

**В.Т. Павлице**

# **ПІДШИПНИКИ КОЧЕННЯ**

**Основні параметри, конструкції опор,  
змащування, ущільнення  
та розрахунки ресурсу**

**Довідник**

**Рекомендовано до друку Науково-методичною радою  
Національного університету „Львівська політехніка“  
як навчальне та довідкове видання**

**Львів  
2001**

В.Т. Павлице

**Підшипники кочення: Основні параметри, конструкції опор, змащування, ущільнення та розрахунки ресурсу.** – Львів: Національний університет „Львівська політехніка“ (Інформаційно-видавничий центр „ІНТЕЛЕКТ+“ Інституту підвищення кваліфікації та перепідготовки кадрів), „Інтелект-Захід“, 2001.– 136 с.

ISBN 966-7597-18-0

У Довіднику викладено відомості про основні параметри і розміри універсальних підшипників кочення, наведено варіанти конструкцій опор з підшипниками, рекомендації щодо змащування та ущільнення, а також принципи розрахунку ресурсу підшипників кочення.

Для інженерно-технічних працівників різних галузей промисловості і студентів вищих закладів освіти, що оволодівають спеціальностями машино-та приладобудівного профілю.

Рекомендовано до друку Науково-методичною радою  
Національного університету „Львівська політехніка“  
як навчальне та довідкове видання

Рецензенти:

докт. техн. наук, проф. П.М. ГАЩУК  
(зав. каф. ЕРАТ НУ „Львівська політехніка“),  
канд. техн. наук, доцент М.Д. ПАЛЮХ  
(директор Асоціації „Автобус“)

Відповідальний редактор А.Ф. БАРВІНСЬКИЙ  
Літературний редактор О.М. ГУБАРЄВА  
Комп'ютерна верстка та графіка С.М. РІЗНИКА  
Комп'ютерна графіка В.Г. ТОПІЛЬНИЦЬКОГО

# ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
<b>ГЛАВА 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДШИПНИКИ КОЧЕННЯ .....</b>	<b>8</b>
1.1. Класифікація підшипників .....	8
1.2. Основні розміри і параметри підшипників .....	9
1.3. Умовні позначення підшипників .....	13
1.4. Ідентифікація підшипників різних фірм-виробників ....	15
<b>ГЛАВА 2. ХАРАКТЕРИСТИКА, РОЗМІРИ ТА ПАРАМЕТРИ ПІДШИПНИКІВ .....</b>	<b>20</b>
2.1. Кулькові підшипники радіальні однорядні .....	20
2.2. Кулькові підшипники радіальні дворядні сферичні .....	21
2.3. Кулькові підшипники радіально-упорні однорядні .....	21
2.4. Кулькові підшипники упорні .....	22
2.5. Роликові підшипники радіальні з короткими циліндричними роликами .....	23
2.6. Роликові підшипники радіальні голчасті .....	23
2.7. Роликові підшипники радіально-упорні конічні .....	24
2.8. Порівняльна оцінка підшипників різних типів та серій	25
2.9. Таблиці розмірів та параметрів підшипників .....	25
Таблиця 2.1. Кулькові підшипники радіальні однорядні ....	28
Таблиця 2.2. Кулькові підшипники радіальні однорядні з однією і двома захисними шайбами .....	38
Таблиця 2.3. Кулькові підшипники радіальні дворядні сферичні .....	40
Таблиця 2.4. Кулькові підшипники радіально-упорні однорядні .....	45
Таблиця 2.5. Кулькові підшипники упорні одинарні .....	50
Таблиця 2.6. Кулькові підшипники упорні здвоені .....	56
Таблиця 2.7. Роликові підшипники радіальні з короткими циліндричними роликами .....	57
Таблиця 2.8. Роликові підшипники радіальні голчасті .....	65
Таблиця 2.9. Роликові підшипники радіально-упорні конічні однорядні .....	68
Таблиця 2.10. Роликові підшипники радіально-упорні конічні з великим кутом конусності .....	75
Таблиця 2.11. Роликові підшипники радіально-упорні конічні дворядні .....	77

<b>ГЛАВА 3. КОНСТРУЮВАННЯ ОПОР ВАЛІВ</b>	
<b>З ПІДШИПНИКАМИ КОЧЕННЯ</b> .....	82
3.1. Загальні вимоги до конструкцій опор валів .....	82
3.2. Конструкції опор валів з підшипниками кочення .....	83
3.3. Особливості конструкцій опор валів зубчастих передач .	87
3.4. Деталі кріплення підшипників кочення в опорах валів .	91
<b>ГЛАВА 4. ПОСАДКИ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ</b> .....	99
<b>ГЛАВА 5. ЗМАЩУВАННЯ ТА УЩІЛЬНЕННЯ ОПОР</b>	
<b>З ПІДШИПНИКАМИ КОЧЕННЯ</b> .....	106
5.1. Мастильні матеріали і способи змащування .....	106
5.2. Ущільнення опор з підшипниками кочення .....	110
<b>ГЛАВА 6. ПІДБІР ТА РОЗРАХУНОК ДОВГОВІЧНОСТІ</b>	
<b>(РЕСУРСУ) ПІДШИПНИКІВ</b> .....	115
6.1. Критерії підбору та розрахунків підшипників кочення	115
6.2. Підбір підшипників за статичною вантажністю .....	115
6.3. Підбір підшипників за динамічною вантажністю .....	117
6.4. Еквівалентне динамічне навантаження на підшипники ....	118
6.5. Довговічність системи підшипників .....	123
6.6. Приклади розрахунку довговічності (ресурсу) підшипників кочення .....	123
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	134

## ВСТУП

Підшипники кочення є основними елементами опор обертових деталей переважної більшості різних машин та механізмів. Вони належать до групи деталей, які найширше стандартизовані в міжнародному масштабі і централізовано виготовляються на спеціалізованих заводах масовим виробництвом. Світовий обсяг випуску підшипників кочення вимірюється мільярдами штук на рік. Вони виготовляються близько 20000 різних типорозмірів у діапазоні зовнішніх діаметрів від 1 мм до 3 метрів і масою від 0,5 г до 7 т.

Широке використання підшипників кочення зумовлене їхньою відносно низькою вартістю (особливо підшипників малих та середніх розмірів), а також тим, що вони великою мірою задовольняють вимоги взаємозамінності і уніфікації елементів опори. При виході підшипника кочення з ладу його можна легко замінити новим, оскільки габарити і допуски на розміри посадочних поверхней строго стандартизовані.

Найвідомішими у світі виробниками підшипників кочення є такі фірми: FAG (Німеччина), SKF (Швеція), SRO (Швейцарія), ZKL (Чехія), NSK і Kooyo (Японія), NDH і TORRINGTON (Сполучені Штати Америки), HOFMAN і R&M (Великобританія), RIV (Італія), а також підшипникові заводи країн СНД.

У довіднику наведено інформацію про основні параметри і розміри широкої номенклатури універсальних підшипників кочення, подано варіанти конструкцій опор з підшипниками, рекомендації щодо їхнього змащування та ущільнення, а також висвітлено основні положення розрахунків ресурсу підшипників на прикладах конкретних схем їх навантаження. Переважна більшість розміщених у довіднику матеріалів ґрунтується на правилах і нормах, що відповідають стандартам ГОСТ.

*Автор вдячний відповідальному редакторові  
АНАТОЛІЮ БАРВІНСЬКОМУ, завдяки зусиллям  
якого стала можливою поява цього видання.*

# ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

## ГЛАВА 1. ПРО ПІДШИПНИКИ КОЧЕННЯ

### 1.1. КЛАСИФІКАЦІЯ ПІДШИПНИКІВ

Підшипники кочення класифікують за такими ознаками:

1. За формою тіл кочення підшипники бувають **кулькові** та **роликові**. Основні форми тіл кочення зображено на рис. 1.1, а-ж.

Роликові підшипники за тією ж ознакою поділяють на підшипники: із короткими та довгими роликами (рис. 1.1, б, в); із витими роликами (рис. 1.1, г); із конічними роликами (рис. 1.1, д); із бочкоподібними роликами (рис. 1.1, е, є) із голчастими роликами (рис. 1.1, ж).

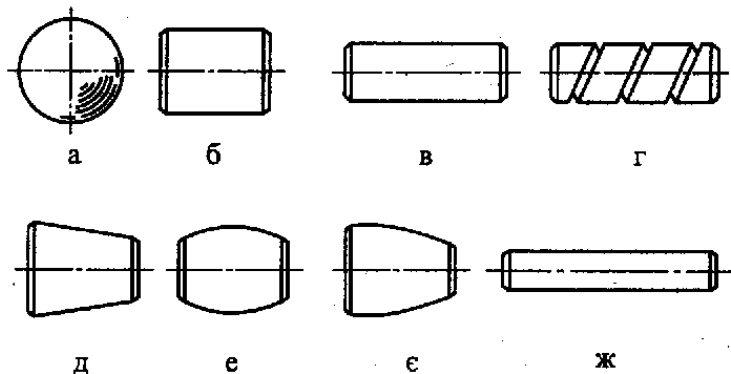


Рис. 1.1. Форми тіл кочення у підшипниках

2. За кількістю рядів тіл кочення — підшипники бувають: **одно-**, **дво-** та **чотирирядні**.

3. За здатністю компенсувати перекоси вала — **несамоустановні** та **самоустановні сферичні**. Самоустановні підшипники допускають перекоси кілець до 2...3°, завдяки чому можуть працювати при збільшених деформаціях валів і при неспіввісному розміщенні отворів під підшипники в окремих опорах валів.

4. За радіальними розмірами та шириною підшипники з одним і тим самим внутрішнім діаметром  $d$  поділяють на 5 серій діаметрів (надлегка, особливо легка, легка, середня та важка) і 4 серії ширин

(особливо вузька, вузька, нормальна широка, особливо широка). Співвідношення розмірів підшипників різних серій показано на рис. 1.2 (а — особливо легка серія; б — легка; в — легка широка; г — середня; д — середня широка; е — важка серія).

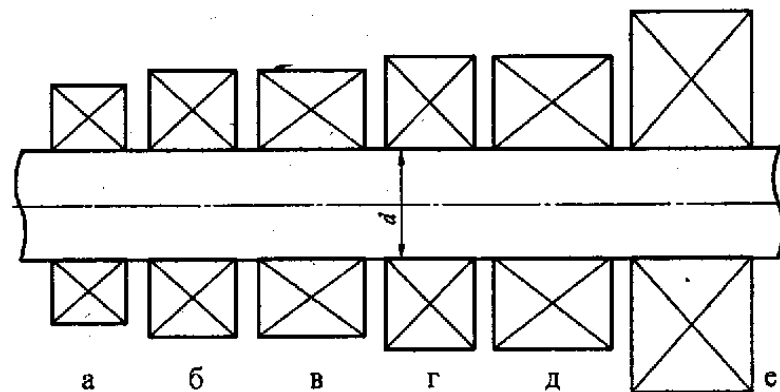


Рис. 1.2. Співвідношення ширин та діаметрів підшипників кочення

5. За напрямом сприйняття навантаження підшипники кочення поділяють: на **радіальні** — сприймають тільки радіальне навантаження, яке направлене перпендикулярно до осі обертання (деякі радіальні підшипники, наприклад, кулькові, можуть сприймати певні осьові навантаження); **упорні** — сприймають тільки осьове навантаження; **радіально-упорні** — здатні сприймати радіальне та осьове навантаження; **упорно-радіальні** — сприймають значне осьове і незначне радіальне навантаження.

Класифікація підшипників кочення за основними групами з позначенням їхніх типів подана на рис. 1.3.

### 1.2. ОСНОВНІ РОЗМІРИ І ПАРАМЕТРИ ПІДШИПНИКІВ

Основні розміри найбільш розповсюджених типів підшипників показано на рис. 1.4 і рис. 1.5. До таких розмірів належать внутрішній діаметр  $d$ , зовнішній діаметр  $D$  і ширина підшипника  $B$ . В упорних кулькових підшипниках (рис. 1.4, е, є) ширину характеризує розмір  $H$ , а в радіально-упорних роликових підшипниках (рис. 1.5, ж, з, і) найбільшу ширину визначає розмір  $T$ .

