

Лекція 6. ДОПУСКИ І ПОСАДКИ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ

Мета: Розібратися, що являють собою підшипники кочення. Яким чином вони можуть передавати і витримувати навантаження, а також знаходження посадок як зовнішнього так і внутрішнього кілець.

Підшипники кочення є найбільш розповсюдженими складальними одиницями, які виготовляються на спеціалізованих заводах. Вони мають повну зовнішню взаємозамінність з приєднувальними поверхнями, що визначаються зовнішнім діаметром D зовнішнього кільця та внутрішнім діаметром d внутрішнього кільця. Між кільцями та тілами кочення існує неповна взаємозамінність.

Перші спроби використання опор кочення відомі близько 4000 років у найбільш розвинутих народів світу – єгиптян, китайців, асирійців. Вони використовували катки для транспортування кам'яних блоків пірамід та культових споруд.

Перший проект опори кочення, що був подібний сучасним підшипникам кочення, запропонував Леонардо-да-Вінчі. Промислове виготовлення підшипників кочення розпочалося у 1883р. у Німеччині після появи шліфувальних верстатів для кульок та роликів, і з того часу неперервно відбувається удосконалення їх конструкції та технології виробництва.

Сьогодні ведучими світовими фірмами підшипникового виробництва є SKF (Швеція), FAG (Німеччина), Timken (США)

Точність підшипників кочення характеризується в першу чергу точністю їх виготовлення і складання. Допуски на виготовлення посадкових поверхонь підшипників не збігаються з допусками за квалітетами, тому для підшипників встановлені **класи точності**.

Стандартом за ГОСТ 520-89 передбачено для підшипників кочення 5 класів точності, які позначені у порядку підвищення точності : **P0; P6; P5; P4; P2**. В позначенні точності підшипників дозволяється не ставити літеру **P**, тобто позначати класи таким чином 0, нормальний N 6, 5, 4, 2.

Залежно від наявності вимог до рівня вібрацій, точності форми тіл кочення та інших додаткових технічних вимог, встановлено три категорії підшипників – **A, B, C** (вказані в порядку зниження точності).

Клас точності підшипника вказують перед позначенням типу (або номера) підшипника. Наприклад, **P4-250**. Найбільш розповсюджений клас точності в машинобудуванні – це **P0 чи 0**, тому позначення цього класу на підшипниках не проставляють.

У підшипнику **A125-36208**: A – категорія; 1 – ряд моменту тертя; 2 – група радіального зазору; 5 – клас точності; 36208 – тип, номер підшипника. Номер підшипника розшифровується наступним чином: - перших дві цифри справа 08 – частка від ділення внутрішнього діаметра підшипника на п'ять, тобто $d = 08 \cdot 5 = 40$ мм; - третя цифра справа 2 – серія діаметрів за ДСТУ ГОСТ 3478:2008 - діаметр зовнішнього кільця $D = 80$ мм; - четверта цифра справа 6 – тип підшипника: кульковий радіальноупорний; - п'ята цифра справа 3 –

конструктивне виконання підшипника за ГОСТ 3395-89: підшипник 36000 – однорядний нерознімний зі скосом на зовнішньому кільці, з кутом контакту 12° , осьове перевантаження до 70% невикористаного допустимого радіального.

Позначення підшипника, наприклад: **205**, де 2 – серія підшипника (існують легка **2**, середня **3**, важка **4**), дві останні цифри, що помножені на **5** дорівнюють діаметру отвору внутрішнього кільця підшипника. Взагалом правильно сказати характеристику про цей підшипник можна так: **205** – підшипник шариковий однорядний, легкої серії для посадки на вал діаметром 25мм.

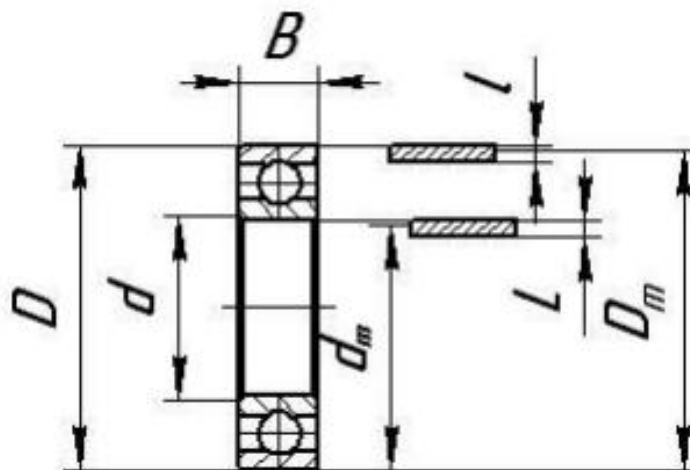
Основні розміри підшипників кочення встановлює ГОСТ 3478-79.

