

Лекція 3. Основні принципи побудови стандартів ЄСДП на гладкі циліндричні з'єднання

Розміри розділяються по ГОСТ 25346 – 89 на 3 діапазони:

менше 1 мм;

від 1 до 500 мм;

більше 500 до 3150 мм.

Розглянемо найбільш поширений діапазон розмірів, який раніше називався загальним машинобудівним 1...500 мм. До основи стандарту були покладені такі принципи, встановлені **19 квалітетів**: 01; 0; 1; 2; ..., 17. Використовують здебільш 5... 17. Позначається квалітет IT6, IT14. Квалітети 5... 12 передбачені для полів допусків посадок, а квалітети 12... 17 на вільні розміри.

Допуск T (toleranc) будується так:

$$T = a \cdot i,$$

де a – число одиниць допуску, залежить від квалітету;

i – одиниця допуску, залежить від номінального розміру

Для діапазону 1...500



Цей вираз отримано експериментально:

D' - це не номінальний розмір, а середнє геометричне значення інтервалу. Допуски призначаються однакові для усього інтервалу.

13 інтервалів:

- | | | |
|---------------------|------------------------|------------------------|
| 1. від 1 до 3 мм. | 6. більше 30 до 50; | 11. більше 250 до 315; |
| 2. більше 3 до 6; | 7. більше 50 до 80; | 12. більше 315 до 400; |
| 3. більше 6 до 10; | 8. більше 80 до 120; | 13. більше 400 до 500; |
| 4. більше 10 до 18; | 9. більше 120 до 180; | |
| 5. більше 18 до 30; | 10. більше 180 до 250; | |

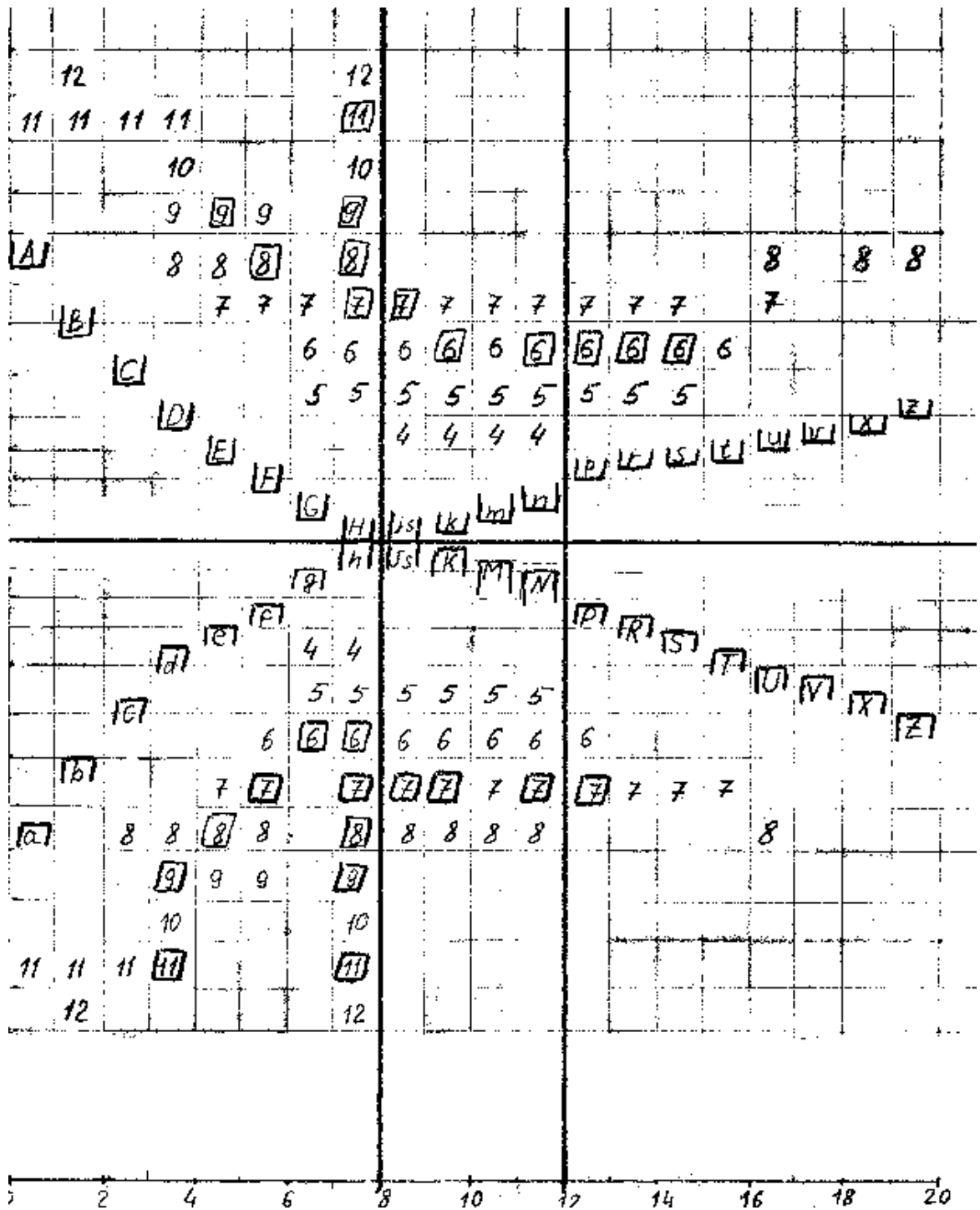
D' береться, як $\sqrt{d_{\min}d_{\max}}$, наприклад $D' = \sqrt{30 \cdot 50}$ для інтервалу 6 (30-50).