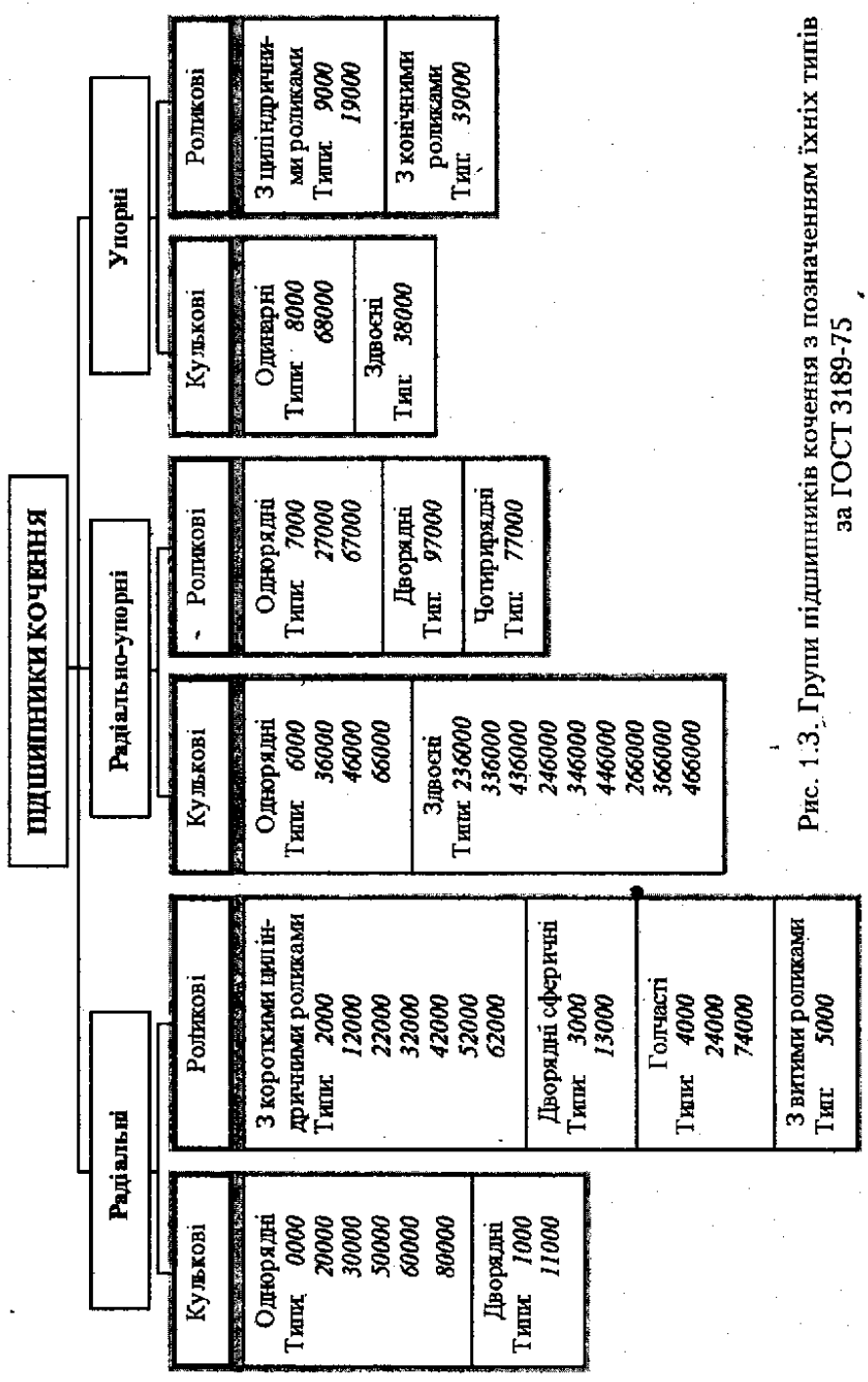


Рис. 1.3. Групи підшипників кочення з позначенням їхніх типів за ГОСТ 3189-75

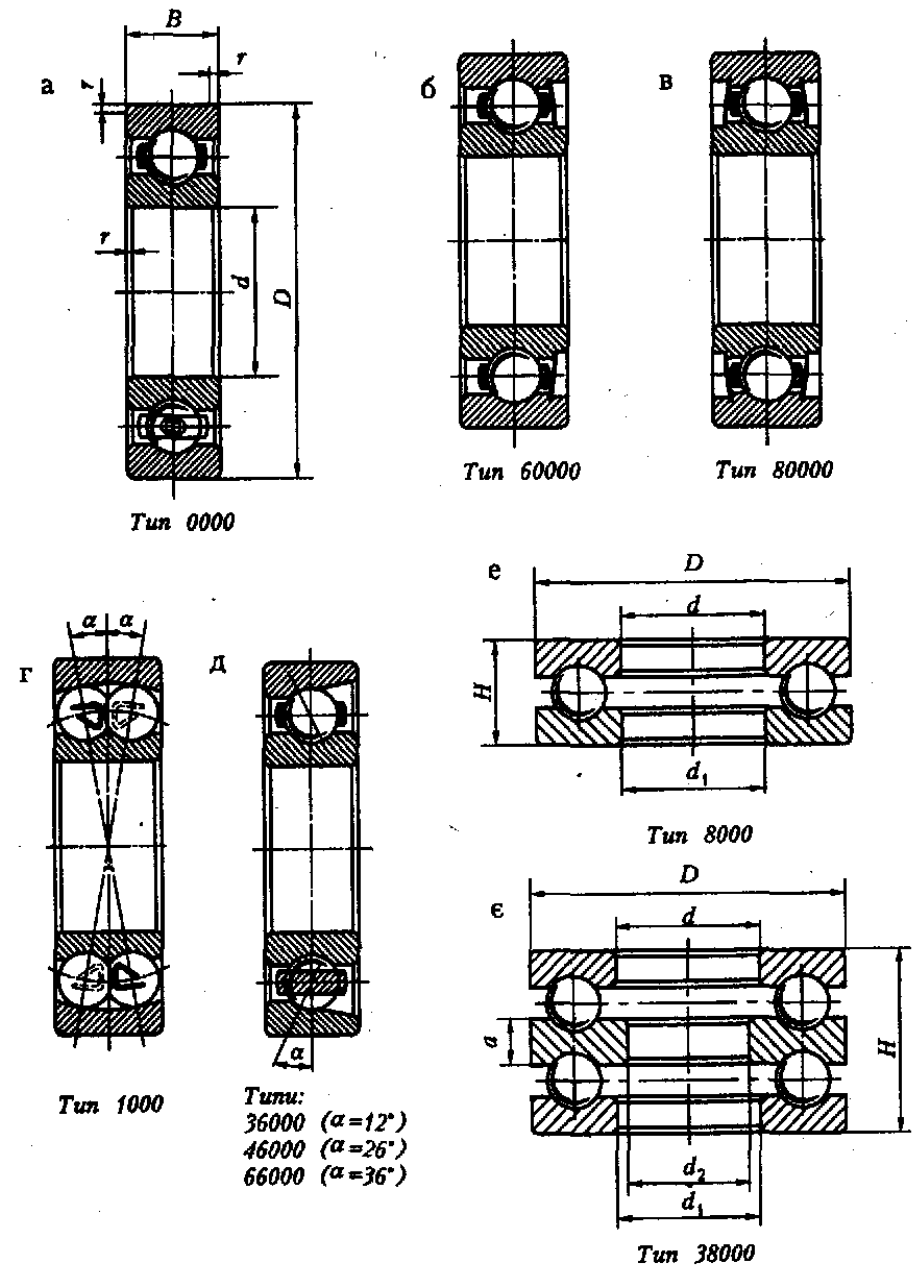


Рис. 1.4. Номенклатура універсальних кулькових підшипників

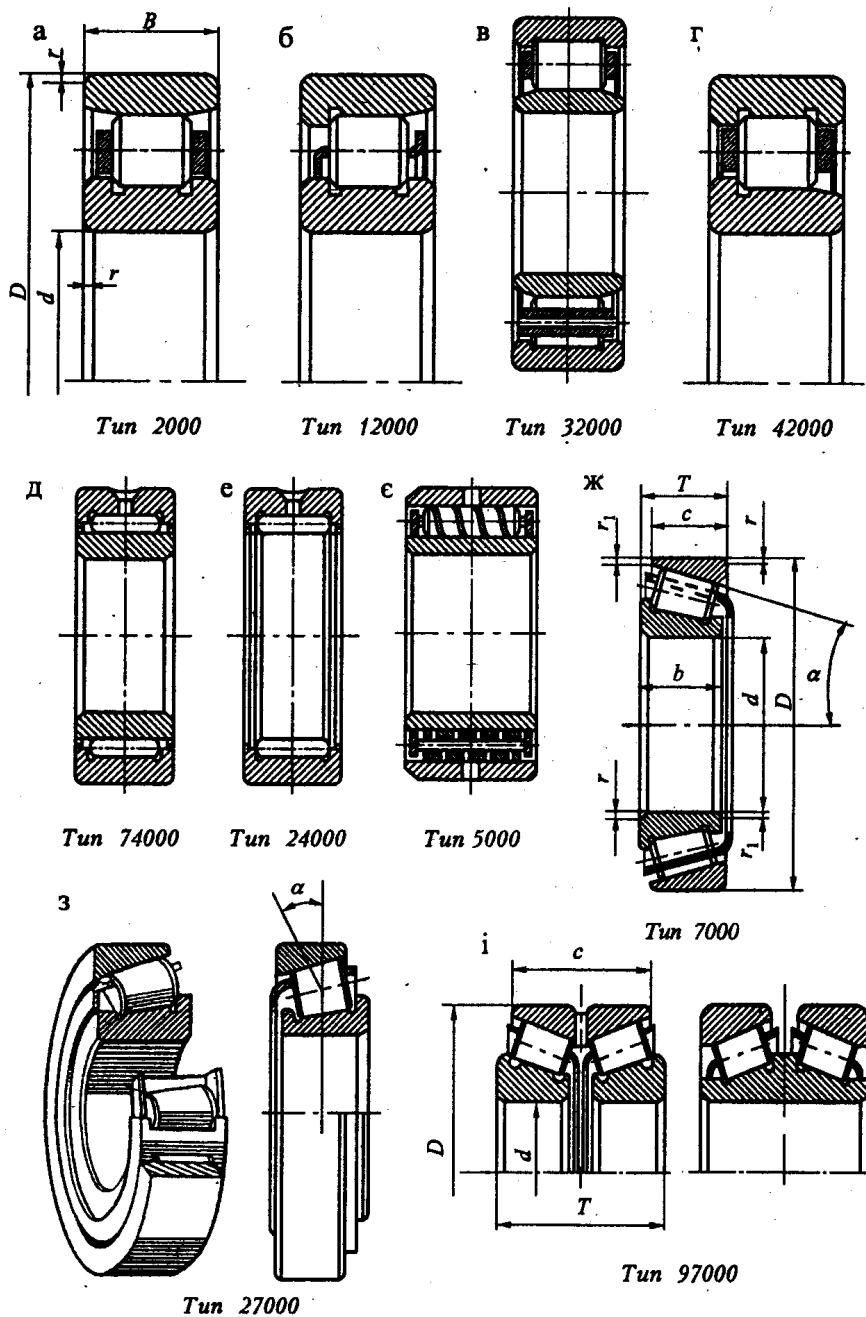


Рис.1.5. Номенклатура універсальних роликових підшипників

Важливим розміром для підшипників кочення є також розмір фасок  $r$  на кільцях. Цей розмір необхідно враховувати під час конструювання елементів опор валів з підшипниками кочення.

До інших розмірів елементів підшипників належать діаметр  $D_w$  тіл кочення, довжина роликів, а також кількість  $Z$  тіл кочення. У радіально-упорних підшипниках (рис. 1.4, д, та рис.1.5, ж, з) враховується також і кут контакту  $\alpha$  тіл кочення.

Основними розрахунковими параметрами підшипників кочення є базова динамічна вантажність  $C$  і базова статична вантажність  $C_0$ .

Базова динамічна вантажність — це постійне радіальне навантаження (а для упорних і упорно-радіальних підшипників осьове навантаження), яке підшипник може умовно сприймати протягом одного мільйона обертів при ймовірності безвідмовної роботи 90%.

Базова статична вантажність — це таке статичне навантаження на підшипник (радіальне — для радіальних і радіально-упорних підшипників або центральне осьове — для упорних і упорно-радіальних), якому відповідає загальна залишкова деформація тіл кочення і кільць у найбільш навантаженій точці їхнього контакту, що дорівнює 0,0001 діаметра тіла кочення.

З метою забезпечення надійної роботи для підшипників кочення встановлені граничні частоти обертання  $n_{гран}$  з урахуванням виду мастила (рідке чи пластичне). В табл. 2.1...2.11 зазначені граничні частоти обертання при змащуванні підшипників рідким мастилом. Якщо застосовується пластичне мастило, то граничні частоти обертання приблизно в 1,3 раза менші.

Перераховані вище основні розміри і параметри підшипників кочення, а також деякі додаткові параметри, що необхідні для розрахунків, подані в табл. 2.1...2.11 для найбільш розповсюджених типів підшипників універсальної номенклатури.

### 1.3. УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ ПІДШИПНИКІВ

Умовні позначення підшипників кочення складаються із основного умовного позначення і додаткових умовних позначень, які можуть розташовуватись праворуч і ліворуч від основного умовного позначення. Умовні позначення наносяться на торцях кільць підшипників.

Основні умовні позначення підшипників відповідно до ГОСТ 3189-75 складаються із ряду цифр. Дві перші цифри, рахуючи справа, означають умовно внутрішній діаметр підшипників, до того ж для всіх

підшипників із внутрішнім діаметром 20 мм і більше ці дві цифри означають частку від ділення діаметра (в мм) на 5. Для підшипників із внутрішнім діаметром до 9 мм перша цифра праворуч показує фактичний розмір внутрішнього діаметра в мм. Внутрішні діаметри 10, 12, 15 і 17 мм позначають двома цифрами 00, 01, 02 і 03 відповідно.

Третя цифра праворуч в основному умовному позначенні разом із сьомою свідчать про серію підшипників всіх діаметрів ( $d \geq 10$  мм): основна з особливо легких серій позначається цифрою 1, легка — 2, середня — 3, важка — 4, легка широка — 5, середня широка — 6 і т.д.

Четверта цифра праворуч показує на тип підшипника: 0 — радіальний кульковий однорядний; 1 — радіальний кульковий дворядний сферичний; 2 — радіальний із короткими циліндричними роликами; 3 — радіальний роликовий дворядний сферичний; 4 — роликовий із довгими циліндричними роликами або голчастий; 5 — роликовий із витими роликами; 6 — радіально-упорний кульковий; 7 — роликовий конічний; 8 — упорний кульковий; 9 — упорний роликовий (див. рис. 1.3).

П'ята та шоста цифри праворуч, що вводяться не для всіх підшипників, характеризують їхні конструктивні особливості.

Додаткове умовне позначення ліворуч від основного вказує на клас точності підшипника, радіальний чи осьовий зазори в підшипнику, величину момента тертя. Цифри 0, 6, 5, 4 і 2, що стоять через знак „тире“ перед основним умовним позначенням підшипника, означають його клас точності (2 — найвищий клас точності). Нормальний клас точності позначається цифрою 0, яка в деяких випадках не проставляється.

**Приклади умовних позначень:**

**2-6-307** — підшипник кульковий радіальний однорядний (307) класу точності 6 із радіальним зазором за рядом 2;

**5-2210** — підшипник роликовий радіальний з короткими циліндричними роликами (2210) класу точності 5;

**36218** — підшипник кульковий радіально-упорний (36218) класу точності 0.

Додаткове умовне позначення праворуч від основного характеризує матеріал і конструкцію сепаратора, конструктивні зміни, спеціальні вимоги щодо шуму та ін.

#### 1.4. ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПІДШИПНИКІВ РІЗНИХ ФІРМ-ВИРОБНИКІВ


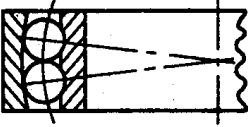
Підшипники кочення різних фірм-виробників ідентифікують за основним умовним позначенням. В ідентифікованих підшипниках рівні внутрішні і зовнішні діаметри конкретних типорозмірів підшипників і здебільшого їхні ширини. Навантажувальна здатність ідентифікованих підшипників переважно є різною, але близькою за значенням, оскільки світові фірми-виробники підшипників можуть використовувати неоднакові матеріали та технології виготовлення деталей підшипників. Останнє впливатиме певною мірою на ресурс заміненних у машині підшипників кочення.

Найбільш розповсюджені підшипники кочення загального призначення переважно мають тільки основне умовне позначення. Таке позначення стандартизоване найповніше (відповідно до норм ISO) для підшипників таких фірм: FAG (Німеччина), SKF (Швеція), SRO (Швейцарія), ZKL (Чехія), NSK і KOYO (Японія). Заводи-виробники підшипників країн СНД виготовляють підшипники з умовними позначеннями (норми ГОСТ), які частково відповідають нормам ISO. Умовні позначення підшипників фірм NDH, TORRINGTON (США), HOFMAN, R&M (Англія) і RIV (Італія) не відповідають нормам ISO.

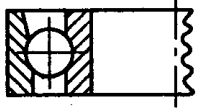
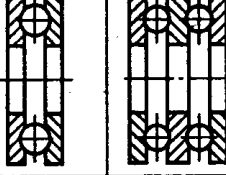
В табл. 1.1 наведено дані про умовні позначення різними фірмами-виробниками ідентичних кулькових підшипників загального призначення і в табл. 1.2 — ідентичних роликових підшипників. В умовних позначеннях підшипників зображено дві точки (..), які відповідають двом цифрам. Ці цифри характеризують внутрішній діаметр підшипника. В умовних позначеннях зустрічається символ ( $\dot{d}$ ), який вказує, що внутрішній діаметр підшипника дається в позначенні безпосередньо в міліметрах. Наприклад, радіальний кульковий підшипник з внутрішнім діаметром  $d = 60$  мм так умовно позначають (див. табл. 1.1) різні фірми-виробники: 6212 (FAG, SKF, SRO і т.д.); 212 (заводи країн СНД); 3212 (NDH); 60BC02 (TORRINGTON); 112 або 212 A (HOFMAN); LJ60 (R&M) і 12A (RIV). Тут нагадаємо, що внутрішній діаметр підшипника в міліметрах можна отримати множенням на 5 двох цифр, що характеризують цей діаметр в умовному позначенні (для  $d \geq 20$  мм).

Наведена в табл. 1.1 і 1.2 інформація може бути використана різними організаціями та підприємствами, що реалізують підшипники чи ремонтують імпортне обладнання і машини, що вимагають заміни підшипників кочення.

Таблиця 1.1. Основні умовні позначення кулькових підшипників

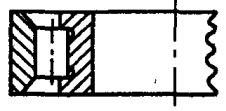
Назва підшипників	Будова підшипників	Фірми-виробники підшипників							
		FAG; SKF; SRO; ZKL; NSK; KOYO	Підшипн. заводи країн СНД	NDH (США)	TORRINGTON (США)	HOFMAN (Англія)	R&M (Англія)	RIV (Італія)	
Радіальні		60..	1..	3L..	đ BC10	60..	(H)XXLJ..	ELL..	
		62..	2..	32..	đ BC02	1..;2..;2..A	LJ đ	..A	
		63..	3..	33..	đ BC03	3..;4..;4..A	MJ đ	..B	
		64..	4..	34..	—	5..;5..A	—	..C	
Сферичні дворядні		1..;133	10..	—	—	U10..	NLJ..	LJ..	
		12..	12..	—	—	U1..;U2..	NLJ đ	..AJ	
		13..	13..	—	—	U3..;U4..	NMJ đ	..BJ	
		10412	1412	—	—	—	NHJ60	10CJ	
		22..	15..	—	—	U1..W	NLDJ..	..AAJ	
		23..	16..	—	—	U3..W	NMDJ..	..BBJ	
Радіально-упорні		70..C	361..	OL..	—	—	—	—	
		72..C	362..	202..	—	—	—	—	
		73..C	363..	203..	—	—	—	—	
		70..A	461..	HOL..	đ BA10	—	(H)XXLJ đ	—	

Продовження табл. 1.1.

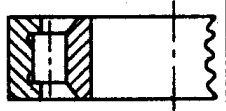

Назва підшипників	Будова підшипників	Фірми-виробники підшипників							
		FAG; SKF; SRO; ZKL; NSK; KOYO	Підшипн. заводи країн СНД	NDH (США)	TORRINGTON (США)	HOFMAN (Англія)	R&M (Англія)	RIV (Італія)	
Радіально-упорні		72..A	462..	H 202..	đ BC02	1..AC; 1..ACD	LJT..	đ АОп	
		73..A	463..	H203..	đ BC03	3..AC; 3..ACD	MJT đ	đ ВОп	
		74..A	464..	—	—	5..AC; 5..ACD	HJT đ	—	
		70..B	661..	—	—	—	—	—	
		72..B	662..	302..	—	72..	—	—	
		73..B	663..	303..	—	73..	—	—	
		74..B	664..	304..	—	—	—	—	
		511..	81..	—	—	—	—	ELP..	
Упорні (одинарні і подвійні)		512..	82..	—	—	—	LT..B	LP..	
		513..	83..	—	—	—	—	MP..	
		514..	84..	—	—	—	—	PP..	
		522..	382..	—	—	—	—	DLP..	
		523..	383..	—	—	—	DMP..		



Таблиця 1.2. Основні умовні позначення роликів підшипників

Назва підшипників	Будова підшипників	Фірми-виробники підшипників					
		FAG; SKF; SRO; ZKL; NSK; KOYO	Підшипн. заводи країни СНД	TORRING-TON (США)	HOFMAN (Англія)	R&M (Англія)	RIV (Італія)
Радіальні з короткими циліндричними роликками		N10..	21..	-	-	(H)XXLRJ..	-
		N2..	22..	đ RN02	R1..;R2..	LRJ đ	..DAVP
		N3..	23..	đ RN03	R3..;R4..	MRJ đ	..DBVP
		N4..	24..	đ RN04	R5..;R6..	HRJ..	..DCPV
		N22..	25..	-	-	-	đ DAAPV
		N23..	26..	-	-	-	..DBBPV
	NF2..	122..	đ RF02	R1..;R2..;L	HRJA đ	..DA QV	
	NF3..	123..	đ RF03	R3..;L;R4..;L	LRJA đ	..DB QV	
	NF4..	124..	đ RF04	-	-	..DC QV	
	NF22..	125..	-	-	-	đ DAAQV	
	NF23..	126..	-	-	-	đ DBBQV	

Продовження табл. 1.2.

Назва підшипників	Будова підшипників	Фірми-виробники підшипників					
		FAG; SKF; SRO; ZKL; NSK; KOYO	Підшипн. заводи країни СНД	TORRING-TON (США)	HOFMAN (Англія)	R&M (Англія)	RIV (Італія)
Радіальні з короткими циліндричними роликками		NU10..	321..	-	-	-	EVP..
		NU2..	322..	đ RU02	R1..;E;R2..;E	LLRJ đ	..DAVP
		NU3..	323..	đ RU03	R3..;E;R4..;E	MMRJ đ	..DBVP
		NU4..	324..	đ RU04	-	-	..DCVP
		NU22..	325..	-	-	-	..DAAPV
		NU23..	326..	-	-	-	..DBBVP
	NJ2..	422..	đ RJ02	R1..;P;R2..;P	LLRA đ	..DAVQ	
	NJ3..	423..	đ RJ03	R3..;P;R4..;P	MMRA đ	..DBVQ	
	NJ4..	424..	đ RJ04	-	-	..DCVQ	
	NJ22..	425..	-	-	-	..DAAVQ	
	NJ23..	426..	-	-	-	..DBBQV	
	Конічні однорядні		302..	72..	-	-	-
303..			73..	-	-	-	01/02/73..
322..			75..	-	-	-	01/02/74..
323..	76..	-	-	-	-	01/02/75..	