Найточніші підшипники класу **2** чи **P2** призначені для:

- гіроскопічних машин та приладів;
- мікроскопічних приладів, електричних мікромашин;
- прецизійних верстатів.

Підшипники класів **5** і **4** використовують при:

- високих частотах обертання;
- у випадках, коли необхідна висока точність при обертанні.



Сам підшипник складається :

D – зовнішнього кільця (зовнішній діаметр);

d – внутрішнього кільця (внутрішній діаметр);

B – ширина кілець;

D_m – середній діаметр зовнішнього кільця:

$$D_m = 0,5(D_{max} - D_{min})$$

де **D_{max}** - найбільше значення зовнішнього діаметра, виміряне в двох крайніх перетинах;

D_{min} - найменше значення зовнішнього діаметра, виміряне в двох крайніх перетинах.

d_m – середній діаметр внутрішнього кільця підшипника:

$$d_m = 0,5(d_{max} - d_{min});$$

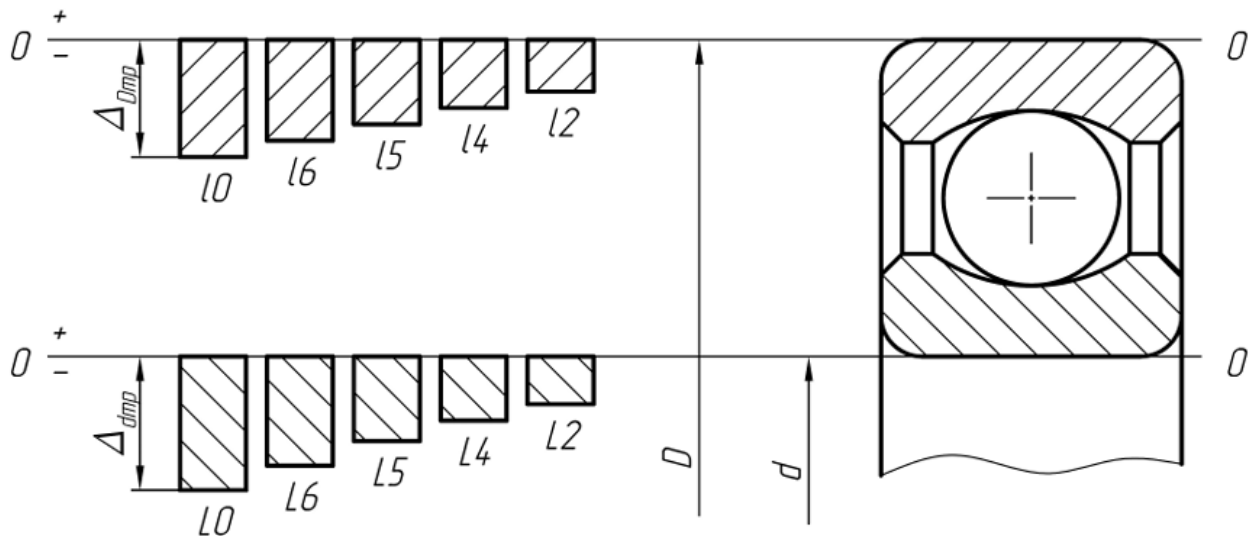
де **d_{max}** - найбільше значення внутрішнього діаметра, виміряного в двох крайніх перетинах;

d_{min} - найменше значення внутрішнього діаметра, виміряного в двох крайніх перетинах.

Для розмірів d , d_m , D , D_m введені граничні відхилення, що представлені за ГОСТ 3325-85.

Введені в стандарт граничні відхилення середніх діаметрів d_m , D_m дає змогу для підшипників малих типорозмірів, які легко деформуються визначити їх придатність при складанні. Наприклад, якщо до монтажу кільце підшипника мало незначну овальність, чи розміри, які вийшли за припустимі межі, то після складання цей підшипник може прийняти правильну геометричну форму і мати розміри, що лежать у межах допуску.

Поля допусків для підшипників



Схеми розташування полів допусків підшипників за класами точності

Посадки підшипників кочення

Діаметри зовнішнього D і внутрішнього d кілець підшипника приймаються за номінальні діаметри основного вала і основного отвору.

Тому посадка зовнішнього кільця здійснюється за **системою вала**, а внутрішнього кільця – за **системою отвору**.

Поля допусків посадок для внутрішніх і зовнішніх кілець відрізняються від гладких циліндричних з'єднань тим, що вони відрізняються як розташуванням так і величиною до основного вала та отвору.

Види навантажень на кільця підшипників

Розрізняють 3 види навантаження кілець: місцеве, циркуляційне і коливальне.

