю посадок по ширині шпонки  $b$ . Останні розміри задають так, щоб виключити можливість затискання шпонки по висоті чи надмірне зниження поверхонь дотику бокових сторін.

Розміри шпонок залежать від діаметра валу. Слід розрізняти з'єднання: вал-втулка; шпонка-паз валу; шпонка-паз втулки.

## 2. Допуски та посадки шпонкових з'єднань

Допуски та посадки шпонкового з'єднаннязначаються в такій послідовності:

- 1) на з'єднання вал-втулка;
- 2) на з'єднання шпонка-паз валу та шпонка-паз втулки;
- 3) на неспряжені розміри.

Залежно від призначення шпонкового з'єднання та умов його роботи рекомендуються поля допусків з'єднання вал-втулка за номінальним діаметром  $d_n$ , які наведені у табл.1.

Таблиця 1

Рекомендовані поля допусків у з'єднанні вал-втулка

№ з.п.	Умови роботи	Поля допусків		Посадки
		відвір	вал	
1	При точному центруванні	H6	$j_s 6, k6, m6, n6$	перехідні

2	При великих динамічних навантаженнях	H7, H8	s7, x8, u8, s8	з натягом
3	При осьовому переміщенні втулки на валу	H6, H7	h6, h7	із зазором

Залежно від характеру з'єднань по ширині шпонки встановлено три види з'єднань: вільне, нормальне і щільне.

Вільне з'єднання застосовується при утруднених умовах складання і дії нереверсивних рівномірних навантажень, а також для отримання рухомих з'єднань при легких режимах роботи.

Нормальне з'єднання застосовується для отримання нерухомих з'єднань, які не потребують частого розбирання, не сприймають ударних реверсивних навантажень, відрізняються сприятливими умовами роботи.

Щільне з'єднання характеризується ймовірністю отримання приблизно однакових невеликих натягів у з'єднаннях шпонки з обома пазами; складання виконується напресуванням; застосовується при нечастому розбиранні та реверсивних навантаженнях.

Виходячи з цих умов, для з'єднань шпонка-паз валу та шпонка-паз втулки встановлено поля допусків, які наведені в табл. 5.2, а взаємне розташування полів допусків зображено на рис. 2.

Таблиця 2

Рекомендовані поля допусків у з'єднаннях шпонка-паз вала і шпонка-паз втулки

№ з.п.	Види з'єднання і характер виробництва	Поля допусків		
		ширина шпонки	ширина паза вала	ширина паза відвернення
1	Щільне з'єднання при точному centruванні (індивідуальне виробництво)	h9	P9	P9
2	Нормальне з'єднання (масове виробництво)	h9	N9	J <sub>s</sub> 9
3	Вільне з'єднання (напрямні шпонки)	h9	H9	D9

Необхідні посадки одержують, змінюючи поля допусків пазів при незмінному полі допуску шпонки, тобто по ширині шпонкових з'єднань застосовують посадки в системі валу.

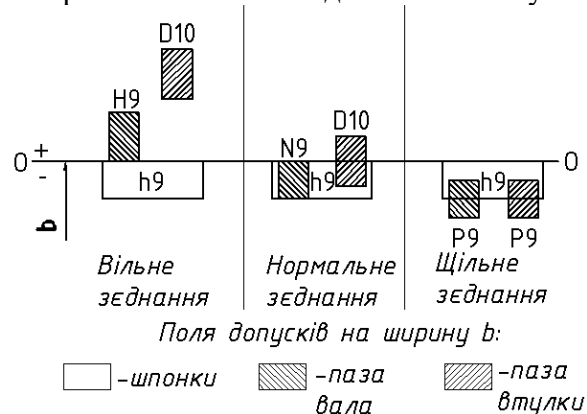


Рис. 2. Розташування рекомендованих полів допусків шпонкового з'єднання

Решта розмірів шпонкового з'єднання (крім  $b$ ) є неспряжені розміри, на які встановлено такі поля допусків:

$h$  – висота шпонки – за h 11;

$l$  - Довжина шпонки - по  $h$  14;

$l_{\text{вал}}$  - Довжина паза на валу - по Н15;

$l_{\text{втул}}$  - довжина паза у втулці – по Н15;

$t_1$  – виконавча глибина фрезерування паза валу – за Н12;

$t_2$  - виконавча глибина фрезерування паза втулки – за Н12.

Граничні відхилення глибини пазів валу та втулки з'єднань із призматичними шпонками залежати від їх висоти [1, с. 225, табл. 52].

Поля допусків ширини пазів валу та втулки з'єднань із сегментними шпонками залежать від характеру з'єднання. Вони повинні бути при нормальному з'єднанні для ширини паза валу – Н9, паза втулки –  $J_s$  9; при щільному з'єднанні для ширини паза валу та паза втулки – Р9. Граничні відхилення сегментної шпонки встановлені для ширини  $b$  до  $h$  9, висоти  $h$  –  $h$  11, діаметра  $d$  –  $h$  12.

### 3. Види, основні параметри та способи центрування шліцьових з'єднань

Шлітові з'єднання застосовують при передачі великих крутних моментів і за високих вимог до співвісності з'єднувальних деталей. У машинобудуванні прийняті шліцьові з'єднання трьох видів: <sup>3</sup> прямобічним евольвентним та трикутним (30о) профілем.