Число одиниць допуску

Кв.	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<i>a</i>	7	10	16	25	40	<u>64</u>	100	160	250	400	640	1000	1600

У стандарті прийнята певна схема розташування полів допусків, це розташування виконується за загальним правилом (але є виключення). На схемі вказується тільки **одне відхилення, яке називається основним**, воно розташовується ближче до нульової лінії (виключення Js, де середина поля допуску співпадає з нульовою лінією) - основного відхилення нема. Друге відхилення залежить від квалітету.(див. схему нижче). Основні відхилення позначаються буквами латинського алфавіту: отвори – **великими**, вали – **малими літерами**. Так, як основні відхилення складають з квалітетами дуже багато полів допусків, більшість з яких не використовується в практиці, то в стандарті прийнято основний відбір - 68 полів допусків отворів і 77 полів допусків валів. Поля допусків переважного використання для валів - 16, для отворів 10. Переважні поля допусків забезпечують до 90-95% посадок загального застосування. Основні відхилення отворів побудовані так, щоб забезпечити посадки в системі вала, аналогічні посадкам в системі отвору.

Схема розташування основних відхилень і полів допусків для діапазону розмірів від 1 до 500 мм



Основне правило визначення основних відхилень отворів:

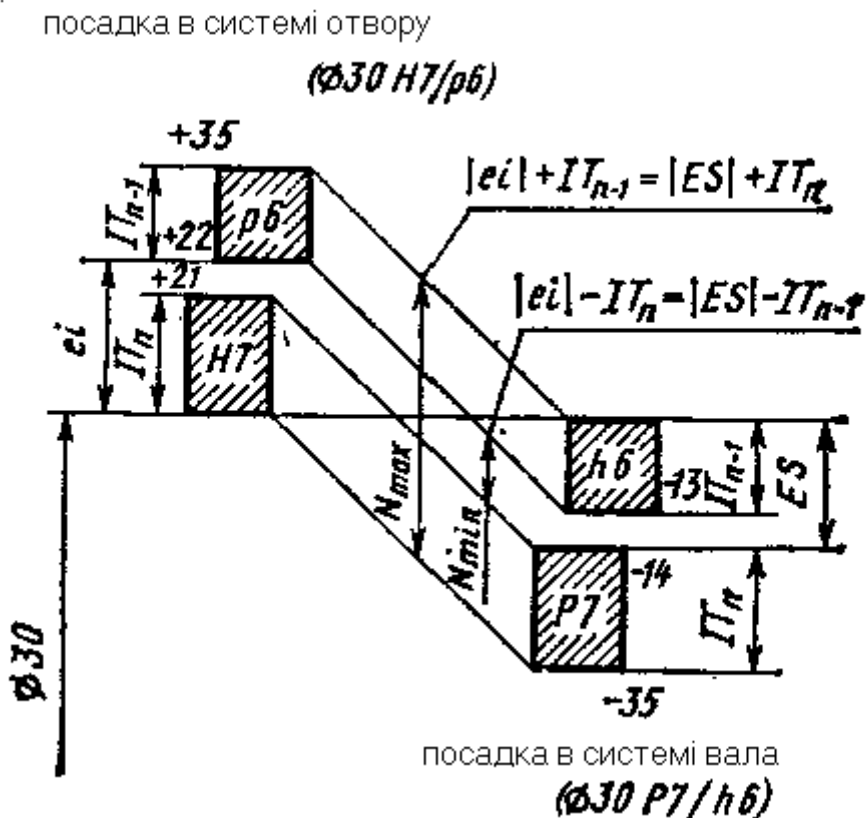
$EI = -es$, при основному відхиленні А до Н;