## ГЛАВА 2. ХАРАКТЕРИСТИКА, РОЗМІРИ ТА ПАРАМЕТРИ ПІДШИПНИКІВ

### 2.1. КУЛЬКОВІ ПІДШИПНИКИ РАДІАЛЬНІ ОДНОРЯДНІ

Кулькові підшипники радіальні однорядні (рис. 1.4, а, б, в) виготовляють таких типів: 0000, 60000 і 80000. Розміри і параметри таких підшипників подані в табл. 2.1 і 2.2.

Підшипники цих типів можуть сприймати не тільки радіальні, але й осьові навантаження, що діють в обох напрямках вздовж осі вала і не перевищують 70% невикористаного допустимого радіального навантаження. Порівняно з іншими типами кулькові радіальні однорядні підшипники працюють з мінімальними втратами на тертя і допускають найбільшу частоту обертання. Співвісність посадочних гнізд під такі підшипники повинна бути в таких межах, щоб перекося зовнішніх кілець відносно внутрішніх не перевищував 10...15'. Підшипники встановлюють на жорстких двоопорних валах, прогин яких під дією зовнішніх сил не викликає надмірного кутового зміщення осі вала відносно осі посадочного отвору, тобто на валах з відстанню між опорами  $L \leq 10d$  ( $d$  — діаметр вала).

Підшипники типів 60000 і 80000 відповідно з однією і двома захисними шайбами застосовують в таких випадках, коли через обмеження габаритів або незручності в обслуговуванні небажане використання спеціальних ущільнювальних пристроїв для захисту підшипників від забруднення або утримування мастила. Захисні шайби запресовані у рівнях на бортах зовнішніх кілець і не виступають за габарити підшипника. Підшипники типу 80000 заповнюються на заводі-виробнику пластичними мастилами відповідних сортів.

Сепаратори в радіальних однорядних кулькових підшипниках в основному штамповані з центруванням на тілах кочення. В підшипниках, що працюють в особливих умовах, а також в деяких великогабаритних підшипниках застосовують масивні сепаратори з антифрикційних матеріалів: бронзи, латуні, текстоліту, алюмінієвих сплавів та ін. Масивні сепаратори переважно центруються по бортах зовнішніх кілець.

### 2.2. КУЛЬКОВІ ПІДШИПНИКИ РАДІАЛЬНІ ДВОРЯДНІ СФЕРИЧНІ

Кулькові підшипники радіальні дворядні сферичні (рис. 1.4, г) виготовляють таких типів: 1000, 11000 і 111000. Розміри і параметри підшипників типу 1000 подано в табл. 2.3.

Підшипники призначені для сприйняття радіальних навантажень, але вони можуть сприймати одночасно і двостороннє осьове навантаження (до 20% величини невикористаного допустимого радіального). Доріжка кочення на зовнішньому кільці виготовлена сферичною. Така її форма забезпечує нормальну роботу підшипника навіть при значному (до 2...3°) перекося внутрішнього кільця відносно зовнішнього. Допустимий кут перекося, що утворюється внаслідок прогину вала чи технологічних неточностей обробки і монтажу, обмежується умовою збереження контакту всіх кульок двох рядів з робочою поверхнею доріжки кочення зовнішнього кільця. Підшипники встановлюють в опорах: багатоопорних валів трансмісійного типу; двоопорних валів, що мають значні прогини під дією зовнішніх сил; в конструкціях, де технологічно неможливо забезпечити строгу співвісність посадочних гнізд (при розточуванні отворів в корпусах опор не за один прохід, при встановленні підшипників в окремо розташованих корпусах опор тощо).

Підшипники типу 111000 мають конічні отвори у внутрішньому кільці для встановлення на конусну шийку вала. Підшипники типу 11000 з конічним отвором укомплектовані закріплювальною втулкою з гайкою і призначені для встановлення на циліндричних шийках валів. Затягування гайки на закріплювальній втулці дозволяє регулювати радіальний зазор у підшипнику.

Сепаратори у більшості дворядних сферичних кулькових підшипників штамповані. Підшипники великих розмірів виготовляють з масивними латунними сепараторами.

### 2.3. КУЛЬКОВІ ПІДШИПНИКИ РАДІАЛЬНО-УПОРНІ ОДНОРЯДНІ

Кулькові підшипники радіально-упорні однорядні основної номенклатури (рис. 1.4, д) виготовляють таких типів: 36000, 46000 і 66000. Розміри і параметри підшипників таких типів подано в табл. 2.4.

Підшипники цих типів призначені для сприйняття радіальних і односторонніх осьових навантажень. Їхня здатність сприймати осьове навантаження визначається значенням кута контакту  $\alpha$ , що являє собою кут між площиною центрів кульок і прямою, яка проходить через центр кульки і точку дотику кульки з доріжкою кочення на зовнішньому кільці. Із збільшенням кута контакту зростає здатність підшипника сприймати осьове навантаження за рахунок зменшення радіального.

Підшипники мають зріз на зовнішньому кільці з одного боку, який необхідний для складання на заводі-виробнику. Вони нерозбірні, оскільки під час складання між тілами кочення і доріжками кочення утворюється замок. Такі підшипники встановлюють переважно попарно на двох опорах жорстких коротких валів навіть при умові односторонньої дії осьового навантаження. Особливістю підшипників є те, що вони вимагають регулювання осьового зазору в процесі їхнього монтажу або у процесі експлуатації.

Сепаратори у радіально-упорних кулькових підшипниках бувають штамповані з центруванням на тілах кочення або масивні зі сплавів кольорових металів з центруванням по внутрішньому кільцю.

#### 2.4. КУЛЬКОВІ ПІДШИПНИКИ УПОРНІ

Кулькові підшипники упорні (рис. 1.4, е, е) виготовляють двох типів: 8000 і 38000. Розміри і параметри підшипників типу 8000 подано у табл. 2.5, а типу 38000 — у табл. 2.6.

Упорні підшипники призначені для сприйняття тільки осьових навантажень. Вони допускають значно меншу частоту обертання порівняно з іншими типами кулькових підшипників, оскільки відцентрові сили, що діють на кульки, значно навантажують сепаратори і доріжки кочення кілець підшипників.

Одинарні упорні підшипники типу 8000 призначені для сприйняття осьових навантажень, що діють в одному напрямку. Вони мають два кільця: одне туге, яке встановлюється на валі, а друге вільне, що розташовується в корпусі опори. Таке розміщення кілець необхідне для самоцентрування упорного підшипника.

Здвоєні упорні підшипники типу 38000 призначені для сприйняття осьових навантажень, що діють у двох напрямках. Ці підшипники мають три кільця: середнє — туге, яке встановлюється на валі, а крайні — вільні для встановлення у гнізді корпусу опори.

Сепаратори кулькових упорних підшипників штамповані або масивні зі сталі або сплавів кольорових металів.

#### 2.5. РОЛИКОВІ ПІДШИПНИКИ РАДІАЛЬНІ З КОРОТКИМИ ЦИЛІНДРИЧНИМИ РОЛИКАМИ

Роликові підшипники радіальні з короткими циліндричними роликами основної номенклатури (рис. 1.5, а, б, в, г) виготовляють таких типів: 2000, 12000, 32000 і 42000. Розміри і параметри підшипників цих типів наведено в табл. 2.7.

Підшипники згаданих типів призначені для сприйняття тільки радіальних навантажень. Вони мають значно більшу радіальну навантажувальну здатність, ніж рівногабаритні радіальні кулькові підшипники, але допускають дещо менші частоти обертання. Підшипники дуже чутливі до перекосів внутрішніх кілець відносно зовнішніх. Тому ці підшипники вимагають високої точності щодо співвісності посадочних гнізд в опорах і можуть застосовуватись тільки для досить жорстких і коротких двоопорних валів.

Однорядні роликові підшипники основного типу (2000) мають такі конструктивні різновидності: 2000 — без бортів на зовнішньому кільці; 12000 — з однобортовим зовнішнім кільцем; 32000 — без бортів на внутрішньому кільці і 42000 — з однобортовим внутрішнім кільцем.

Підшипники типів 2000 і 32000 допускають у процесі монтажу і експлуатації двостороннє осьове переміщення внутрішнього кільця відносно зовнішнього, а підшипники типів 12000 і 42000 — тільки одностороннє, причому останні можуть забезпечувати односторонню фіксацію вала тільки при незначних осьових зусиллях.

Сепаратори в радіальних роликових підшипниках штамповані або масивні зі сталі або сплавів кольорових металів. Центруються масивні сепаратори переважно по двобортовому кільцю.

#### 2.6. РОЛИКОВІ ПІДШИПНИКИ РАДІАЛЬНІ ГОЛЧАСТІ

Роликові підшипники радіальні голчасті (рис. 1.5, д, е) виготовляють таких типів: 24000 і 74000. Розміри і параметри таких підшипників подані в табл. 2.8.

Дані підшипники призначені для сприйняття тільки радіальних навантажень. Вони мають відносно менші радіальні габарити порівняно

з підшипниками інших типів за умови рівності внутрішніх діаметрів та вантажності. Через відсутність сепаратора підшипники мають відносно високі втрати на тертя між голками (роліками). Тому гранична частота обертання значно нижча, ніж у підшипниках із сепараторами.

Підшипники типу 24000 не мають внутрішнього кільця. Тому поверхня доріжки кочення утворюється безпосередньо на поверхні вала і повинна мати твердість, точність і шорсткість поверхні підшипникових кілець. Підшипники типу 74000 мають внутрішнє і зовнішнє кільця, причому внутрішнє без бортів, що забезпечує відносну рухомість кілець в осьовому напрямі.

За формою і розмірами до голчастих підшипників подібні підшипники типу 5000, що мають виті циліндричні ролики (рис. 1.5, е).

### 2.7. РОЛІКОВІ ПІДШИПНИКИ РАДІАЛЬНО-УПОРНІ КОНІЧНІ

Роликові підшипники радіально-упорні конічні (рис. 1.5, ж, з, і) виготовляють таких типів: 7000 — основна номенклатура; 27000 — з великим кутом конусності; 97000 — дворядні і 77000 — чотирирядні. Розміри і параметри підшипників типів 7000, 27000 і 97000 наведено у табл. 2.9, 2.10 і 2.11.

Підшипники цих типів призначені для одночасного сприйняття радіальних і осьових навантажень. Їх допустима частота обертання значно нижча, ніж у підшипників з циліндричними роліками, а здатність сприймати осьові навантаження визначається кутом конусності  $\alpha$  зовнішнього кільця. Зі збільшенням кута конусності (тип 27000) осьове навантаження збільшується за рахунок зменшення радіального. Підшипники не допускають відносного перекосу осей валів і гнізд опор під підшипники.

Однорядні підшипники типів 7000 і 27000 призначені для сприйняття радіальних і односторонніх осьових навантажень. Вони допускають роздільний монтаж зовнішніх кілець і вимагають регулювання осьових зазорів як під час встановлення, так і в процесі експлуатації. Підшипники можна монтувати з попереднім натягом, який створюється при умові розташування вала на двох конічних підшипниках.

Дворядні підшипники типу 97000 призначені для одночасного сприйняття радіальних і двосторонніх осьових навантажень. Необхідні

радіальний чи осьовий зазор в підшипнику забезпечуються підшлифуванням дистанційного кільця, яке встановлюється між внутрішніми кільцями.

Сепаратори конічних підшипників виготовляють із сталі штампуванням або точінням. Центрування сепараторів здійснюється по тілах кочення, які мають форму конічних роликів.

### 2.8. ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ПІДШИПНИКІВ РІЗНИХ ТИПІВ ТА СЕРІЙ

Для оптимізації конструкцій опор з підшипниками кочення необхідна інформація, що стосується порівняльної оцінки підшипників різних типів та серій за такими параметрами, як динамічна вантажність, маса, гранична частота обертання, вартість та ін. Для наочного уявлення про зміну маси, динамічної вантажності і граничної частоти обертання залежно від типу і серії підшипників на рис. 2.1 показана діаграма значень згаданих параметрів підшипників типів 0000, 1000, 12000 і 7000, що мають однаковий внутрішній діаметр  $d = 80$  мм. З діаграми видно, що з переходом від легких серій підшипників до важких збільшується динамічна вантажність і маса підшипників і одночасно падає гранична частота обертання. Динамічна вантажність у роликівих підшипників значно вища, ніж у кулькових підшипників.

Вибираючи підшипники, належить брати до уваги не тільки конструктивні, але й економічні міркування. Для  $d \leq 60$  мм одними з найдешевших є радіальні кулькові підшипники. Однак застосування цих підшипників не завжди приводить до раціонального і найдешевшого варіанта конструкції опор. Заміна кулькових підшипників дорожчими роликівими часто дає змогу істотно зменшити розміри і масу опорного вузла або збільшити ресурс підшипників чи період часу між замінами підшипників.

### 2.9. ТАБЛИЦІ РОЗМІРІВ ТА ПАРАМЕТРІВ ПІДШИПНИКІВ

У наведених далі табл. 2.1...2.11 подано основні розміри підшипників найбільш поширених типів і розміри елементів опор з відповідними підшипниками, що використовують під час конструювання підшипникових вузлів. Тут також подані розрахункові параметри,

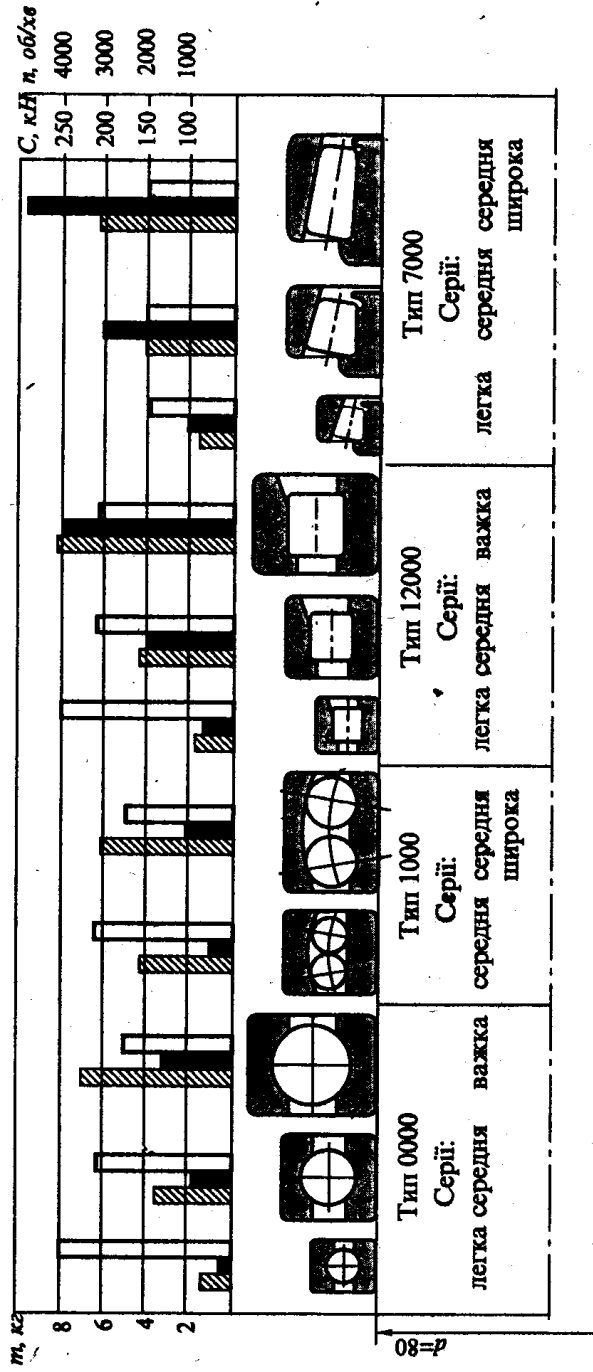


Рис. 2.1. Порівняльні параметри підшипників різних типів та серій.

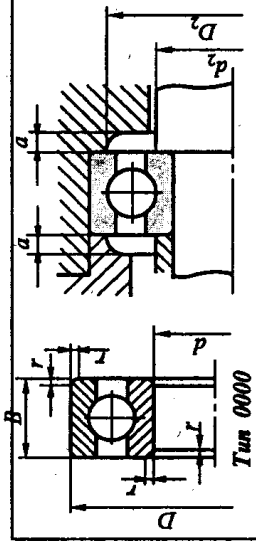
▨ — маса  $m$ ; ■ — динамічна вантажність  $C$ ; □ — гранична частота обертання  $n$ .

зокрема статична  $C_0$  і динамічна  $C$  вантажності, гранична частота обертання  $n_{gr}$  при змащуванні рідким мастилом, а також маса підшипників.

У заголовку кожної таблиці наведено розрахункові формули для визначення еквівалентних навантажень на підшипники — динамічного  $F$  і статичного  $F_0$  з урахуванням фактичного радіального  $F_r$  і осьового  $F_a$  навантажень. Крім того, подано розрахункові коефіцієнти  $X$  і  $Y$  відповідно радіального і осьового навантаження, а також параметр осьового навантаження  $e$  для підшипників, здатних сприймати, крім радіального, і осьове навантаження.

В табл. 2.1...2.11 деякі типорозміри підшипників позначені зірочкою (\*). Такі підшипники виготовляють вищих класів точності або зі спеціальними конструктивними чи технологічними відмінностями для роботи в особливих умовах (підвищенні вимоги до точності обертання, експлуатаційна температура вища  $100^\circ\text{C}$ , підвищенні вимоги до шумності, тощо). Типорозміри підшипників, що не мають в умовному позначенні зірочки, виготовляють за класом точності 0.

Таблиця 2.1. Кулькові підшипники радіальні однорядні



Тил 0000

Еквівалентне радіальне навантаження на підшипник:  
 - динамічне:  $F_E = F_r$ , якщо  $F_d F_r \leq e$ ;  
 $F_E = 0,56 F_r + Y F_a$ , якщо  $F_d F_r > e$ ;  
 - статичне:  $F_{0E} = 0,6 F_r + 0,5 F_a$ ;  
 якщо  $F_{0E} < F_r$ , то приймаєти  $F_{0E} = F_r$ .