Вибір квалітету посадкових поверхонь (за ГОСТ 3325-85)

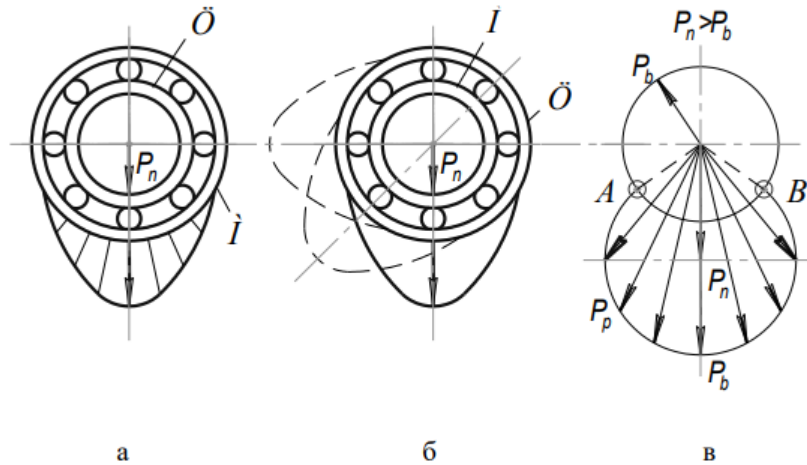
Клас точності підшипника	Квалітет отвору в корпусі	Квалітет вала
0, 6	7	6
5, 4	6	5

Під час вибору посадок кілець підшипників слід враховувати основні види навантаження: місцеве, циркуляційне і коливальне.

Місцеве навантаження називається такий вид навантаження, при якому діюче на підшипник радіальне навантаження P_r постійно сприймається однією і тією ж ділянкою доріжки кочення цього кільця і передається на відповідну ділянку посадкової поверхні вала чи корпусу.

Циркуляційним навантаженням кільця називається такий вид навантаження, при якому кільце сприймає результуючу радіального навантаження послідовно всією окружністю доріжки кочення і передає її всій посадковій поверхні вала або отвору корпуса.

Коливальним навантаженням називають такий вид навантаження, при якому нерухоме кільце підшипника піддається одночасному впливу двох радіальних сил, одна з яких є постійною за напрямком P_n , а інша обертається P_b .



Види навантаження: а - місцевий, б - циркуляційний, в - коливальний

Поля допусків спряжених деталей під місцево навантажені кільця знаходяться в таблиці ГОСТу (чи в довідниках, наприклад Мягкова).

При циркуляційному навантаженні кільце підшипника вибір посадок на вали та отвори проводиться по P_r -інтенсивності радіального навантаження на посадочні поверхні

$$P_r = \frac{R}{b} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

де R - радіальна реакція опори на підшипник,

b - робоча ширина посадочного місця;

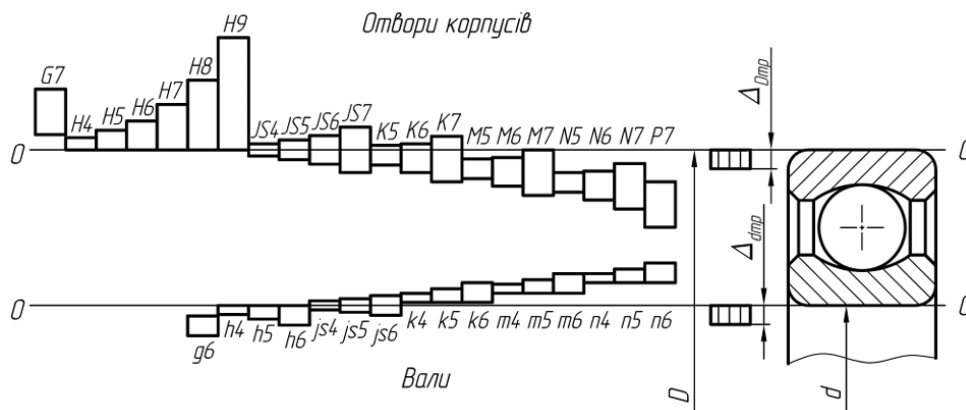
K_1 - динамічний коефіцієнт посадки (залежить від перенавантаження);

K_2 - коефіцієнт врахування ступеня ослаблення натягу;

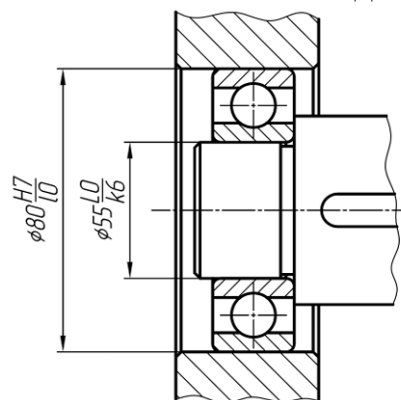
K_3 - коефіцієнт нерівномірності розподілу радіального навантаження в дворядних підшипниках при дії осьового навантаження.