$ES = -ei$, при основному відхиленні J до ZC.

Виключення для отворів діаметром більше 3 мм з відхиленням J, K, M, N до 8 кв. та з відхиленням P - ZC до кв. 7 включно. Для них існує спеціальне правило:

$$ES = -ei + \Delta;$$

$$\Delta = IT_n - IT_{n-1}$$

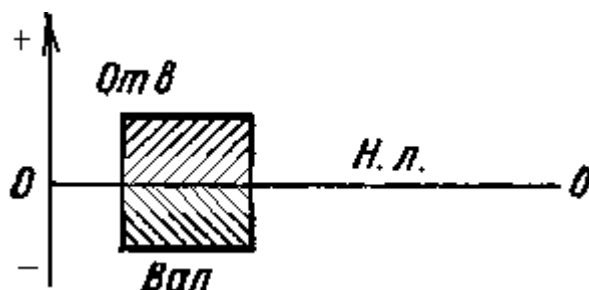


Спеціальне правило: дві посадки в системі отвору і в системі вала, в яких отвір даного квалітету з'єднується з валом найближнього більш точного квалітету (наприклад, $\varnothing 30 H7/p6$ та $\varnothing 30 P7/h6$) повинні мати однакові зазори чи натяги.

Отвір трудніше обробляти чим вал, тому використовують комбіновані посадки, щоб допуск на отвір призначити більший ніж допуск на вал.

Передбачені рухомі та нерухомі посадки. Перехідні посадки відносяться до нерухомих з'єднань.

Наступний принцип: у стандарті прийнято граничне нульове відхилення основної деталі (H та h).



Наступний принцип: нормальна t вимірювання 20°C .

Побудова посадок

Поділимо поля допусків на три групи: А- Н, Js- Н, Р- Z.

Система отвору

основний отвір Н та вали $a - h$ - посадки з зазором;

основний отвір Н та вали $js - h$ – посадки перехідні;

основний отвір Н та вали $p - z$ – посадки з натягом.

Система валу

основний вал h та отвори А - Н - посадки з зазором;

основний вал h та отвори Js - Н – посадки перехідні;

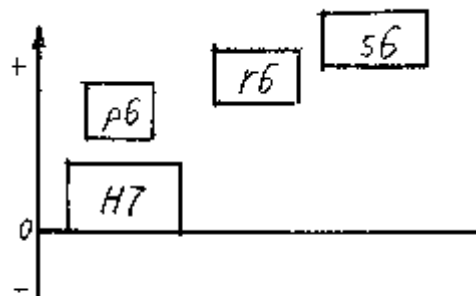
основний вал h та отвори Р - Z – посадки з натягом.