Розміри, мм.

Умовні позначення підшипників	d	D	B	r	Кульки		Розрахункові параметри				Маса, кг	$d_{зміст}$	$D_{зміст}$	a, не менше		
					$D_v$	Z	C	H	C <sub>0</sub>	H <sub>0</sub>					$n_{гр}$	об/хв
1000084*	4	9	2,5	0,2	1,3	9	420	190	4000	0,0007	5	7,8	1,8			
1000088*	8	16	4	0,4	2	10	980	500	31500	0,0034	9,8	14	1,8			
1000801*	12	21	5	0,5	2	12	1070	600	31500	0,007	14	19	2,0			
1000802*	15	24	5	0,5	2,38	12	1470	850	25000	0,008	17	22	2,0			
1000805*	25	37	7	0,5	3,17	16	2890	2020	20000	0,02	27	35	2,0			
1000807	35	47	7	0,5	3,17	21	3250	2650	16000	0,03	37	45	2,0			
1000812*	60	78	10	0,5	5	24	7910	7500	8000	0,12	62	76	3,0			
1000813	65	85	10	1	5,56	22	9100	8490	8000	0,13	69	81	3,0			
1000814	70	90	10	1	5,56	24	9460	9260	8000	0,18	74	86	3,0			
1000816*	80	100	10	1	4,76	32	8090	9070	6300	0,22	84	96	3,0			
1000818	90	115	13	1,5	7,14	24	14900	15300	6300	0,30	95	110	3,0			
1000821	105	130	13	1,5	7,14	27	15600	17200	5000	0,45	110	125	3,0			

Продовження табл. 2.1.

Надлегка серія діаметрів 8, серія ширин 1

Умовні позначення підшипників	d	D	B	r	Кульки		Розрахункові параметри				Маса, кг	$d_{зміст}$	$D_{зміст}$	a, не менше	
					$D_v$	Z	C	H	C <sub>0</sub>	$n_{гр}$					об/хв
1000822	110	140	16	1,5	8,73	25	22000	23800	5000	0,54	115	135	3,0		
1000824*	120	150	16	1,5	9,12	25	23700	26000	4000	0,7	125	145	3,0		
1000828*	140	175	18	2	9,52	28	26700	31800	4000	1,08	145	169	4,0		
1000830*	150	190	20	2	12,3	23	38900	43500	3150	1,43	155	184	4,0		
1000832*	160	200	20	2	11,5	26	36300	43000	3150	1,49	165	194	4,0		
1000834	170	215	22	2	13,49	24	46900	54600	3150	2,0	175	209	4,0		
1000836	180	225	22	2	13,5	25	47600	56900	2500	2,03	185	219	4,0		
1000844	220	270	24	2,5	12,7	34	49080	68500	2000	2,85	226	262	4,0		
1000856	280	350	33	3	21,4	25	110000	144000	1250	9,5	288	341	5,0		
1000864	320	400	38	3,5	23,02	28	133000	185500	1600	11,8	330	390	5,0		

Надлегка серія діаметрів 9, серія ширин 1

Умовні позначення підшипників	d	D	B	r	Кульки		Розрахункові параметри				Маса, кг	$d_{зміст}$	$D_{зміст}$	a, не менше	
					$D_v$	Z	C	H	C <sub>0</sub>	$n_{гр}$					об/хв
1000091*	1	4	1,6	0,2	0,68	6	200	30	40000	0,0001	1,8	3,2	1,8		
1000092*	2	6	2,3	0,2	1	7	220	90	40000	0,0004	3,2	4,8	1,8		
1000093*	3	8	3	0,2	1,59	6	440	200	40000	0,0007	4,2	7	1,8		
1000094*	4	11	4	0,3	2	7	750	350	40000	0,002	5,2	9,8	1,8		
1000095	5	13	4	0,4	2	8	850	400	40000	0,0025	6,6	11,5	1,8		
1000096	6	15	5	0,4	2,38	8	1160	570	40000	0,004	7,8	13	1,8		
1000097	7	17	5	0,5	3	7	1580	790	31500	0,005	9	15	1,8		
1000098	8	19	6	0,5	3	8	1750	900	31500	0,008	9,8	17	1,8		
1000099	9	20	6	0,5	3,5	7	2100	1070	31500	0,008	11	18	1,8		
1000900	10	22	6	0,5	3,97	7	2620	1380	31500	0,009	12	20	1,8		

Продовження табл. 2.1.

Умовні позначення підшипників	d	D	B	r	Кульки		Розрахункові параметри				Маса, кг	d <sub>залив</sub>	D <sub>залив</sub>	α, не менше	
					D <sub>v</sub>	Z	C	C <sub>0</sub>	H	n <sub>зр</sub>					об/хв
1000901	12	24	6	0,5	3,97	7	2660	1380		31500	0,01	14	22	2,0	
1000902*	15	28	7	0,5	3,18	12	2530	1510		25000	0,017	17	26	2,0	
1000903	17	30	7	0,5	3,5	11	2850	1680		25000	0,018	19	28	2,0	
1000904	20	37	9	0,5	5	10	5140	3120		20000	0,035	22	35	2,0	
1000905	25	42	9	0,5	5	12	5740	3750		16000	0,042	27	40	2,0	
1000906	30	47	9	0,5	5	13	5950	4060		16000	0,049	32	45	2,0	
1000907	35	55	10	1,0	5,95	13	8160	5760		12500	0,086	39	51	2,0	
1000908	40	62	12	1,0	6,35	14	9540	7060		12500	0,11	44	58	2,0	
1000909	45	68	12	1,0	7,14	13	12300	8290		10000	0,15	49	64	2,0	
1000911	55	80	13	1,5	6,35	18	12500	10200		8000	0,19	60	75	3,0	
1000912	60	85	13	1,5	7,14	19	12300	10800		8000	0,26	65	80	3,0	
1000913*	65	90	13	1,5	7,14	19	13700	12100		8000	0,28	70	85	3,0	
1000915	75	105	16	1,5	8,73	18	19100	17200		6300	0,38	80	100	3,0	
1000916	80	110	16	1,5	9,53	17	21600	19300		6300	0,43	85	105	3,0	
1000917*	85	120	18	2,0	9,53	18	25000	22600		5000	0,7	91	114	3,0	
1000918	90	125	18	2,0	10,32	18	25800	24000		5000	0,7	96	119	3,0	
1000919	95	130	18	2,0	10,32	18	25500	24000		5000	0,76	101	124	3,0	
1000920	100	140	20	2,0	10,32	19	35300	32300		5000	1,02	106	134	3,0	
1000921	105	145	20	2,0	12,7	17	36400	34300		4000	1,02	111	139	3,0	
1000922	110	150	20	2,0	11,51	19	31900	31500		4000	1,1	116	144	3,0	

Продовження табл. 2.1.

Умовні позначення підшипників	d	D	B	r	Кульки		Розрахункові параметри				Маса, кг	d <sub>залив</sub>	D <sub>залив</sub>	α, не менше	
					D <sub>v</sub>	Z	C	C <sub>0</sub>	H	n <sub>зр</sub>					об/хв
1000924	120	165	22	2,0	13,49	18	41600	41000		4000	1,4	127	159	3,0	
1000926	130	180	24	2,5	15,08	18	51100	51200		3150	1,86	137	172	4,0	
1000928	140	190	24	2,5	15,08	19	52300	54000		3150	2,1	147	182	4,0	
1000932	160	220	28	3	17,46	18	66800	68600		3150	3,1	168	211	4,0	
1000934	170	230	28	3	17,46	19	69800	76200		2500	3,2	178	221	4,0	
1000940*	200	280	38	3,5	23,81	17	112000	121000		2500	7,7	209	270	4,0	
1000944	220	300	38	3,5	22,23	20	107000	123000		2000	8,1	229	290	4,0	
1000948	240	320	38	3,5	22,23	22	112000	136000		2000	9,6	249	310	4,0	
1000956	280	380	46	3,5	30,16	18	164000	205000		1600	14,5	289	370	5,0	
1000964	320	440	56	4	36,51	18	217000	300000		1250	23	331	428	5,0	
Особливо легка серія діаметрів 1, серія ширин 7															
7000101	12	28	7	0,5	4,76	8	4000	2270		25000	0,018	14	26	2,0	
7000102	15	32	8	0,5	4,76	8	4060	2270		25000	0,025	17	30	2,0	
7000103	17	35	8	0,5	5,16	9	4680	2660		20000	0,036	19	33	2,0	
7000105	25	47	8	0,5	5,56	11	6570	4240		16000	0,06	29	43	2,0	
7000106	30	55	9	0,5	5,56	14	7560	5400		12500	0,10	32	53	2,0	
7000107	35	62	9	0,5	5,56	15	7740	5790		12500	0,11	37	60	2,0	
7000108	40	68	9	0,5	6,35	16	10300	8060		10000	0,13	42	66	2,0	
7000109	45	75	10	1,0	6,35	17	10500	8570		10000	0,17	49	71	2,0	
7000110	50	80	10	1,0	6,35	18	10800	9070		8000	0,18	54*	76	2,0	
7000111	55	90	11	1,0	7,14	17	12900	10800		8000	0,28	59	86	3,0	

Продовження табл. 2.1.

Умовні позначення підшипників	d	D	B	r	Кульки		Розрахункові параметри			Маса, кг	d <sub>зміст</sub>	D <sub>зміст</sub>	α, не менше	
					D <sub>в</sub>	Z	C	C <sub>0</sub>	H					n <sub>зр</sub> , об/хв
7000112	60	95	11	1,0	7,14	18	13200	11500	6300	0,29	64	91	3,0	
7000113	65	100	11	1,0	7,14	19	13500	12100	6300	0,34	69	96	3,0	
7000114	70	110	13	1,0	7,94	18	15800	14200	6300	0,45	74	106	3,0	
Особливо легка серія діаметрів 1, серія ширин 0														
17	7	19	6	0,5	3,97	6	2240	1180	31500	0,007	9	17	1,8	
18	8	22	7	0,5	3,97	7	2600	1380	31500	0,012	10	20	1,8	
100	10	26	8	0,5	4,76	7	3600	2000	31500	0,019	12	24	1,8	
101	12	28	8	0,5	4,76	8	4000	2270	25000	0,022	14	26	2,0	
104	20	42	12	1,0	6,35	9	7360	4540	16000	0,07	24	38,8	2,0	
105	25	47	12	1,0	6,35	10	7900	5040	12500	0,08	29	43,8	2,0	
106	30	55	13	1,5	7,14	11	10400	7020	12500	0,12	35	50	2,0	
107	35	62	14	1,5	7,94	11	12500	8660	10000	0,16	40	57	2,0	
108	40	68	15	1,5	7,94	12	13200	9450	10000	0,19	45	63	2,0	
109	45	75	16	1,5	8,73	13	16500	12400	10000	0,24	50	70	2,0	
110	50	80	16	1,5	8,73	12	16300	12400	8000	0,25	55	75	2,0	
111	55	90	18	2,0	10,32	13	22000	17300	8000	0,39	62	84	3,0	
112	60	95	18	2,0	11,1	12	24100	18300	6300	0,39	68	88	3,0	
113	65	100	18	2,0	10,32	15	24000	20000	6300	0,45	72	93	3,0	
114	70	110	20	2,0	12,3	13	30300	24600	6300	0,6	77	103	3,0	
115	75	115	20	2,0	12,3	14	30100	24600	6300	0,66	82	108	3,0	
116	80	125	22	2,0	13,5	14	37400	31900	5000	0,85	87	118	3,0	

Продовження табл. 2.1.

Умовні позначення підшипників	d	D	B	r	Кульки		Розрахункові параметри			Маса, кг	d <sub>зміст</sub>	D <sub>зміст</sub>	α, не менше	
					D <sub>в</sub>	Z	C	C <sub>0</sub>	H					n <sub>зр</sub> , об/хв
117	85	130	22	2,0	13,5	14	37100	31900	5000	0,91	92	123	3,0	
118	90	140	24	2,5	14,3	15	41100	35700	5000	1,2	98	132	3,0	
119	95	145	24	2,5	14,3	14	40800	35700	4000	1,21	103	137	3,0	
120	100	150	24	2,5	14,3	15	42300	38300	4000	1,29	108	142	3,0	
121	105	160	26	3,0	17,46	13	56600	49600	4000	1,6	114	151	3,0	
122	110	170	28	3,0	18,3	13	64300	58300	4000	2,0	119	161	3,0	
124	120	180	28	3,0	18,3	15	66600	62500	4000	2,05	129	171	3,0	
126	130	200	33	3,0	20,6	14	79700	74500	3150	3,7	139	191	4,0	
128	140	210	33	3,0	20,6	15	82700	79900	3150	3,9	150	200	4,0	
130	150	225	35	3,5	22,2	16	98600	98800	3150	4,2	162	212	4,0	
132	160	240	38	3,5	23,8	15	107000	106000	2500	6,4	172	227	4,0	
134	170	260	42	3,5	27	14	126000	127000	2500	8,6	182	247	4,0	
136	180	280	46	3,5	30,16	14	148000	159000	2500	11	192	267	4,0	
138	190	290	46	3,5	28,58	15	147000	159000	2000	11,43	202	278	4,0	
140	200	310	51	3,5	33,3	13	162000	181000	2000	14,4	212	298	4,0	
148	240	360	56	4	36,5	14	192000	233000	1600	22,4	254	346	4,0	
156	280	420	65	5	41,28	12	237000	319000	1250	33,6	298	402	5,0	
164	320	480	74	5	44,45	16	271000	395000	1250	48,2	338	462	5,0	
Легка серія діаметрів 2, серія ширин 0														
23	3	10	4	0,3	1,59	7	500	220	40000	0,001	4,2	8,5	1,8	
24	4	13	5	0,4	2,38	6	920	430	40000	0,003	5,5	11,2	1,8	



Продовження табл. 2.1.

Умовні позначення підшипників	d	D	B	r	Кульки		Розрахункові параметри				Маса, кг	d <sub>зміш</sub>	D <sub>зміш</sub>	α, не менше
					D <sub>v</sub>	Z	C	H	C <sub>0</sub>	n <sub>зр</sub> , об/хв				
25	5	16	5	0,5	3,18	6	1500	760	40000	0,005	6,5	14	1,8	
26	6	19	6	0,5	3,97	6	2210	1180	31500	0,008	8,2	17	1,8	
27	7	22	7	0,5	3,97	7	2560	1380	31500	0,013	9,2	19,5	1,8	
28	8	24	7	0,5	3,97	7	2620	1380	31500	0,019	10,2	22	1,8	
29	9	26	8	1,0	4,76	7	3570	2000	31500	0,019	12	22,5	1,8	
200	10	30	9	1,0	5,95	6	4690	2660	25000	0,03	14	26.	1,8	
201	12	32	10	1,0	5,56	7	4780	2700	25000	0,037	16	28	2,0	
202	15	35	11	1,0	5,95	8	5970	3540	20000	0,045	19	31	2,0	
203	17	40	12	1,0	7,14	7	7520	4470	20000	0,06	21	36	2,0	
204	20	47	14	1,5	7,94	8	10000	6300	16000	0,1	25	42	2,0	
205	25	52	15	1,5	7,94	9	11000	7090	12500	0,12	30	47	2,0	
206	30	62	16	1,5	9,53	9	15300	10200	12500	0,2	35	57.	2,0	
207	35	72	17	2,0	11,11	9	20100	13900	10000	0,29	42	65	2,0	
208	40	80	18	2,0	12,7	9	25600	18100	8000	0,36	46,5	73	2,0	
209	45	85	19	2,0	12,7	9	25700	18100	8000	0,41	52	78	2,0	
210	50	90	20	2,0	12,7	10	27500	20200	8000	0,47	57	83	2,0	
211	55	100	21	2,5	14,29	10	34000	25600	6300	0,6	64	91	3,0	
212	60	110	22	2,5	15,88	10	41100	31500	6300	0,8	68	101	3,0	
213	65	120	23	2,5	16,67	10	44900	34700	6300	0,98	73	111	3,0	
214	70	125	24	2,5	17,46	10	48800	38100	5000	1,08	78	116	3,0	
215	75	130	25	2,5	17,46	11	51900	41900	5000	1,18	83	121	3,0	

Продовження табл. 2.1.

Умовні позначення підшипників	d	D	B	r	Кульки		Розрахункові параметри				Маса, кг	d <sub>зміш</sub>	D <sub>зміш</sub>	α, не менше
					D <sub>v</sub>	Z	C	H	C <sub>0</sub>	n <sub>зр</sub> , об/хв				
216	80	140	26	3,0	19,05	10	57000	45400	5000	1,4	90	129	3,0	
217	85	150	28	3	19,84	11	65400	54100	5000	1,8	95	139	3,0	
218	90	160	30	3	22,23	10	75300	61700	4000	2,2	100	149	3,0	
219	95	170	32	3,5	23,81	10	85300	70900	4000	2,7	106	158	3,0	
220	100	180	34	3,5	25,4	10	95800	80600	4000	3,2	111	168	3,0	
221	105	190	36	3,5	26,99	10	104000	91000	4000	3,6	116	178	4,0	
222	110	200	38	3,5	28,58	10	113000	102000	3150	4,5	121	188	4,0	
224	120	215	40	3,5	30,16	10	122000	114000	3150	5,2	131	203	4,0	
226	130	230	40	4	28,58	11	120000	112000	3150	7,5	143	216	4,0	
228	140	250	42	4	28,58	11	126000	122000	2500	9,8	153	236	4,0	
230	150	270	45	4	33,34	11	149000	153000	2500	12,3	163	256	4,0	
232	160	290	48	4	34,92	11	158000	168000	2000	15,0	173	276	4,0	
234	170	310	52	5	41,28	10	189000	213000	2000	16,5	187	293	4,0	
236	180	320	52	5	38,1	11	178000	200000	2000	17,5	197	303	4,0	
238	190	340	55	5	41,28	11	200000	233000	1600	23,3	207	323	4,0	
244	220	400	65	5	44,5	11	220000	272000	1250	32,4	237	383	4,0	
Середня серія діаметрів 3, серія ширин 0														
34	4	16	5	0,5	3,18	6	1480	760	40000	0,005	6,2	13,4	1,8	
35	5	19	6	0,5	3,97	6	2170	1180	31500	0,008	7,2	16,4	1,8	
300	10	35	11	1	7,14	6	6360	3830	25000	0,05	14,0	30,8	1,8	
301	12	37	12	1,5	7,94	6	7630	4730	20000	0,06	17,0	31,2	2,0	

Продовження табл. 2.1.