Посадки кілець кулькових і роликівих радіальних підшипників на вал і в отвір корпусу залежно від виду навантаження (за ГОСТ 3325-85)

Види вантаження кілець	Посадки кілець														
	внутрішнього на вал							зовнішнього в корпус							
Місцеве	<u>L5</u> <i>j_s5</i>	<u>L0</u> <i>j_s6</i>	<u>L5</u> <i>h5</i>	<u>L0</u> <i>h6</i>		<u>L0</u> <i>g6</i>	<u>L0</u> <i>f6</i>	<u>Js6</u> <i>l5</i>	<u>Js7</u> <i>l0</i>	<u>H6</u> <i>l5</i>	<u>H7</u> <i>l0</i>	<u>H8</u> <i>l0</i>	<u>G7</u> <i>l0</i>		
	<u>L4</u> <i>j_s5</i>	<u>L6</u> <i>j_s6</i>	<u>L4</u> <i>h5</i>	<u>L6</u> <i>h6</i>		<u>L6</u> <i>g6</i>	<u>L6</u> <i>f6</i>	<u>Js6</u> <i>l4</i>	<u>Js7</u> <i>l6</i>	<u>H6</u> <i>l4</i>	<u>H7</u> <i>l6</i>	<u>H9</u> <i>l0</i>	<u>G7</u> <i>l6</i>		
	<u>L2</u> <i>j_s4</i>		<u>L2</u> <i>h4</i>						<u>Js5</u> <i>l2</i>		<u>H5</u> <i>l2</i>		<u>H8/16</u> <u>H9/16</u>		
Циркуляційне	<u>L5</u> <i>n5</i>	<u>L0</u> <i>n6</i>	<u>L5</u> <i>m5</i>	<u>L0</u> <i>m6</i>	<u>L5</u> <i>k5</i>	<u>L0</u> <i>k6</i>	<u>L5</u> <i>j_s5</i>	<u>L0</u> <i>j_s6</i>	<u>N6</u> <i>l5</i>	<u>N7</u> <i>l0</i>	<u>M6</u> <i>l5</i>	<u>M7</u> <i>l0</i>	<u>K6</u> <i>l5</i>	<u>K7</u> <i>l0</i>	<u>P7</u> <i>l0</i>
	<u>L4</u> <i>n5</i>	<u>L6</u> <i>n6</i>	<u>L4</u> <i>m5</i>	<u>L6</u> <i>m6</i>	<u>L4</u> <i>k5</i>	<u>L6</u> <i>k6</i>	<u>L4</u> <i>j_s5</i>	<u>L6</u> <i>j_s6</i>	<u>N6</u> <i>l4</i>	<u>N6</u> <i>l6</i>	<u>M6</u> <i>l4</i>	<u>M7</u> <i>l6</i>	<u>K6</u> <i>l6</i>	<u>K7</u> <i>l6</i>	<u>P7</u> <i>l6</i>
	<u>L2</u> <i>n4</i>		<u>L2</u> <i>m4</i>		<u>L2</u> <i>k4</i>		<u>L2</u> <i>j_s4</i>		<u>N5</u> <i>l2</i>		<u>M5</u> <i>l2</i>		<u>K5</u> <i>l2</i>		
Коливальне	<u>L5</u> <i>j_s5</i>	<u>L0</u> <i>j_s6</i>						<u>Js5</u> <i>l5</i>	<u>Js7</u> <i>l0</i>						
	<u>L4</u> <i>j_s5</i>	<u>L6</u> <i>j_s6</i>						<u>Js5</u> <i>l4</i>	<u>Js7</u> <i>l6</i>						
	<u>L2</u> <i>j_s4</i>							<u>Js4</u> <i>l2</i>							



Позначення посадок



Приклади позначення посадок підшипників кочення: Посадка підшипника класу точності 0 на вал, з номінальним діаметром з'єднання $d=55$ мм, з полем допуску вала $k6$: $55L0/k6$ або $55\ 6\ 0\ k\ L\ 3$. Посадка підшипника в отвір корпусу номінальним діаметром з'єднання $D=80$ мм, з полем допуску отвору $H7$: $80H7/10$ або $80\ 0\ 7\ H\ .\ 1$ Приклад позначення посадок на кресленні показано на рис.7.4.

Схеми полів допусків та посадок підшипників наведено вище у табл. Рекомендовані посадки підшипників кочення на вал і в отвір корпусу, залежно від класів точності та виду навантаження, наведено в табл. вище.