Посадки переважного застосування у діапазоні 1 -500мм

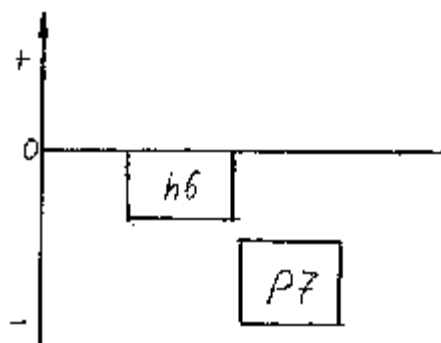
У ЕСДП рекомендовані посадки переважного застосування. Вони складаються з полей допусків переважного застосування.

Посадка з натягом

Система отвору:

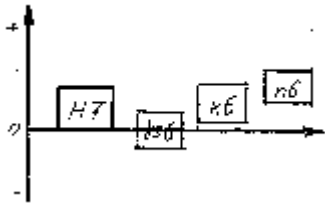


Система валу:

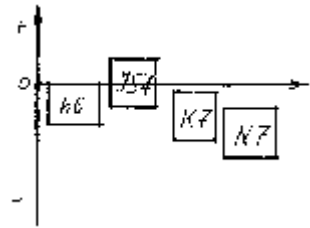


Перехідні посадки:

Система отвору:

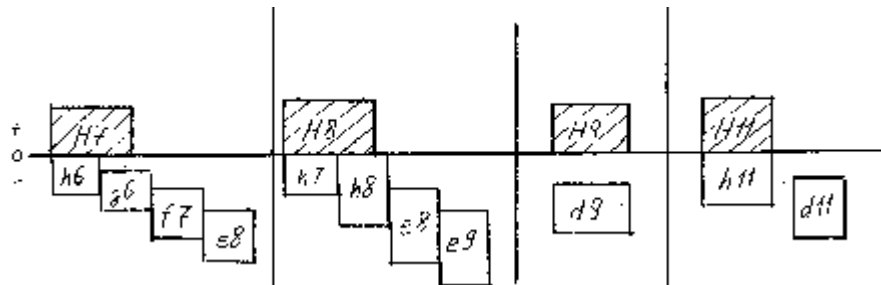


Система валу:



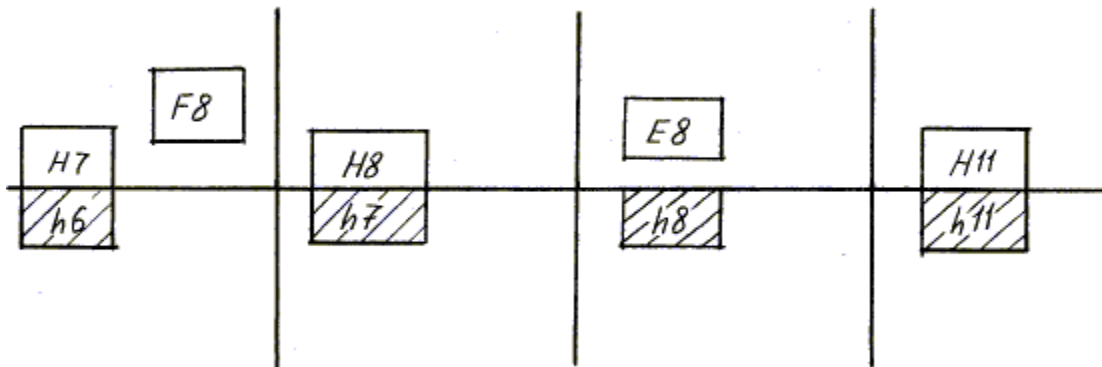
Рухомі посадки

Система отвору:



Посадки **H/h** – використовуються для рухомих з'єднань.