Умовні позначення підшипників	d	D	B	r	Кульки		Розрахункові параметри			Маса, кг	d <sub>зміш</sub>	D <sub>зміш</sub>	α, не менше	
					D <sub>v</sub>	Z	C	C <sub>0</sub>						n <sub>зр</sub> , об/хв
								H	C <sub>0</sub>					
302	15	42	13	1,5	7,94	7	8900	5510	20000	0,08	20,0	36,2	2,0	
303	17	47	14	1,5	9,53	6	10900	6800	16000	0,11	22	41,2	2,0	
304	20	52	15	2	9,53	7	12500	7940	16000	0,14	26,5	45	2,0	
305	25	62	17	2	11,51	7	17600	11600	12500	0,23	31,5	55	2,0	
306	30	72	19	2	12,3	8	22000	15100	10000	0,34	36,5	65	2,0	
307	35	80	21	2,5	14,29	7	26200	17900	10000	0,44	43	71	2,0	
308	40	90	23	2,5	15,08	8	31900	22700	8000	0,63	48	81	2,0	
309	45	100	25	2,5	17,46	8	37800	26700	8000	0,83	53	91	2,0	
310	50	110	27	3	19,05	8	48500	36300	6300	1,08	60	99	2,0	
311	55	120	29	3	20,64	8	56000	42600	6300	1,35	64,4	111	3,0	
312	60	130	31	3,5	22,23	8	64100	49400	5000	1,70	71	118	3,0	
313	65	140	33	3,5	23,81	8	72700	56700	5000	2,11	76	128	3,0	
314	70	150	35	3,5	25,4	8	81700	64500	5000	2,6	81	138	3,0	
315	75	160	37	3,5	26,99	8	89000	72800	4000	3,1	86	148	3,0	
316	80	170	39	3,5	28,58	8	96500	81700	4000	3,6	91	158	3,0	
317	85	180	41	4	30,16	8	104000	91000	4000	4,3	98	166	3,0	
318	90	190	43	4	31,75	8	112000	101000	4000	5,1	103	176	3,0	
319	95	200	45	4	33,34	8	120000	111000	3150	5,7	109	186	3,0	
320	100	215	47	4	36,51	8	136000	133000	3150	7,0	113	201	3,0	
321	105	225	49	4	38,1	8	144000	145000	3150	8,2	118	211	3,0	
322	110	240	50	4	41,28	8	161000	170000	3150	9,8	123	226	3,0	

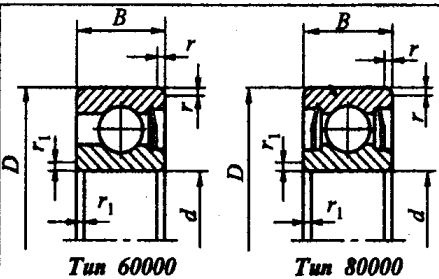
Продовження табл. 2.1.

Умовні позначення підшипників	d	D	B	r	Кульки		Розрахункові параметри			Маса, кг	d <sub>зміш</sub>	D <sub>зміш</sub>	α, не менше	
					D <sub>v</sub>	Z	C	C <sub>0</sub>						n <sub>зр</sub> , об/хв
								H	C <sub>0</sub>					
324	120	260	55	4	42,86	8	170000	184000	2500	12,3	133	246	4,0	
326	130	280	58	5	44,45	8	180000	198000	2000	15,2	147	263	4,0	
330	150	320	65	5	50,8	8	217000	258000	2000	27,6	167	303	4,0	
Важка серія діаметрів 4, серія ширин 0														
403	17	62	17	2	12,7	6	17800	12100	12500	0,27	24	53	2,0	
405	25	80	21	2,5	16,67	6	29200	20800	10000	0,5	33,4	70	2,0	
406	30	90	23	2,5	19,05	6	37200	27200	8000	0,72	38,4	80	2,0	
407	35	100	25	2,5	20,64	6	43600	31900	8000	0,93	43,4	90	2,0	
408	40	110	27	3	22,23	6	50300	37000	6300	1,2	49,4	97	2,0	
409	45	120	29	3	23,02	7	60400	46400	6300	1,52	54,4	107	2,0	
410	50	130	31	3,5	25,4	7	68500	53000	5000	1,91	63	116	2,0	
411	55	140	33	3,5	26,99	7	78700	63700	5000	2,3	68	126	3,0	
412	60	150	35	3,5	28,58	7	85600	71400	4000	2,8	73	136	3,0	
413	65	160	37	3,5	30,16	7	92600	79600	4000	3,4	78	146	3,0	
414	70	180	42	4	34,93	7	113000	107000	4000	5,3	85	164	3,0	
416	80	200	48	4	38,1	7	128000	127000	3150	7,0	95	184	3,0	
417	85	210	52	5	39,69	7	136000	138000	3150	8,0	105	190	3,0	

Приклад умовного позначення підшипника за ГОСТ 8338-75 з умовним позначенням 315:

Підшипник 315 ГОСТ 8338-75

Таблиця 2.2. Кулькові підшипники радіальні однорядні з однією і двома захисними шайбами



Розрахункові параметри підшипників типів 60000 і 80000 такі ж, як і для підшипників типу 0000 з такими самими габаритними розмірами (див. табл. 2.1) при роботі з пластичним мастилом.

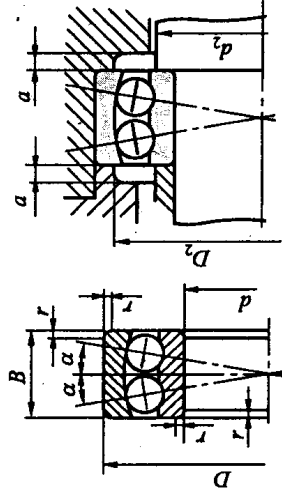
Розміри, мм.

Умовні позначення підшипників для типів		d	D	B	r	r <sub>1</sub>
60000	80000					
<b>Особливо легка серія 1</b>						
60018	80018	8	22	7	0,5	0,3
60104	80104	20	42	12	1	1
60106	80106	30	55	13	1,5	1,5
-	80108	40	65	15	1,5	1,5
60120	-	100	150	24	2,5	2,5
<b>Легка серія 2</b>						
60024	80024	4	13	5	0,3	0,3
60025	-	5	16	5	0,5	0,3
60026	-	6	19	6	0,5	0,3
60027	80027	7	22	7	0,5	0,3
60029	80029	9	26	8	1	0,5
60200	80200	10	30	9	1	0,5
60201	80201	12	32	10	1	0,5
60202	80202	15	35	11	1	0,5
60203	80203	17	40	12	1	1
60204	80204	20	47	14	1,5	1,5
60205	80205	25	52	15	1,5	1,5
60206	80206	30	62	16	1,5	1,5
60207	-	35	72	17	2,0	2,0
60208	80208	40	80	18	2,0	2,0
60209	80209	45	85	19	2,0	2,0
60210	-	50	90	20	2,0	2,0

Продовження табл. 2.2.

Умовні позначення підшипників для типів		d	D	B	r	r <sub>1</sub>
60000	80000					
-	80211	55	100	21	2,5	2,5
60212	80212	60	110	22	2,5	2,5
-	80213	65	120	23	2,5	2,5
60214	-	70	125	24	2,5	2,5
-	80215	75	130	25	2,5	2,5
-	80218	90	160	30	3	3
60220	-	100	180	34	3,5	3,5
<b>Середня серія 3</b>						
60302	-	15	42	13	1,5	1,5
60303	-	17	47	14	1,5	1,5
60304	-	20	52	15	2,0	2,0
60305	-	25	62	17	2,0	2,0
60306	-	30	72	19	2,0	2,0
60307	-	35	80	21	2,5	2,5
60308	-	40	90	23	2,5	2,5
60309	-	45	100	25	2,5	2,5
60310	-	50	110	27	3,0	3,6
60311	-	55	120	29	3,0	3,0
60314	-	70	150	35	3,5	3,5
<p>Приклад умовного позначення підшипника за ГОСТ 7242-81 з умовним позначенням 60310:</p> <p style="text-align: center;"><i>Підшипник 60310 ГОСТ 7242-81</i></p>						

Таблиця 2.3. Кулькові підшипники радіальні дворядні сферичні



Тип 10000

Еквівалентне радіальне навантаження на підшипник:

— динамічне:  $F_E = F_r + YF_a$ , якщо  $F_d/F_r \leq e$ ,

$F_E = 0,65F_r + YF_a$ , якщо  $F_d/F_r > e$ ;

— статичне:  $F_{0E} = F_r + Y_0F_a$ ,

якщо  $F_{0E} < F_r$ , то приймає  $F_{0E} = F_r$ .

Розміри, мм.

Умовні позначення підшипників	d	D	B	r	$\alpha^\circ$	Кульки		Розрахункові параметри			e	Y		Y <sub>0</sub>	Маса, кг	D <sub>динам</sub>	D <sub>стат</sub>	a	
						D <sub>w</sub>	Z	C	C <sub>0</sub>	H		n <sub>зр</sub> об/хв	F <sub>a</sub> ≤ e / F <sub>r</sub>						F <sub>a</sub> > e / F <sub>r</sub>
Легка серія																			
1005	5	19	6	0,5	12	3,18	8	1990	540	31500	0,34	1,87	2,9	1,96	0,009	7,2	16,4	1,8	
1006	6	19	6	0,5	13	3,18	8	1950	540	31500	0,34	1,87	2,9	1,96	0,009	8,2	17	1,8	
1007	7	22	7	0,5	13	3,18	10	2100	670	31500	0,33	1,89	2,92	1,98	0,014	9,2	19,5	1,8	
1008	8	22	7	0,5	13	3,18	10	2060	670	31500	0,33	1,89	2,92	1,98	0,014	10	20	1,8	
1009	9	26	8	1,0	13	3,97	9	2970	940	31500	0,33	1,87	2,89	1,95	0,022	12	22,5	1,8	
1200	10	30	9	1,0	12	4,76	9	4240	1360	25000	0,32	1,96	3,03	2,05	0,033	14	26	1,8	
1201	12	32	10	1,0	13	4,76	10	4330	1510	25000	0,33	1,88	2,92	1,97	0,04	16	28	2,0	

Продовження табл. 2.3.

Умовні позначення підшипників	d	D	B	r	$\alpha^\circ$	Кульки		Розрахункові параметри			e	Y		Y <sub>0</sub>	Маса, кг	D <sub>динам</sub>	D <sub>стат</sub>	a	
						D <sub>w</sub>	Z	C	C <sub>0</sub>	H		n <sub>зр</sub> об/хв	F <sub>a</sub> ≤ e / F <sub>r</sub>						F <sub>a</sub> > e / F <sub>r</sub>
1202	15	35	11	1,0	12	5,56	10	5790	2050	20000	0,33	1,90	2,94	1,99	0,05	19	31	2,0	
1203	17	40	12	1,5	12	5,56	12	6130	2470	20000	0,31	2,05	3,18	2,15	0,07	21	36	2,0	
1204	20	47	14	1,5	10	6,35	12	7720	3240	16000	0,27	2,31	3,57	2,42	0,12	25	42	2,0	
1205	25	52	15	1,5	10	7,14	12	9440	4100	16000	0,27	2,32	3,6	2,44	0,14	30	47	2,0	
1206	30	62	16	1,5	9	7,94	14	12200	5920	12500	0,24	2,58	3,99	2,7	0,22	35	57	2,0	
1207	35	72	17	2,0	9	7,94	16	12300	6780	10000	0,23	2,74	4,24	2,87	0,32	42	65	2,0	
1208	40	80	18	2,0	8	8,73	17	15100	8720	10000	0,22	2,87	4,44	3,01	0,42	46,5	73	2,0	
1209	45	85	19	2,0	8	9,53	16	17000	9770	8000	0,21	2,97	4,6	3,11	0,47	52	78	2,0	
1210	50	90	20	2,0	8	9,53	18	17700	11000	8000	0,21	3,13	4,85	3,28	0,53	57	83	2,0	
1211	55	100	21	2,5	7	0,32	19	21000	13600	6300	0,2	3,2	5,0	3,39	0,71	63	91	3,0	
1212	60	110	22	2,5	7	1,11	19	23800	15800	6300	0,19	3,4	5,27	3,57	0,88	68	101	3,0	
1213	65	120	23	2,5	6	11,11	21	24400	17500	6300	0,17	3,7	5,73	3,88	1,15	74	111	3,0	
1214	70	125	24	2,5	7	11,90	20	27000	19100	5000	0,18	3,5	5,43	3,68	1,26	78	116	3,0	
1215	75	130	25	2,5	7	12,7	20	30500	21800	5000	0,18	3,6	5,57	3,77	1,36	83	121	3,0	
1216	80	140	26	3,0	6	12,7	22	31400	24000	5000	0,16	3,9	6,10	4,13	1,67	90	129	3,0	
1217	85	150	28	3,0	6	14,29	21	38700	29000	4000	0,17	3,69	5,71	3,87	2,10	95	139	3,0	
1218	90	160	30	3,0	6	15,86	19	44700	32400	4000	0,17	3,76	5,82	3,94	2,50	100	149	3,0	
1220	100	180	34	3,5	7	17,46	20	54400	41200	4000	0,17	3,63	5,63	3,81	3,7	111	168	3,0	

Продовження табл. 2.3.

Умовні позначення підшипників	d	D	B	r	$\alpha^\circ$	Кульки		Розрахункові параметри			Y		Маса, кг	D <sub>вн</sub>	a			
						D <sub>вн</sub>	Z	C	C <sub>0</sub>	n <sub>зр</sub> об/хв	e	$\frac{F_{k \leq e}}{F_r}$				$\frac{F_{k > e}}{F_r}$	Y <sub>0</sub>	
																		H
1221	105	190	36	3,5	7	18,26	20	58700	45000	3150	0,18	3,59	5,56	3,76	4,4	116	178	3,0
1222	110	200	38	5,5	7	19,84	20	69400	53200	3150	0,17	3,64	5,64	3,82	5,2	121	188	3,0
1224	120	215	42	3,5	1	23,02	19	93700	71500	2500	0,19	3,27	5,05	3,42	6,8	131	203	3,0
Легка широка серія																		
1500	10	30	14	1	14	5,56	9	6020	1730	25000	0,65	0,97	1,5	1,02	0,04	14	26	1,8
1506	30	62	20	1,5	15	7,94	14	11900	5810	10000	0,39	1,59	2,47	1,67	6,26	35	57	2,0
1507	35	72	23	2,0	14	9,35	14	16900	8380	10000	0,37	1,69	2,62	1,77	0,40	42	65	2,0
1508	40	80	23	2,0	13	9,53	16	17500	9640	8000	0,33	1,90	2,94	1,99	0,51	46,5	73	2,0
1509	45	85	23	2,0	12	9,53	18	18200	10900	8000	0,31	2,06	3,19	2,16	0,55	52	78	2,0
1510	50	90	23	2,0	11	9,53	19	18200	11500	6300	0,29	2,2	3,41	2,31	0,59	57	83	2,0
1515	75	130	31	2,5	10	13,49	20	34900	24500	4000	0,24	2,67	4,13	2,79	1,75	83	121	3
1516	80	140	33	3,0	10	14,29	20	38300	27400	4000	0,25	2,49	3,85	2,61	2,0	90	129	3
1517	85	150	36	3,0	10	15,88	19	45700	32100	3150	0,25	2,48	3,84	2,60	2,5	95	139	3
Середня серія																		
1300	10	35	11	1	12	5,56	9	5690	1840	20000	0,33	1,91	2,96	2,0	0,06	14,0	30,8	1,8
1301	12	37	12	1,5	13	6,35	9	7390	2400	20000	0,35	1,81	2,8	1,9	0,07	17,0	31,2	2,0
1302	15	42	13	1,5	13	6,35	10	7370	2680	20000	0,33	1,89	2,92	1,98	0,09	20,0	36,2	2,0
1303	17	47	14	1,5	12	7,14	11	9730	3730	16000	0,33	1,92	2,97	2,01	0,13	22,0	41,2	2,0

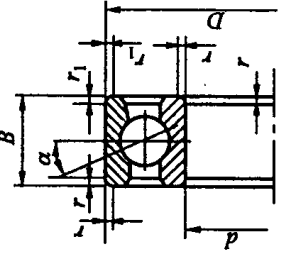
Продовження табл. 2.3.