Найбільш поширені прямобічні шліцьові з'єднання. Вони мають, як правило, парне число зубів: 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24. Залежно від крутного моменту розрізняють три типи з'єднань: легкої, середньої та важкої серії.

Основні параметри прямобічного шліцьового з'єднання (рис. 3):

$D$  – зовнішній діаметр;

$d$  – внутрішній діаметр;

$b$  - ширина шліців та западин;

$z$  – число шліців.

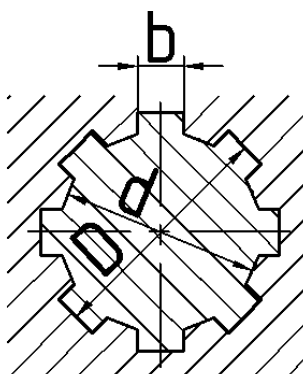


Рис. 3. Основні параметри прямобічного шліцьового з'єднання

Одним із показників точності шліцьових з'єднань є концентричність спряжених деталей, яка обумовлена співвісністю центруючих поверхонь валів та втулок. У шліцьових з'єднаннях з прямобічним профілем застосовують три способи відносного центрування валу та втулки:

- по зовнішньому діаметру  $D$ ;
- за внутрішнім діаметром  $d$ ;
- по бокових поверхнях шліців  $b$ .

1). *Центрування по зовнішньому діаметру  $D$*  – найбільш простий та економічний спосіб; рекомендується у разі високих вимог до точності центрування, коли твердість втулки не є дуже високою і вона може бути оброблена протягуванням, а вал фрезерують і залишково шліфують по зовнішньому діаметру. Такий спосіб широко застосовують у автотракторному та сільському машинобудуванні.

2). *Центрування за внутрішнім діаметром  $d$*  – проводиться за високої твердості спряжених деталей. Цей спосіб дорогий, але дає найбільшу точність.

3). *Центрування по бокових поверхнях шліців  $b$*  використовують при невисокій точності центрування та реверсивних ударних навантаженнях.

Відповідно до ГОСТ 1139-80 передбачено 20 полів допусків валів (з них 7 переважаючих) та 8 полів допусків отворів (з них 3 переважаючих).

З рекомендованих стандартом полів допусків валів і втулок прямобічного шліцьового з'єднання виділені такі переважаючі поля допусків:

валів – g6, js 6, f7, js 7, k7, e8, f9, h9, d9, f9;  
втулок - H7, F8, D9, F10.

Стандартом передбачені також рекомендовані поєднання полів допусків валів та втулок, що створюють посадки. Серед цих посадок залежно від способу центрування виділені переважаючі.

Центрування за внутрішнім діаметром:

- посадки центруючого діаметра d: H7/f7; H7/g6;
- посадки за шириною b: D9/h9; D9/j<sub>s</sub> 7; D9/k7; F10/f9; F10/j<sub>s</sub> 7.

Центрування за зовнішнім діаметром:

- посадки центруючого діаметра D: H7/f7; H7/j<sub>s</sub> 6;
- посадки за шириною b: F8/f7; F8/f8; F8/j<sub>s</sub> 7.

Центрування за боковими поверхнями зубів:

- посадки шириною b: F8/j<sub>s</sub> 7; D9/e8; D9/f8; F10/d9; F10/F8.

Поля допусків нецентруючих діаметрів також встановлені стандартом:

- при центруванні по D чи b полі допуску втулки по d – H11;
- при центруванні по d чи b полі допуску втулки D – H12, валу D – a11.

У всіх рекомендованих посадках навіть по центруючих елементах забезпечується гарантований зазор, щоб компенсувати помилки форми та розташування поверхонь шліцьових зубів та западин.

Вибір посадок шліцьових з'єднань основ на методі подібності. У зв'язку з тим, що складання шліцьових з'єднань з натягом утруднене через складність контурів шліцьових деталей, у стандартах відсутні посадки з натягом.

Нерухомі з'єднання можна отримати за допомогою перехідних посадок чи посадок із зазором  $S_{\min} = 0$  (H7/h7, H8/h7). Зі збільшенням тривалості спряжених шліцьових деталей застосовують посадки із збільшеними зазорами, необхідні для компенсації хибки форми шліцьових деталей.

Умовні позначення шліцьових прямобічних з'єднань та їх деталей містять:

1. літеру, що означає поверхню центрування D, d, b;
2. кількість шліців;
3. номінальне значення розмірів D, d, b;
4. позначення посадок та полів допусків зазначених розмірів.

Допускається не вказувати при позначеннях допуски нецентруючих діаметрів.

Приклади позначення шліцьових з'єднань:

1. d – 8  $\times$  36H7/e8 40H12/a11 7D9/f8 (центрування по d),  
де d – центруючий діаметр, z = 8; d=36мм; D=40мм; b = 7мм;  
умовне позначення втулки d – 8 36H7 40H12 7D9;  
умовне позначення валу d – 8 36e8 40a11 7f8;
- 2) D – 8 36 40H8/h7 7F10/h9 (центрування за D);
- 3) b – 8 36 40H12/a11 7D9/h8 (центрування по b).