Система валу:



У технічно – обґрунтованих випадках допускається використання інших посадок. Допуски валів і отворів не повинні відрізнятися більш, ніж на 2 квалітета.

Характеристика основних вид стандартних посадок

Посадки із зазором вірніше характеризувати за середньомовірним зазором, за який в рухомих з'єднаннях беруть зазор, що отримується при середніх значеннях виконавчих розмірів валу і отвору. Зазор повинен бути достатньо широким для розміщення мастильного матеріалу, компенсації

помилки монтажу, температурних та пружних деформацій. Нижче зазначені приблизні галузі застосування стандартних посадок із зазором.

Посадки H/h встановлені в квалітетах 4...12. Їх застосовують переважно для з'єднань з точним центруванням деталей, коли відносне переміщення цих деталей служить для установки, переключення, регулювання, наладки виробу та цого складових частин (піноль в корпусі задньої бабки, швидкозмінні кондукторні втулки, муфти переключення на направляючій шпонці).

Ці посадки з додатковим кріпленням іноді використовують для нерухомих з'єднань при необхідності їх особливо частої розборки (змінні деталі) або при "грубих" квалітетах, починаючи з 8-го, замість перехідних посадок (центруючі буртики фланців і корпусів, кришки сальників, зірочки тяглових ланцюгів на валах, тощо). В окремих випадках ці посадки призначають для з'єднань, в яких рух відбувається хоч і неприривно, але з низькою швидкістю або невеликою амплітудою (підшипники ковзання ходових винтів станків, з'єднання шатуна з поршневим пальцем і т. п.).

Посадки H/g , G/h : призначені лише для відносно точних деталей (вали квалітетів 4...6, отвори 5...7). Вони мають мінімальні гарантовані зазори й використовуються в основному для забезпечення точного й розмірного зворотно-обертального руху (штовкачі клапанів і стержні самих клапанів у відповідних втулках, повзуни направляючих довбальних верстатів, шпінделі розподільних головок та інш.).

Посадки H/f , F/h встановлені в найбільш часто застосовуваних квалітетах 6...9, забезпечують помірні гарантовані зазори, достатні для вільного обертання в підшипниках ковзання при легких і середніх режимах роботи (підшипники валів в коробках передач різноманітних верстатів, електромашин, центр обіжних насосів, вільно обертових на валах зубчатих коліс і шківів, інш.). Ці посадки в квалітетах 8...9 застосовують в аналогічних випадках, але у виробках важкого машинобудування, при валах з декількома опорами, а також для поршнів деяких насосів, різноманітних штоків у сальниках і т.д.

Посадки H/e , E/h , H/d , D/h передбачені у квалітетах нормальної та зниженої точності. Вони характеризуються збільшеними гарантованими зазорами і застосовуються при напружених режимах роботи, довгих з'єднаннях $l \geq D$, а також землерийних, будівельних, транспортних, сільськогосподарських та інших машинах, де рухомість з'єднань повинна надійно зберігатися при забрудненнях.

Посадки H/a , H/b , H/c , A/h , B/h , C/h передбачені в квалітетах 11...12. Вони характеризуються більшими гарантованими зазорами і

призначенні для з'єднань деталей двигунів внутрішнього згорання, компресорів, турбін та інших теплових машин в яких робоча температура різко відрізняється від навколишньої чи теплові деформації сполучених деталей значно відрізняються в силу різних властивостей їхніх матеріалів або із-за різниці робочих температур (наприклад, із-за водяних рубашок навколо циліндра). Їх застосовують також у конструкціях низької точності, де великі зазори необхідні для компенсації відхилень розміщення поверхонь сполучених деталей або використання в з'єднаннях необроблених холоднотягнутих матеріалів.