Умовні позначення підшипників	d	D	B	r	$\alpha^\circ$	Кульки		Розрахункові параметри			Y		Маса, кг	D <sub>вн</sub>	a			
						D <sub>вн</sub>	Z	C	C <sub>0</sub>	n <sub>зр</sub> об/хв	e	$\frac{F_{k \leq e}}{F_r}$				$\frac{F_{k > e}}{F_r}$	Y <sub>0</sub>	
																		H
1304	20	52	15	2,0	11	7,14	12	9760	4090	12500	0,29	2,17	3,35	2,27	0,16	26,5	45	2,0
1305	25	62	17	2,0	11	8,73	12	14100	6120	10000	0,28	2,26	3,49	2,36	0,26	31,5	55	2,0
1306	30	72	19	2,0	10	9,53	13	16800	7900	10000	0,26	2,46	3,80	2,58	0,39	36,5	65	2,0
1307	35	80	21	2,5	9	10,32	14	20000	10000	8000	0,25	2,57	3,98	2,69	0,50	43,0	71	2,0
1308	40	90	23	2,5	10	11,11	15	23300	12400	8000	0,23	2,61	4,05	2,74	0,70	48	81	2,0
1309	45	100	25	2,5	9	12,7	15	30000	16200	6300	0,25	2,54	3,93	2,66	0,96	53	91	2,0
1310	50	110	27	3,0	9	14,29	13	34100	17800	6300	0,24	2,68	4,14	2,80	1,21	55	99	2,0
1311	55	120	29	3,0	9	15,08	15	40600	22900	5000	0,23	2,70	4,17	2,82	1,58	64,4	111	3,0
1312	60	130	31	3,5	9	15,88	16	45800	27100	5000	0,23	2,80	4,33	2,93	1,96	71,0	118	3,0
1313	65	140	33	3,5	9	16,67	16	49200	29900	5000	0,23	2,79	4,31	2,92	2,5	76	128	3,0
1314	70	150	35	3,5	8	18,26	16	58600	35900	4000	0,22	2,81	4,35	2,95	3,0	81	138	3,0
1315	75	160	37	3,5	8	19,05	16	62400	39100	4000	0,22	2,84	4,39	2,97	3,6	86	148	3,0
1316	80	170	39	3,5	8	20,64	15	69900	43000	4000	0,22	2,92	4,52	3,06	4,3	91	158	3,0
1317	85	180	41	4,0	8	21,43	16	77200	49500	4000	0,22	2,90	4,49	3,04	5,1	98	166	3,0
1318	90	190	43	4,0	8	23,81	15	91800	57200	3150	0,22	2,82	4,36	2,95	5,7	103	176	3,0
1320	100	215	47	4,0	9	26,99	15	113000	73400	3150	0,24	2,67	4,14	2,8	8,3	113	202	3,0
Середня широка серія																		
1605	25	62	24	2,0	17	10,32	11	18900	7600	10000	0,47	1,34	2,07	1,4	0,34	31,5	55	2,0

Умовні позначення підшипників	d	D	B	r	$\alpha^\circ$	Кульки		Розрахункові параметри			e	Y		Y <sub>0</sub>	Маса, кг	D <sub>вн</sub>	D <sub>зовн</sub>	a
						D <sub>v</sub>	Z	C	C <sub>0</sub>	n <sub>оп</sub> об/хв		F <sub>a</sub> ≤ e	F <sub>a</sub> > e					
1606	30	72	27	2,0	16	11,91	11	24400	10200	10000	0,44	1,43	2,22	1,5	0,5	36,5	65	2,0
1607	35	80	31	2,5	17	13,49	11	30500	13000	8000	0,46	1,36	2,11	1,43	0,68	43	71	2,0
1608	40	90	33	2,5	16	14,29	12	34900	16000	6300	0,43	1,46	2,25	1,52	0,93	48	81	2,0
1609	45	100	36	2,5	16	15,81	12	42300	19800	6300	0,42	1,51	2,33	1,58	1,23	53	91	2,0
1610	50	110	40	3,0	16	17,46	12	50000	23900	6300	0,43	1,48	2,29	1,55	1,64	60	100	2,0
1611	55	120	43	3,0	15	19,05	12	58600	28600	5000	0,41	1,52	2,36	1,6	2,1	64,4	111	3,0
1612	60	130	46	3,5	15	20,64	12	67700	33600	5000	0,41	1,56	2,41	1,63	2,6	71	118	3,0
1613	65	140	48	3,5	14	21,43	13	75300	39300	4000	0,38	1,65	2,55	1,73	3,2	76	128	3,0
1614	70	150	51	3,5	14	23,02	13	85700	45400	4000	0,38	1,68	2,59	1,76	3,92	81	138	3,0
1616	80	170	58	3,5	14	26,99	13	107000	58800	3150	0,37	1,68	2,61	1,76	6,1	91	158	3,0

Приклад умовного позначення підшипника за ГОСТ 5720-75 з умовним позначенням 1204:  
**Підшипник 1204 ГОСТ 5720-75**

Таблиця 2.4. Кулькові підшипники радіально-упорні однорядні



Типи 36000 ( $\alpha=12^\circ$ )  
 46000 ( $\alpha=26^\circ$ )  
 66000 ( $\alpha=36^\circ$ )

**Тип 36000**

$\frac{F_a}{F_r} \leq 0,68$	X	Y	0	0,41	0,87	0,5	0,37	e		$\frac{F_a}{C_0}$	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		X <sub>0</sub>	Y <sub>0</sub>
								X	Y		X	Y	X	Y		
1,0	0	0,41	0,87	0,5	0,37	0,11	0,45	1,0	0	0,46	1,22	1,81	1,34	0,5	0,46	
						0,17	0,48			1,13	1,62					
						0,29	0,52			1,04	1,46					
						0,43	0,54			1,01	1,34					
						0,57	0,54			1,00	1,22					

**Тип 46000**

$\frac{F_a}{F_r} \leq 0,68$	X	Y	0	0,41	0,87	0,5	0,37	e		$\frac{F_a}{C_0}$	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		X <sub>0</sub>	Y <sub>0</sub>
								X	Y		X	Y				
1,0	0	0,41	0,87	0,5	0,37	0,11	0,45	1,0	0	0,46	1,22	1,81	1,34	0,5	0,46	
						0,17	0,48			1,13	1,62					
						0,29	0,52			1,04	1,46					
						0,43	0,54			1,01	1,34					
						0,57	0,54			1,00	1,22					

**Тип 66000**

$\frac{F_a}{F_r} \leq 0,99$	X	Y	X	Y	X <sub>0</sub>	Y <sub>0</sub>	e		$\frac{F_a}{C_0}$	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		X <sub>0</sub>	Y <sub>0</sub>
							X	Y		X	Y				
1,0	0	0,36	0,64	0,5	0,28	0,11	0,45	1,0	0	0,46	1,22	1,81	1,34	0,5	0,46
						0,17	0,48			1,13	1,62				
						0,29	0,52			1,04	1,46				
						0,43	0,54			1,01	1,34				
						0,57	0,54			1,00	1,22				

Еквівалентне радіальне навантаження на підшипник:  
 - динамічне:  $F_E = XF_r + YF_{as}$   
 - статичне:  $F_{0E} = X_0F_r + Y_0F_{as}$   
 якщо  $F_{0E} < F_r$ , то приймати  $F_{0E} = F_r$ .

Продовження табл. 2.4.

Умовні позначення підшипників для типів	d	D	B	r	r <sub>1</sub>	Кульки		Розрахункові параметри						Маса, кг
						D <sub>v</sub>	Z	C		C <sub>0</sub>		n <sub>зр</sub> об/хв		
								Тип 36000	Тип 46000	Тип 36000	Тип 46000	Тип 36000	Тип 46000	
Особливо легка серія														
36100*	10	26	8	0,5	0,3	4,76	9	4170	—	2500	—	40000	—	0,03
36103*	17	35	10	0,5	0,3	5,16	11	5710	—	3580	—	25000	—	0,04
36104*	20	42	12	1	0,3	6,35	11	8300	—	5420	—	20000	—	0,068
—	46106	30	55	1,5	0,5	7,14	18	—	11200	—	8030	—	12500	0,18
—	46108	40	68	1,5	0,5	7,94	16	—	14600	—	11300	—	10000	0,22
—	46109	45	75	1,5	0,5	8,31	16	—	17300	—	13700	—	10000	0,28
—	46111	55	90	1,5	0,5	8,31	18	—	25200	—	21500	—	8000	0,38
—	46112	60	95	1,5	0,5	8,31	18	—	28800	—	25000	—	8000	0,48
—	46114	70	110	2,0	1,0	11,11	18	—	35600	—	32300	—	6300	0,72
—	46115	75	115	2,0	1,0	12,3	20	—	35300	—	32300	—	6300	0,78
—	46116	80	125	2,0	1,0	13,49	20	—	43200	—	40900	—	6300	0,9
—	45117	85	130	2,2	2,0	13,49	21	—	44300	—	43000	—	5000	1,04
—	46118	90	140	2,4	2,5	14,29	21	—	47400	—	45900	—	5000	1,43
—	46120	100	150	2,4	2,5	15,08	22	—	50200	—	48500	—	5000	1,56
—	46122	110	170	2,8	3,0	18,26	20	—	74400	—	74900	—	4000	2,37
—	46124	120	180	2,8	3,0	18,26	22	—	78300	—	82400	—	4000	2,38
—	46126	130	200	3,3	3,0	20,64	22	—	98100	—	105000	—	4000	4,14
—	46130	150	225	3,5	3,5	22,23	22	—	111000	—	122000	—	3150	4,98

Продовження табл. 2.4.

Умовні позначення підшипників для типів	d	D	B	r	r <sub>1</sub>	Кульки		Розрахункові параметри						Маса, кг
						D <sub>v</sub>	Z	C		C <sub>0</sub>		n <sub>зр</sub> об/хв		
								Тип 36000	Тип 46000	Тип 36000	Тип 46000	Тип 36000	Тип 46000	
Легка серія														
36201	12	32	10	1,0	0,3	5,5	9	5580	—	3400	—	31500	—	0,04
36202	15	35	11	1,0	0,3	5,95	10	6380	6070	3900	3580	25000	20000	0,045
36203	17	40	12	1,0	0,3	7,1	10	9430	9000	6240	5730	25000	20000	0,06
36204	20	47	14	1,5	0,5	7,94	11	12300	11600	8470	7790	20000	16000	0,1
36205	25	52	15	1,5	0,5	7,94	12	13100	12400	9240	8500	16000	12500	0,12
36206	30	62	16	1,5	0,5	9,53	12	18200	17200	13300	12200	12500	10000	0,19
36207	35	72	17	2,0	1,0	11,11	12	24000	22700	18100	16600	12500	10000	0,27
36208	40	80	18	2,0	1,0	12,7	12	30600	28900	23700	21700	10000	8000	0,37
36209	45	85	19	2,0	1,0	12,7	13	32300	30400	25600	23600	10000	8000	0,42
36210	50	90	20	2,0	1,0	12,7	14	33900	31800	27600	25400	8000	8000	0,47
36211	55	100	21	2,5	1,2	14,29	14	41900	39400	34900	32100	8000	6300	0,58
36212	60	110	22	2,5	1,2	15,88	14	48200	45400	40100	36800	6300	6300	0,77
—	46213	65	120	2,5	1,2	16,67	15	—	54400	—	46800	—	6300	0,98
36214	70	125	24	2,5	1,2	17,46	15	6300	—	55900	—	6300	—	1,04
—	46215	75	130	2,5	1,2	17,46	16	—	61500	—	54800	—	5000	1,39

Продовження табл. 2.4.

Умовні позначення підшипників для типів	Розрахункові параметри										Маса, кг										
	d	D	B	r	r <sub>1</sub>	Кульки		C		n <sub>зр</sub> , об/хв											
						D <sub>*</sub>	Z	Тип	H	Тип		Тип	Тип								
36000	46000																				
36216	46216	80	140	26	3,0	1,5	19,05	15	73500	68900	66600	61200	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	1,68
36217	46217	85	150	28	3,0	1,5	19,84	15	79000	74000	72200	66400	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	1,88
36218	46218	90	160	30	3,0	1,5	22,23	14	92800	87100	84600	77700	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	2,2
36219	-	95	170	32	3,5	2,0	23,81	15	110000	-	104000	-	4000	-	4000	-	4000	-	4000	-	2,6
-	46220	100	180	34	3,5	2,0	25,44	15	-	116000	-	109000	-	109000	-	109000	-	109000	-	3150	3,2
-	46222	110	200	38	3,5	2,0	28,57	15	-	137000	-	138000	-	138000	-	138000	-	138000	-	3150	4,5
-	46224*	120	215	40	3,5	2,9	30,16	15	-	148000	-	153000	-	153000	-	153000	-	153000	-	3150	6,45
-	46226	130	230	40	4,0	2,0	28,57	17	-	147000	-	156000	-	156000	-	156000	-	156000	-	3150	7,4
-	46230*	150	270	45	4,0	2,0	33,3	17	-	182000	-	212000	-	212000	-	212000	-	212000	-	2500	12,9
36234*	46234	170	310	52	5,0	2,5	41,28	16	254000	238000	333000	306000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	16,5
36236*	-	180	320	52	5,0	2,5	38,1	16	234000	-	302000	-	2000	-	2000	-	2000	-	2000	-	17,5
36240	46240*	200	360	58	5,0	2,5	41,28	16	261000	244000	354000	325000	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	24
-	46244	220	400	65	5,0	2,5	44,45	16	-	258000	-	355000	-	355000	-	355000	-	355000	-	1250	36

## Середня серія

-	46303*	17	47	14	1,5	0,5	9,53	8	-	12600	-	8150	-	16000	-	16000	-	16000	-	16000	0,11
-	46304*	20	52	15	2,0	1,0	9,53	9	-	14000	-	9170	-	16000	-	16000	-	16000	-	16000	0,17
-	46305	25	62	17	2,0	1,0	11,51	10	-	21100	-	14900	-	10000	-	10000	-	10000	-	10000	0,23
-	46306	30	72	19	2,0	1,0	12,3	11	-	25600	-	18700	-	10000	-	10000	-	10000	-	10000	0,35
-	46307	35	80	21	2,5	1,2	14,29	11	-	33400	-	25200	-	8000	-	8000	-	8000	-	8000	0,44

Продовження табл. 2.4.

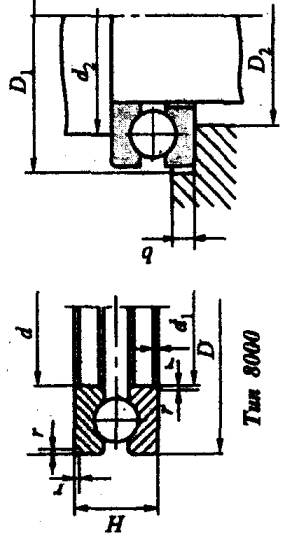
Умовні позначення підшипників для типів	Розрахункові параметри										Маса, кг											
	d	D	B	r	r <sub>1</sub>	Кульки		C		n <sub>зр</sub> , об/хв												
						D <sub>*</sub>	Z	Тип	H	Тип		Тип	Тип									
46000	66000																					
46308	-	40	90	23	2,5	1,2	15,08	12	39200	-	30700	-	8000	-	8000	-	8000	-	8000	-	0,63	
46309	-	45	100	25	2,5	1,2	17,46	11	48100	-	37700	-	6300	-	6300	-	6300	-	6300	-	0,83	
46310	-	50	110	27	3,0	1,5	19,09	11	56300	-	44800	-	6390	-	6390	-	6390	-	6390	-	1,08	
46311*	66311*	55	120	29	3,0	1,5	20,64	12	68900	60600	57400	47400	6300	6300	6300	5000	5000	5000	5000	5000	1,45	
46312	-	60	130	31	3,5	2,0	22,23	12	78800	-	66600	-	6300	-	6300	-	6300	-	6300	-	1,71	
46313	-	65	140	33	3,5	2,0	23,81	12	89000	-	76400	-	5000	-	5000	-	5000	-	5000	-	2,09	
46314	66314	70	150	35	3,5	2,0	25,4	12	100000	93300	87000	78300	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	3,3	
46318	-	90	190	43	4,0	2,0	31,75	12	129000	-	125000	-	3150	-	3150	-	3150	-	3150	-	5,0	
46320	-	100	215	47	4,0	2,0	36,51	12	167000	-	180000	-	3150	-	3150	-	3150	-	3150	-	8,14	
-	66322	110	240	50	4,0	2,0	41,28	11	-	174000	-	190000	-	2500	-	2500	-	2500	-	2500	11,0	
46330	66330	150	320	65	5,0	2,5	44,4	13	280000	246000	377000	313000	2000	2000	2000	1600	1600	1600	1600	1600	26,0	
-	66406*	30	90	23	2,5	1,2	16,67	10	-	38400	-	28100	-	6300	-	6300	-	6300	-	6300	0,77	
-	66407	35	100	25	2,5	1,2	18,26	10	-	45400	-	33700	-	6300	-	6300	-	6300	-	6300	1,05	
-	66408	40	110	27	3,0	1,5	20,64	10	-	52700	-	38800	-	5000	-	5000	-	5000	-	5000	1,37	
-	66409	45	120	29	3,0	1,5	23,02	10	-	64000	-	48200	-	5000	-	5000	-	5000	-	5000	1,75	
-	66410	50	130	31	3,5	2,0	24,61	10	-	77600	-	61200	-	3150	-	3150	-	3150	-	3150	2,17	
-	66412	60	150	35	3,5	2,0	26,99	11	-	98000	-	81000	-	2500	-	2500	-	2500	-	2500	3,52	
-	66414	70	180	42	4	2,0	36,51	10	-	119000	-	111000	-	1600	-	1600	-	1600	-	1600	5,7	
-	66418	90	225	54	5	2,5	41,28	10	-	163000	-	172000	-	1250	-	1250	-	1250	-	1250	12,0	

Приклад умовного позначення підшипника за ГОСТ 831-75 з умовним позначенням 46205:

Підшипник 46205 ГОСТ 831-75



Таблиця 2.5. Кулькові підшипники упорні одинарні



Тип 8000

Еквівалентне осьове навантаження на підшипник:  
 - динамічне  $F_E = F_d$ ;  
 - статичне  $F_{0E} = F_s$ ;

Розміри, мм.

Умовні позначення підшипників	d	D	H	d <sub>1</sub>	r	Кульки		Розрахункові параметри			Маса, кг	D <sub>2max</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2min</sub>	
						D <sub>2</sub>	Z	C	C <sub>0</sub>	H					n <sub>зр</sub> об/хв
Особливо легка серія діаметрів 1															
8100	10	24	9	10,2	0,5	4,76	10	6580	11300	8000	0,02	19	15	24,5	2
8101	12	26	9	12,2	0,5	4,76	11	6970	12500	8000	0,02	21	17	26,5	2
8102	15	28	9	15,2	0,5	4,76	12	7430	13600	8000	0,024	23	20	28,5	2
8103	17	30	9	17,2	0,5	4,76	14	8220	15900	6300	0,03	25	22	30,5	2
8104	20	35	10	20,2	0,5	5,56	14	11000	21600	6300	0,04	29	26	35,5	2
8105	25	42	11	25,2	1	5,56	17	12500	26200	6300	0,06	35	32	42,5	3
8106	30	47	11	30,2	1	5,56	19	13800	29300	5000	0,07	40	37	47,5	3
8107	35	52	12	35,2	1	6,25	20	16800	37200	5000	0,084	45	43	52,5	3

Продовження табл. 2.5.