Перехідні посадки призначенні переважно для **нерухомих** з'єднань, що підлягають розбору при оглядах механізму, його регулюванні, промивці чи ремонті. Для забезпечення нерухомості використовують додаткові деталі (шпонки, штифти, стопорні болти або інш.).

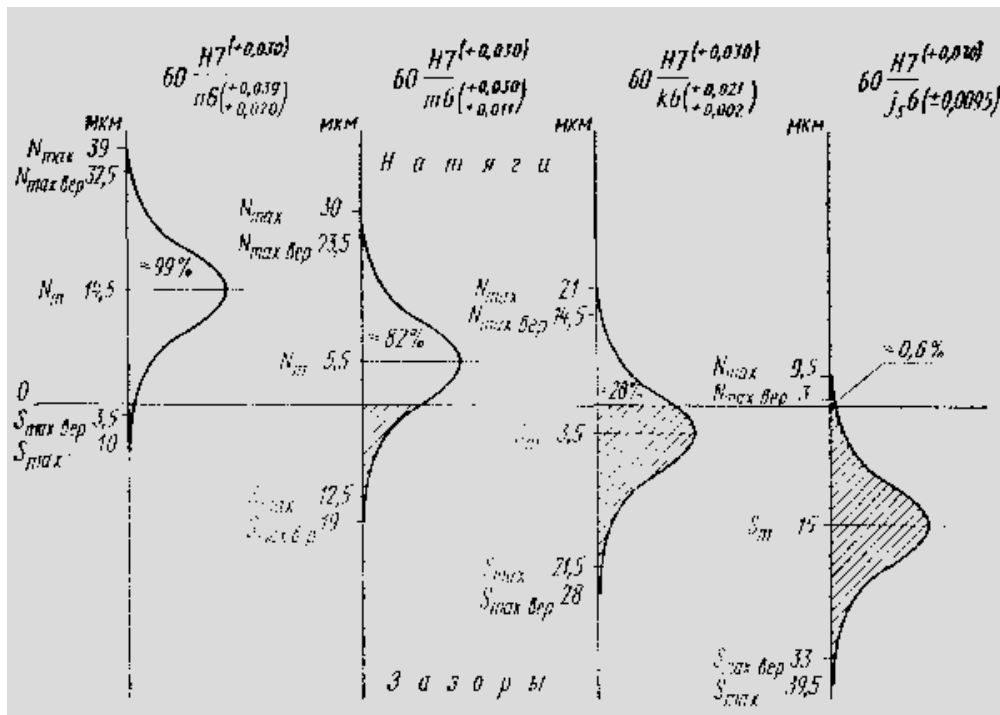


Рис. Перехідні посадки

Для нормальної роботи з'єднань припускаються тільки незначні коливання параметрів, тому що ці посадки встановленні лише в точних квалітетах. При перехідних посадках в з'єднанні можливий лише деякий натяг, або невеликий зазор (див. рис.). При великій кількості зборок розсіювання параметрів з достатнім ступенем наближення підпорядковується закону нормального розподілу. Площі під кривими розподілу, що опинилися в зоні натягів або в зоні зазорів, відповідають ймовірності отримання при збірці з'єднань відповідно

натягам або зазорам. Крім того, на мал. 1 вказані значення середньомовірних параметрів N_m, S_m .

Посадки $H/n, N/h$ – переважно з натягом. Їх застосовують для з'єднань, які або зовсім не розбирають, або розбирають лише при капітальному ремонті. Вони придатні в з'єднаннях при передачі великих зусиль, при вібраційних та ударних навантаженнях, а також у випадках тонкостінних деталей, що не дозволяє застосовувати додаткове кріплення (постійні кондукторні втулки і установочні штирі в пристосуваннях, втулки підшипників ковзання та інш.). Ці посадки забезпечують високу ступінь соосності.

Посадки $H/m, M/h$ характеризуються середньомовірних натягом. Для зборки й розборки з'єднань з такими посадками необхідні значні зусилля. Ці посадки застосовують для розбірних з'єднань, що несуть великі статичні або невеликі динамічні навантаження.

Посадки $h/k, K/h$ забезпечують в середньому нульові значення характеристик, а отже, при хорошому центруванні достатню легку зборку і розборку з'єднання. Ці посадки часто застосовують для зубчатих коліс, шківів, муфт, ричагів.

Посадки $H/js, Js/h$ переважно із зазором. Їх застосовують, коли зборка (розборка) деталей проводиться у важко доступних місцях виробу чи при відносно великій довжині сполучення, а також для з'єднань, що підлягають часто зборці розборці, наприклад, для змінних деталей. При відсутності зміщуючих сил і ударів ці посадки забезпечують досить високу ступінь центрування.

Посадки з натягом призначені для отримання нероздільних з'єднань з високим ступенем центрування, в яких відносна нерухомість деталей при роботі механізму забезпечується тільки за рахунок сил тертя, що виникають на контактних поверхнях під дією пружних деформацій, що створюються натягом. Посадки з натягом зручніше характеризувати групами в залежності від середньо відносного натягу. Під відносним натягом (зазором) розуміють величину натягу (зазора), що припадає на кожний міліметр номінального розміру з'єднання, $\text{мкм/мм}: N_{\text{відн}}=N/D; S_{\text{відн}}=S/D$.

Середні відносні натяги підраховують як частку від ділення значення середньомовірного натягу тієї чи іншої посадки в даному інтервалі розмірів на середнє значення розміру того чи іншого інтервалу (див. табл. 9). Для розмірів 18...180 мм $N_{\text{м відн}}$ зростає із збільшенням значення основного відхилення (тобто при переході від p к r і майже до z), а в межах кожного найменування основних відхилень спадає в міру зростання розмірів.

Т а б л и ц я . Посадки при $N_{m \text{ відн}} > 1,5$ використовують при напружених режимах роботи, коли на з'єднання діють великі, у тому числі динамічні навантаження (вагонні колеса на осях, бронзові вінці із стальними ступіннями черв'ячних коліс, складені колінчаті вали і т.п.).

Зборка деталей, як правило, здійснюється тепловим методом (втулку нагрівають, вал охолоджують). Якщо при нагріванні отримується околина, то з'єднання є абсолютно не роздільним. Із розглянутих посадок отримали найбільше застосування Н7 / u7 і особливо Н8 / u8.

В і д н о с я . Посадки при $1,5 \geq N_{m \text{ відн}} > 0,8$ застосовують при помірних відносно стійких навантаженнях (втулки підшипників ковзання в отворах зубчатих колес, шківів, різноманітних ричагів, головах шатунів, поршневих насосах та інш.). У деяких

о с о б л и в о випадках їх використовують з додатковим кріпленням для з'єднань, що приймають важкі навантаження, коли інші посадки не допустимі за умовами міцності деталей. Ці посадки передбачені для деталей високої точності (вали квалітетів 5...7, отвори – 6...7), переважні із них є Н7 / r6 та Н6 / js6.

В разі крайньої необхідності (аварійні поломки) з'єднання можна розпресувати і знову запресувати, але одну із деталей (за звичаєм вал) виготовляють знову.

Посадки при $N_{m \text{ відн}} \leq 0,8$ характеризуються мінімальними гарантованими натягами і встановлені в найбільш точних квалітетах. Їх застосовують, коли обертові моменти чи осьові зусилля невеликі, переважно при статичних навантаженнях (опорні штирі, установочні пальці в застосуваннях, втулки, кільця, клапанні сідла в корпусах і т.п.). Переважними є посадки Н7 / r6 , Р7 / h6. Вони забезпечують високий ступінь центрування деталей. У відповідальних випадках використовують додаткове кріплення (штифти, шпонки то інш.). При особливій необхідності такі з'єднання можна розібрати і знову запресувати ті ж деталі.