Умовні позначення підшипників	d	D	H	d <sub>1</sub>	r	Кульки		Розрахункові параметри			Маса, кг	D <sub>2max</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2min</sub>	
						D <sub>2</sub>	Z	C	C <sub>0</sub>	H					n <sub>зр</sub> об/хв
8108	40	60	13	40,2	1	7,14	20	23000	51000	5000	0,12	52	48	60,5	3
8109	45	65	14	45,2	1	7,14	22	24300	56100	4000	0,15	57	53	65,5	3
8110	50	70	14	50,2	1	7,14	24	25700	61200	4000	0,16	62	58	70,5	3
8111	55	78	16	55,2	1	8,5	23	34200	83000	4000	0,24	69	64	78,5	3
8112	60	85	17	60,2	1,5	8,73	24	37500	91500	3150	0,29	75	70	85,5	4
8113	65	90	18	65,2	1,5	9,53	23	42800	104000	3150	0,34	80	75	90,5	4
8114	70	95	18	70,2	1,5	9,53	25	46000	113000	3150	0,36	85	80	95,5	4
8115	75	100	19	75,2	1,5	9,53	26	47400	118000	2500	0,42	90	85	101	4
8116	80	105	19	80,2	1,5	9,53	27	48700	122000	2500	0,43	95	90	106	4
8117	85	110	19	85,2	1,5	9,53	29	59000	132000	2500	0,46	100	95	111	4
8118	90	120	22	90,2	1,5	11,11	26	61800	161000	2500	0,68	108	102	121	6
8120	100	135	25	100,2	1,5	12,7	27	81600	218000	2000	1,0	121	114	136	6
8122	110	145	25	110,2	1,5	11,91	29	82900	222000	2000	1,08	131	124	146	6
8124	120	155	25	120,2	1,5	12,7	29	88000	250000	1600	1,16	141	134	156	6
8126	130	170	30	130,3	1,5	15,08	27	108000	307000	1600	1,87	154	146	171	7
8128	140	180	31	140,3	1,5	15,08	28	112000	318000	1600	2,1	164	156	181	8
8130	150	190	31	150,3	1,5	15,08	30	120000	365000	1600	2,2	174	166	191	8
8132	160	200	31	160,3	1,5	15,08	32	122000	364000	1250	2,4	184	176	202	8
8134	170	215	34	170,3	2	17,46	30	151000	457000	1250	3,3	197	188	217	8

Продовження табл. 2.5.

Умовні позначення підшипників	d	D	H	d <sub>1</sub>	r	Кульки		Розрахункові параметри			Маса, кг	D <sub>звн</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>звн</sub>	
						D <sub>вн</sub>	Z	C	C <sub>0</sub>	H					n <sub>зр</sub> об/хв
8136	180	225	34	180,3	2	17,46	31	158000	473000	1250	3,5	205	198	227	8
8140	200	250	37	200,3	2	19,05	32	184000	581000	1000	4,4	230	220	252	11
8144	220	270	37	220,3	2	19,05	35	197000	635000	1000	4,6	250	240	272	11
8148	240	300	45	240,3	2,5	23,02	32	250000	848000	800	7,6	276	264	302	11
8152	260	320	45	260,3	2,5	23,02	35	268000	900000	800	8,1	296	284	322	11
8156	280	350	53	280,3	2,5	26,99	32	329000	1170000	800	12,2	322	308	352	11
8164	320	400	63	320,4	3	31,75	31	428000	1560000	800	18,9	368	352	402	16
8168	340	420	64	340,4	3	31,75	33	441000	1660000	630	20,0	388	372	422	16
8172	360	440	65	360,4	3	31,75	34	454000	1710000	630	22,0	404	392	442	16
8180	400	480	65	400,4	3	31,75	38	487000	1920000	500	23,4	448	432	482	16
81/500*	500	600	80	500,5	3,5	38,1	40	330000	2050000	400	45,8	560	540	602	19

Легка серія діаметрів 2

8201	12	28	11	12,2	1	5,56	10	8680	15400	6300	0,034	22	18	28,5	3
8202	15	32	12	15,2	1	5,56	12	9870	18600	6300	0,041	25	22	32,5	3
8204	20	40	14	20,2	1	7,14	12	15800	30600	5000	0,080	32	28	40,5	3,5
8205	25	47	15	25,2	1	7,94	13	20400	41000	5000	0,12	38	34	47,5	3,5
8206	30	52	16	30,2	1	7,94	15	23000	47200	4000	0,14	43	39	52,5	3,5
8207	35	62	18	35,2	1,5	9,53	15	31600	68000	4000	0,22	52	45	62,5	3,5
8208	40	68	19	40,2	1,5	10,32	15	37500	79900	3150	0,27	57	51	68,5	3,5

Продовження табл. 2.5.

Умовні позначення підшипників	d	D	H	d <sub>1</sub>	r	Кульки		Розрахункові параметри			Маса, кг	D <sub>звн</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>звн</sub>	
						D <sub>вн</sub>	Z	C	C <sub>0</sub>	H					n <sub>зр</sub> об/хв
8209	45	73	20	45,2	1,5	10,32	17	39500	90500	3150	0,32	62	56	73,5	3,5
8210	50	78	22	50,2	1,5	11,11	17	46000	105000	3150	0,39	67	61	78,5	3,5
8211	55	90	25	55,2	1,5	12,7	16	56600	129000	2500	0,61	76	69	90,5	6
8212	60	95	26	60,2	1,5	13,49	17	65800	155000	2500	0,69	81	74	95,5	6
8213	65	100	27	65,2	1,5	12,7	19	65800	153000	2500	0,75	86	79	101	6
8214	70	105	27	70,2	1,5	12,7	20	65800	161000	2500	0,80	91	82	106	6
8215	75	110	27	75,2	1,5	12,7	21	68400	169000	2000	0,86	96	89	111	6
8216	80	115	28	80,2	1,5	13,49	21	76300	191000	2000	0,95	101	94	116	7
8217	85	125	31	85,2	1,5	15,88	19	94700	239000	2000	1,30	109	101	126	7
8218	90	135	35	90,2	2	17,46	17	112000	290000	1600	1,86	117	108	136	7
8220	100	150	38	100,2	2	19,84	17	132000	335000	1600	2,40	130	120	151	9
8222	110	160	38	110,2	2	19,84	18	138000	394000	1250	2,60	140	130	161	9
8224	120	170	39	120,2	2	19,84	20	145000	413000	1250	2,80	150	140	171	9
8226	130	190	45	130,3	2,5	23,81	18	178000	567000	1250	4,20	166	154	191	9
8228	140	200	46	140,3	2,5	23,81	19	191000	595000	1250	4,50	176	164	202	12
8230	150	215	50	150,3	2,5	23,02	22	217000	645000	1000	6,50	189	176	217	12
8236	180	250	56	180,3	2,5	27,78	21	263000	810000	800	8,9	222	208	252	12
8240	200	280	62	200,3	3	31,75	21	329000	1060000	630	12,4	248	232	282	15
8244	220	300	63	220,3	3,0	31,75	22	336000	1110000	630	13,7	268	252	302	15

Умовні позначення підшипників	d	D	H	d <sub>1</sub>	r	Кульки		Розрахункові параметри			Маса, кг	D <sub>змік</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>змік1</sub>	
						D <sub>з</sub>	Z	C	C <sub>0</sub>	H					n <sub>зр</sub> об/хв
8256	280	380	80	280,3	3,5	38,1	24	480000	1740000	500	27,8	340	320	382	20
8260	300	420	95	300,3	4	44,45	22	566000	2170000	400	44,2	372	348	422	26
8268	340	460	96	340,4	4	44,45	25	625000	2470000	315	52	412	388	462	26
8272	360	500	110	360,4	5	53,98	22	756000	3200000	315	67,75	444	416	502	26
8292	460	620	130	460,5	6	57,15	26	947000	4250000	350	117,2	556	524	623	33
8296	480	650	135	480,5	6	63,5	24	102000	4840000	200	138,5	582	548	653	33
Середня серія діаметрів 3															
8305	25	52	18	25,2	1,5	9,53	11	25700	49900	4000	0,18	41	35	52,5	5
8306	30	60	21	30,2	1,5	11,11	11	32900	67900	3150	0,27	48	42	60,5	5
8307	35	68	24	35,2	1,5	11,91	12	40800	85000	3150	0,39	55	48	68,5	6
8308	40	78	26	40,2	1,5	13,49	12	51300	109000	2500	0,55	63	55	78,5	6
8309	45	85	28	45,2	1,5	14,29	13	59200	133000	2500	0,69	69	61	85,5	6
8310	50	95	31	50,2	2	15,88	13	71000	164000	2500	1,0	77	68	95,5	6
8311	55	105	35	55,2	2	18,26	13	92100	217000	2000	1,34	85	75	106	8
8312	60	110	35	60,2	2	18,26	13	92100	217000	2000	1,43	90	80	111	8
8313	65	115	36	65,2	2	19,05	14	104000	254000	2000	1,57	95	85	116	8
8314	70	125	40	70,2	2	20,64	10	120000	298000	1600	2,1	103	92	126	8
8315	75	135	44	75,2	2,5	22,23	14	138000	346000	1600	2,7	111	99	136	11
8316	80	140	44	80,2	2,5	22,23	14	138000	346000	1600	2,8	116	104	141	11

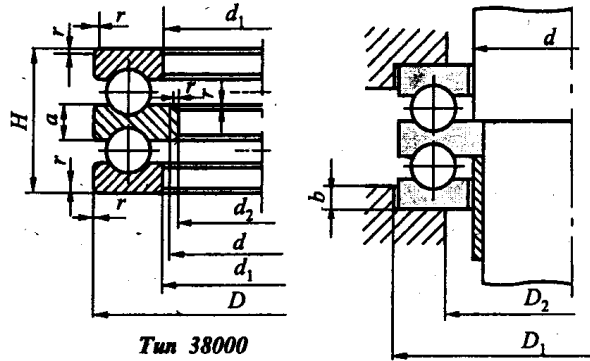
Умовні позначення підшипників	d	D	H	d <sub>1</sub>	r	Кульки		Розрахункові параметри			Маса, кг	D <sub>змік</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>змік1</sub>	
						D <sub>з</sub>	Z	C	C <sub>0</sub>	H					n <sub>зр</sub> об/хв
8318	90	155	50	90,2	2,5	25,4	14	171000	452000	1250	3,9	129	116	156	12
8320	100	170	55	100,2	2,5	26,99	14	184000	490000	1250	5,1	142	128	171	12
8322	110	190	63	110,2	3,0	31,75	13	230000	655000	1000	7,9	158	152	191	15
8324	120	210	70	120,2	3,5	35,72	13	276000	829000	1000	10,9	174	156	212	18
8326	130	225	75	130,3	3,5	38,1	13	303000	944000	800	13,3	187	168	227	18
8330	150	250	80	150,3	3,5	38,1	14	329000	1020000	630	16,7	210	190	252	20
8336	180	300	95	180,3	4	44,45	15	441000	1480000	500	28,17	252	228	302	22
8340	200	340	110	200,3	5	53,98	14	559000	2040000	400	43,6	284	256	342	25
Важка серія діаметрів 4															
8420	100	210	85	100,2	4	44,45	10	329000	988000	630	14,9	166	144	212	20
8426	130	270	110	130,3	5	57,15	10	480000	1630000	500	31,8	214	186	272	25

Приклад умовного позначення підшипника за ГОСТ 6874-75 з умовним позначенням 8210:

Підшипник 8210 ГОСТ 6874-75

Таблиця 2.6. Кулькові підшипники упорні здвоєні

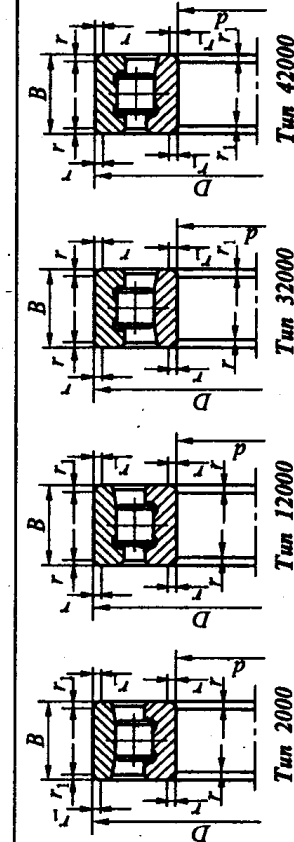
Розміри  $d_1$ ,  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $b$ , а також розрахункові параметри здвоєних підшипників такі ж, як у відповідних одинарних підшипників (див. табл. 2.5).



Розміри, мм.

Умовні позначення підшипників	Розміри, мм.						Маса, кг
	$d$	$d_2$	$D$	$H$	$a$	$r$	
<b>Легка серія</b>							
38204	20	15	40	26	6	1	0,15
38205	25	20	47	28	7	1	0,23
38206	30	25	52	29	7	1	0,27
38207	35	30	62	34	8	1,5	0,42
38208	40	30	68	36	9	1,5	0,54
38209	45	35	73	37	9	1,5	0,62
38210	50	40	78	39	9	1,5	0,71
38211	55	45	90	45	10	1,5	1,12
38212	60	50	95	46	10	1,5	1,25
38216	80	65	115	48	10	1,5	1,69
38217	85	70	125	55	12	1,5	2,3
<b>Середня серія</b>							
38316	80	65	140	79	18	2,5	6,2
Приклад умовного позначення підшипника за ГОСТ 7872-75 з умовним позначенням 32212:							
<b>Підшипник 32212 ГОСТ 7872-75</b>							

Таблиця 2.7. Роликові підшипники радіальні з короткими циліндричними роликами



Еквівалентне радіальне навантаження на підшипник:  
 - динамічне  $F_E = F_r$ ;  
 - статичне  $F_{0E} = F_r$ .

Розміри, мм.

Умовне позначення підшипників для типів	Розрахункові параметри							Маса, кг	
	2000	32000	Ролики			C			
			$D_r$	$l$	$Z$	$C$	$C_0$		
<b>Надлегка серія</b>									
1002912	-	-	6,5	6,5	24	20700	16800	8000	0,248
1002916	-	-	7,5	7,5	28	28200	24500	6300	0,471
-	1032917*	-	9,0	9,0	26	44600	35000	6300	0,60
-	1032920*	-	10	10	26	49600	44600	5000	0,88
-	1032924	-	11	11	30	66200	63900	4000	1,31
1002926*	1032926*	-	12	12	30	79000	78000	3150	2,05
1002928	1032928	-	12	12	30	78100	78400	3150	2,1
-	1032930*	-	15	15	30	119000	119000	3150	2,8
1002932	1032932	-	15	15	30	128000	132000	2500	3,0

Умовне позначення підшипників для типів		d	D	B	r	r <sub>1</sub>	Ролики			Розрахункові параметри			Маса, кг
							D <sub>v</sub>	l	Z	C	C <sub>0</sub>	H	
2000	32000												
-	1032948	240	320	38	3,5	1,5	20	34	238000	269000	2000	9,05	
1002952	1032952	260	360	46	3,5	1,5	25	31	323000	355000	1600	14,5	
-	1032956	280	380	46	3,5	1,5	25	30	311000	343000	1600	15,4	
Особливо легка серія													
-	32106	30	55	13	1,5	0,8	6	6	11000	7020	16000	0,137	
-	32109	45	75	16	1,5	1,0	8	8	19100	13400	10000	0,307	
2110	32110	50	80	16	1,5	1,0	7,5	18	21500	15700	10000	0,333	
2111	32111	55	90	18	2,0	1,5	9	18	32000	24200	8000	0,40	
2113	-	65	100	18	2,0	1,5	9	20	34000	26900	6300	0,55	
-	32114	70	110	20	2,0	1,5	10	20	42100	34300	6300	0,76	
-	32116	80	125	22	2,0	1,5	11	20	51300	42600	6300	1,08	
2118*	32118	90	140	24	2,5	2,0	12	22	61300	52300	5000	1,30	
-	32119	95	145	24	2,5	2,0	12	24	60900	52300	5000	1,50	
-	32121	105	160	26	3,0	2,0	13	24	81500	74100	4000	1,84	
-	32122	110	170	28	3,0	2,0	15	20	91200	79200	4000	2,40	
2124	32124	120	180	28	3,0	2,0	15	24	103000	95000	4000	2,50	
-	32126	130	200	33	3,0	2,0	18	22	142000	131000	3150	3,52	
-	32128	140	210	33	3,0	2,0	18	22	151000	143000	3150	3,75	
-	32130	150	225	35	3,5	2,5	19	24	157000	148000	2500	4,76	

Умовне позначення підшипників для типів		d	D	B	r	r <sub>1</sub>	Ролики			Розрахункові параметри			Маса, кг
							D <sub>v</sub>	l	Z	C	C <sub>0</sub>	H	
2000	32000												
2132	32132	160	240	38	3,5	2,5	20	26	174000	167000	2500	6,00	
2134*	32134	170	260	42	3,5	3,5	23	24	235000	228000	2500	8,40	
-	32138	190	290	46	3,5	3,5	25	24	289000	290000	2000	11,70	
-	32140	200	310	51	3,5	3,5	28	24	349000	350000	2000	14,00	
-	32144	220	340	56	4,0	4,0	30	24	399000	410000	1600	18,90	
-	32152	260	400	65	5,0	5,0	40	21	630000	639000	1250	30,20	
-	32160	300	460	74	5,0	5,0	40	24	681000	731000	1000	46,10	
Легка широка серія													
2505	-	25	52	18	1,5	1,0	6,5	9	18000	12600	12500	0,19	
-	32507*	35	72	23	2,0	1,0	9	14	39300	30400	10000	0,48	
-	32508*	40	80	23	2,0	2,0	10	14	46500	36300	8000	0,55	
-	32512*	60	110	28	2,5	2,5	12	18	74700	63400	6300	1,14	
-	32518	90	160	40	3	3	18	26	176000	164000	5000	3,6	
2519	-	95	170	43	3,5	3,5	19	28	191000	178000	4000	4,35	
-	32520	100	180	46	3,5	3,5	20	30	206000	193000	4000	5,62	
2524	32524	120	215	58	3,5	3,5	24	36	308000	302000	3150	9,50	
2528	-	140	250	68	4,0	4,0	26	39	346000	380000	2500	15,0	
2532	32532	160	290	80	4,0	4,0	32	52	565000	591000	2000	24,0	

Продовження табл. 2.7.