Інтервал розмірів, мм	$D_{\text{м}}'$ мм	$\frac{H8}{z8}$	$\frac{H8}{x8}$	$\frac{H8}{u8}$	$\frac{H7}{u7}$	$\frac{H8}{u7}$	$\frac{H7}{u7}$	$\frac{H6}{s6}$	$\frac{H5}{s5}$	$\frac{H6}{s5}$	$\frac{H7}{s6}$	$\frac{H5}{r5}$	$\frac{H6}{r6}$	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{H5}{p5}$	$\frac{H6}{p6}$	$\frac{H7}{p6}$						
Св. 18 до 30	24	3,7	2,7	2,0	2,0	1,8	1,7	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	
Св. 30 до 50	40	3,4	2,4	1,8	1,8	1,6	1,4	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6
Св. 50 до 80	65	3,2	2,2	1,6	1,6	1,4	1,2	1,1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4
Св. 80 до 120	100	3,1	2,0	1,4	1,4	1,3	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
Св. 120 до 180	150	2,8	1,9	1,3	1,3	1,2	0,9	0,9	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2

Вибір посадки, квалітету. системи посадок

1. При виборі посадки треба орієнтуватися на посадки переважного застосування; якщо, ні - використовувати комбіновані з полів допусків переважного застосування і т. д.
2. Вибір квалітету. Вибираємо найбільш грубий квалітет, який забезпечить задану здатність машини.

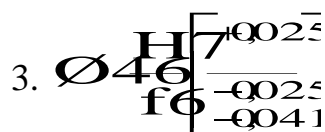
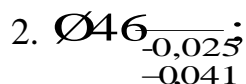
3. Вибір системи. По стандарту переважною є система отвору (треба невелику кількість мірного ріжучого та контрольного інструменту) але є виключення:

- Коли для виготовлення деталей застосовується світло тягнутий калібрований матеріал, який в подальшому не обробляється, наприклад шпоночна сталь ;
- В поршневих пальцях, щоб не робити його ступінчастим;
- Коли одна з деталей виконується по своєму стандарту, наприклад підшипники кочення.

Позначення на кресленнях



+0,025



1. - в символічному вигляді - коли для контролю розмірів застосовуються калібри.
2. - в чисельному вигляді - коли вимірюється вимірювальним універсальним інструментом.
3. - коли невідомо - змішаним.

ГОСТ 25607-73. Граничні відхилення розмірів з невказаними допусками.

Встановлено два варіанти простановки: квалітетом або класом точності. Використовуються квалітети як правило-12, 13, 14, 15, 16, 17.

Не зважаючи на це, у стандарті запроваджені ще чотири класи:

Точний - t_1

Середній - t_2

Грубий - t_3

Дуже грубий - t_4

Звичайно у машинобудуванні-14кв. або $-t_2$.

$t_1 \approx 12\text{кв}$

$t_2 \approx 13\dots 14\text{кв}$

$t_3 \approx 15\dots 16\text{кв}$

$t_4 \approx 17\text{кв}$

Може бути чотири форми запису:

Варіант и	отвір		Вали		Інші(уступи)
	\emptyset	Інші	\emptyset	Інші	
1	+IT		-IT		$\pm t/2$
2	+t		-t		$\pm t/2$
3	$\pm t/2$				
4	+IT	+t	-IT	-t	$\pm t/2$

Рекомендується перший варіант, другий варіант не рекомендується. Варіанти 3 і 4 можуть бути застосовані в технічно обґрунтованих випадках. Форми запису:

1. H14, h14, $\pm t_2/2$ або H14, h14, $\pm IT14/2$;
2. $+t_2, -t_2, \pm t_2/2$;
3. $\pm t_2/2$ або, $\pm IT14/2$;
4. $\emptyset H14, \emptyset h14, \pm t_2/2$;

Розшифровку у вигляді тексту можна дати завжди, але обов'язково, якщо в технічних вимогах інших пояснень нема.