Умовне позначення підшипників для типів		d	D	B	r	r <sub>1</sub>	Ролики			Розрахункові параметри			Маса, кг		
2000	12000						32000	42000	D <sub>r</sub>	l	Z	C		C <sub>0</sub>	H
Легка серія															
-	-	32202	42202	15	35	11	1,0	0,5	5	5	10	5630	3080	20000	0,05
-	-	32203	-	17	40	12	1,0	0,5	5,5	5,5	10	9720	6050	16000	0,07
2204	12204	32204	42204	20	47	14	1,5	1,0	6,5	6,5	11	11900	7380	16000	0,13
-	-	32205	42205	25	52	15	1,5	1,0	6,5	6,5	13	13400	8610	12500	0,15
2206	-	32206	42206	30	62	16	1,5	1,0	7,5	7,5	13	17300	11400	12500	0,24
2207	12207	32207	42207	35	72	17	2,0	1,0	9	9	13	25600	17500	10000	0,35
2208	12208	32208	42208	40	80	18	2,0	2,0	10	10	14	33700	24000	10000	0,40
2209	-	32209	42209	45	85	19	2,0	2,0	10	10	15	35300	25700	8000	0,49
2210	12210	32210	42210	50	90	20	2,0	2,0	10	10	17	38700	29200	8000	0,57
2211	12211	32211	42211	55	100	21	2,5	2,0	11	11	17	43700	32900	8000	0,76
2212	12212	32212	42212	60	110	22	2,5	2,5	12	12	18	54800	42800	6300	0,95
2213	12213	32213	42213	65	120	23	2,5	2,5	13	13	17	62100	48600	6300	1,20
2214	-	32214	-	70	125	24	2,5	2,5	13	13	17	61800	48600	5000	1,30
2215	-	32215	42215	75	130	25	2,5	2,5	14	14	18	75400	61000	5000	1,40
2216	-	32216	42216	80	140	26	3,0	3,0	15	15	18	79500	63400	5000	1,80
2217	-	-	42217	85	150	28	3,0	3,0	16	16	18	99000	82400	4000	2,27
2218	12218	32218	42218	90	160	30	3,0	3,0	18	18	17	121000	101000	4000	2,80
-	-	32219	42219	95	170	32	3,5	3,5	19	19	18	132000	111000	4000	2,90
2220	-	32220	-	100	180	34	3,5	3,5	20	20	16	135000	111000	3150	4,00

Продовження табл. 2.7.

Умовне позначення підшипників для типів		d	D	B	r	r <sub>1</sub>	Ролики			Розрахункові параметри			Маса, кг		
2000	12000						32000	42000	D <sub>r</sub>	l	Z	C		C <sub>0</sub>	H
-	-	32221	42221	105	190	36	3,5	3,5	21	18	18	163000	140000	3150	5,00
2222	-	32222	-	110	200	38	3,5	3,5	23	17	17	188000	162000	3150	6,00
2224	-	32224	42224	120	215	40	3,5	3,5	24	18	18	213000	188000	3150	6,60
2226	-	32226	42226	130	230	40	4,0	4,0	24	19	19	221000	199000	2500	7,50
2228	12228	32228	42228	140	250	42	4,0	4,0	26	19	19	259000	237000	2500	9,60
2230	-	32230	42230	150	270	45	4,0	4,0	28	19	19	301000	279000	2500	12,40
2232	-	32232	-	160	290	48	4,0	4,0	32	17	17	341000	306000	2000	14,50
2234	-	32234	42234	170	310	52	5,0	5,0	32	20	20	393000	375000	2000	18,30
2236	-	-	-	180	320	52	5,0	5,0	32	20	20	362000	337000	2000	18,50
-	-	32240	42240	200	360	58	5,0	5,0	36	20	20	496000	485000	1600	28,00
-	-	32244	42244	220	400	65	5,0	5,0	40	20	20	628000	630000	1600	39,00
Середня серія															
2305	12305	-	42305	25	62	17	2,0	2,0	9	9	11	22600	14800	10000	0,30
2306	-	32306	42306	30	72	19	2,0	2,0	10	10	12	30200	20600	10000	0,40
2307	12307	-	42307	35	80	21	2,5	2,0	11	11	12	34100	23200	8000	0,55
2308	12308	32308	42308	40	90	23	2,5	2,5	12	12	12	41000	28500	8000	0,77
2309	12309	32309	-	45	100	25	2,5	2,5	14	14	12	56500	40700	8000	1,00
2310	12310	32310	42310	50	110	27	3,0	3,0	15	15	12	65200	47500	6300	1,35
2311	12311	32311	42311	55	120	29	3,0	3,0	17	17	12	84000	62800	6300	1,70
2312	12312	32312	42312	60	130	31	3,5	3,5	18	18	13	100000	77200	5000	2,10

Продовження табл. 2.7.

Умовне позначення підшипників для типів			d	D	B	r	r <sub>1</sub>	Ролики			Розрахункові параметри			Маса, кг	
2000	12000	32000						42000	D <sub>v</sub>	I	Z	C	C <sub>0</sub>		H
2313	-	32313	42313	65	140	33	3,5	3,5	19	13	105000	80400	5000	2,60	
2314	-	32314	42314	70	150	35	3,3	3,3	20	14	123000	97300	5000	3,20	
2315	-	32315	42315	75	160	37	3,5	3,5	22	13	142000	112000	4000	3,8	
2316	12316	32316	-	80	170	39	3,5	3,5	22	14	150000	121000	4000	4,4	
2317	-	32317	42317	85	180	41	4,0	4,0	24	14	179000	146000	4000	5,5	
2318	12318	32318	-	90	190	43	4,0	4,0	25	14	194000	160000	3150	6,1	
2319	-	32319	42319	95	200	45	4,0	4,0	26	14	210000	175000	3150	7,2	
2320	12320	32320	42320	100	215	47	4,0	4,0	28	14	243000	205000	3150	9,0	
2322	-	32322	42322	110	240	50	4,0	4,0	32	14	307000	262000	2500	12,5	
2324	-	32324	42324	120	260	55	4,0	4,0	36	14	388000	339000	2500	15,5	
2326	-	32326	-	130	280	58	5,0	5,0	38	14	432000	382000	2500	18,5	
-	-	32328	42328	140	300	62	5,0	5,0	40	14	478000	426000	2000	22,9	
-	-	32330	42330	150	320	65	5,0	5,0	42	14	526000	473000	2000	27,4	
-	-	32332	-	160	340	68	5,0	5,0	42	15	552000	507000	2000	32,3	
-	-	32334	-	170	360	72	5,0	5,0	45	15	632000	588000	1600	37,7	
-	-	32336	42336	180	380	75	5,0	5,0	50	15	779000	736000	1600	45,3	
-	-	32340	-	200	420	80	6	6	54	15	877000	834000	1600	57,4	
Середня ширина серія															
-	-	32605	-	25	62	24	2,0	2,0	9	14	11	37400	28300	10000	0,407
-	-	-	42606	30	72	27	2,0	2,0	10	14	12	41600	31200	10000	0,708

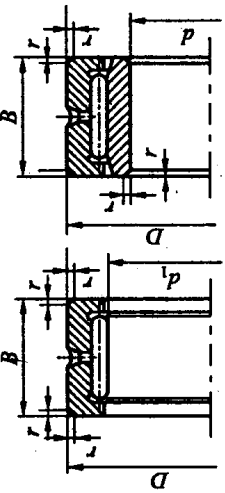
Продовження табл. 2.7.

Умовне позначення підшипників для типів			d	D	B	r	r <sub>1</sub>	Ролики			Розрахункові параметри			Маса, кг	
2000	12000	32000						42000	D <sub>v</sub>	I	Z	C	C <sub>0</sub>		H
-	-	32607	42607	35	80	31	2,5	2,0	11	15	12	46700	34800	8000	0,84
-	-	32608	-	40	90	33	2,5	2,5	12	18	12	61000	47500	8000	1,09
2609	12609	-	-	45	100	36	2,5	2,5	14	20	12	79300	62800	8000	1,38
-	-	32610	-	50	110	40	3,0	3,0	15	25	12	104000	87100	6300	2,0
2611	-	-	-	55	120	43	3,0	3,0	17	24	12	115000	94200	6300	2,15
2612	-	32612	42612	60	130	46	3,5	3,5	18	26	13	140000	118000	5000	3,16
-	12613	32613	42613	65	140	48	3,5	3,5	19	28	13	152000	129000	5000	3,65
2614	-	-	42614	70	150	51	3,5	3,5	20	30	14	181000	159000	5000	4,53
-	-	32615	42615	75	160	55	3,5	3,5	22	34	13	212000	187000	4000	5,80
-	-	32616	42616	80	170	58	3,5	3,5	22	34	14	224000	202000	4000	7,00
-	-	32617	-	85	180	60	4,0	4,0	24	36	14	259000	235000	4000	7,77
-	-	-	42618	90	190	64	4,0	4,0	25	36	14	270000	245000	3150	8,76
-	-	32619	-	95	200	67	4,0	4,0	26	40	14	309000	287000	3150	11,0
-	-	-	42620	100	215	73	4,0	4,0	28	44	16	363000	343000	3150	14,0
-	-	32622	42622	110	240	80	4,0	4,0	32	52	14	474000	459000	2500	15,4
-	12624	32624	42624	120	260	86	4,0	4,0	36	58	13	559000	542000	2500	23,5
2626	-	-	42626	130	280	93	5,0	5,0	38	62	14	664000	662000	2500	31,0
-	-	32630	42630	150	320	108	5,0	5,0	42	65	14	769000	771000	2000	44,0
2634	-	32634	-	170	360	120	5,0	5,0	48	80	14	106000	110000	1600	63,2

Умовне позначення підшипників для типів		Розрахункові параметри		Ролики		r <sub>1</sub>	r	B	D	d	D <sub>v</sub>	l	Z	C	C <sub>0</sub>	H	Маса, кг
2000	12000	32000	42000	D <sub>v</sub>	l												
<b>Важка серія</b>																	
-	-	-	42408	40	110	27	3,0	3,0	17	11	78000	57600	6300	1,37			
-	-	-	42409	45	120	29	3,0	3,0	18	11	94000	71400	6300	1,9			
-	-	-	32410	50	130	31	3,5	3,5	20	20	102000	76500	5000	2,3			
2411	-	-	42411	55	140	33	3,5	3,5	20	20	110000	83400	5000	2,9			
-	-	-	32412	60	150	35	3,5	3,5	22	22	133000	103000	5000	3,4			
2413	-	-	42413	65	160	37	3,5	3,5	23	23	146000	114000	4000	4,6			
-	-	-	32414	-	70	180	4,0	4,0	26	26	187000	150000	4000	6,1			
-	-	-	42415	-	75	190	4,0	4,0	28	28	216000	176000	4000	7,7			
2416	-	-	32416*	-	80	200	4,0	4,0	30	30	248000	204000	3150	8,2			
-	-	-	42417	85	210	52	5,0	5,0	32	32	271000	225000	3150	10,0			
-	-	-	32418	-	90	225	5,0	5,0	34	34	307000	257000	3150	11,8			
-	-	-	42419	-	95	240	5,0	5,0	34	34	327000	278000	3150	13,8			
-	-	-	32420	100	250	58	5,0	5,0	36	36	367000	315000	2500	16,3			
-	-	-	42421	-	105	260	5,0	5,0	38	38	407000	354000	2500	17,6			
-	-	-	32422	110	280	65	5,0	5,0	40	40	452000	396000	2500	23,0			
-	-	-	42424*	-	120	310	6,0	6,0	45	45	568000	510000	2500	30,2			
-	-	-	32426*	130	340	78	6,0	6,0	52	52	685000	615000	1600	39,0			
-	-	-	42428*	140	360	82	6,0	6,0	54	54	739000	667000	1600	48,0			

Приклад умовного позначення підшипника за ГОСТ 8328-75 з умовним позначенням 32315:  
**Підшипник 32315 ГОСТ 8328-75**

Таблиця 2.8. Роликові підшипники радіальні голчасті



Еквівалентне радіальне навантаження на підшипник

- динамічне  $F_E = F_r$ ;  
 - статичне  $F_{0E} = F_r$

Умовне позначення підшипників для типів	d	D	B	r	d <sub>1</sub>	Допустимі відхилення d <sub>1</sub>		Ролики		Розрахункові параметри		Маса, кг				
						верхнє	нижнє	D <sub>v</sub>	l	Z	C	C <sub>0</sub>	H	n <sub>зр</sub> , об/хв	74000	24000
<b>Розміри, мм.</b>																
<b>Тип 24000</b>																
<b>Надлегка серія діаметрів 8, серія ширин 4</b>																
4074824	120	150	30	1,5	130	+0,068	+0,043	4	22	105	80300	124000	1600	1,37	0,95	
4074836	180	225	45	2	195	+0,079	+0,050	3,5	30	180	152000	263000	500	5,0	3,1	
4074868	-	340	420	60	3,5	375	+0,098	+0,062	5	44	238	364000	769000	250	22,4	-
<b>Тип 74000</b>																
<b>Надлегка серія діаметрів 9, серія ширин 4</b>																
4074904	-	20	37	17	0,5	25	+0,033	+0,020	2	12	42	12000	11200	8000	0,096	-
-	4024905	-	42	17	0,5	30	+0,033	+0,020	2	12	50	13600	13500	6300	-	0,084
4074907	-	35	55	20	1	42	+0,041	+0,025	3	14	47	21100	23100	5000	0,206	-
4074912	-	60	85	25	1,5	68	+0,049	+0,030	3	18	74	40300	51000	4000	0,528	-
4074913	-	65	90	25	1,5	72	+0,049	+0,030	3	18	81	41000	52000	3150	0,5	-



Умовне позначення підшипників для типів		d	D	B	r	d <sub>1</sub>	Допустимі відхилення d <sub>1</sub>		Ролики		Розрахункові параметри			Маса, кг	
							верхнє	нижнє	D <sub>r</sub>	I	Z	C	C <sub>0</sub>	n <sub>зр</sub> , об/хв	74000
74000	24000														
4074915	-	75	105	30	1,5	85	+0,058	+0,036	3	22	92	47100	64000	2500	0,867
4074916*	-	80	110	30	1,5	90	+0,058	+0,036	3	22	97	50000	70000	2500	1,1
4074917	4024917	85	120	35	2,0	100	+0,058	+0,036	3	24	107	73900	105000	2500	1,49
4074918	4024918	90	125	35	2,0	105	+0,058	+0,036	3	24	113	76400	110000	2500	1,55
4074919	4024919	95	130	35	2,0	110	+0,058	+0,036	3	24	119	78900	116000	2000	1,61
4074920	4024920	100	140	40	2,0	115	+0,058	+0,036	3	30	126	105000	159000	2000	2,29
4074922	4024922	110	150	40	2,0	125	+0,068	+0,043	3,5	30	115	111000	169000	1600	2,4
4074924	4024924*	120	165	45	2,0	135	+0,085	+0,05	4	35	113	120000	180000	1250	3,5
4074926	4024926	130	180	50	2,5	150	+0,09	+0,05	5	40	97	173000	278000	1000	4,48
4074928	4024928	140	190	50	2,5	160	+0,09	+0,05	5	40	103	181000	296000	800	5,11
4074930	-	150	210	60	3,0	175	+0,1	+0,06	5	45	113	218000	368000	630	7,07

Особливо легка серія діаметрів 1, серія ширин 4

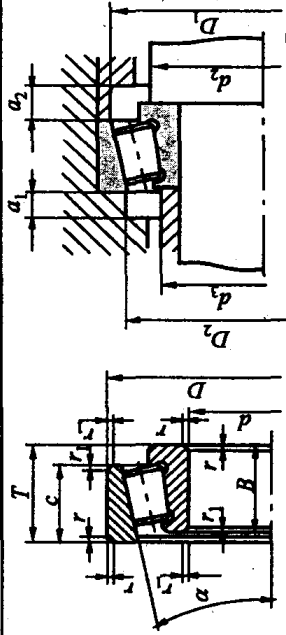
4074103	4024103	17	35	18	0,5	24	+0,033	+0,020	2	12	40	11700	10800	8000	0,096
4074104	4024104	20	42	22	1,0	28	+0,033	+0,020	2,5	16	38	18800	18200	6300	0,176
4074105	4024105	25	47	22	1,0	34	+0,041	+0,025	3	16	38	21500	22100	6300	0,2
4074106	4024106	30	55	25	1,5	40	+0,041	+0,025	3	18	45	27800	30000	5000	0,311
4074107	4024107	35	62	27	1,5	46	+0,041	+0,025	3	20	51	34700	39100	5000	0,419
4074108	4024108	40	68	28	1,5	52	+0,049	+0,030	3	20	57	37800	44200	4000	0,495
4074109	4024109	45	75	30	1,5	58	+0,049	+0,030	3	22	63	45600	55100	4000	0,631

Умовне позначення підшипників для типів		d	D	B	r	d <sub>1</sub>	Допустимі відхилення d <sub>1</sub>		Ролики		Розрахункові параметри			Маса, кг	
							верхнє	нижнє	D <sub>r</sub>	I	Z	C	C <sub>0</sub>	n <sub>зр</sub> , об/хв	74000
74000	24000														
4074110	4024110	50	80	30	1,5	62	+0,049	+0,030	3	22	68	47800	58900	3150	0,687
4074111	4024111	55	90	35	2,0	70	+0,049	+0,030	3	24	76	57500	73500	3150	0,965
4074112	4024112	60	95	35	2,0	75	+0,049	+0,030	3	24	81	60400	78800	2500	1,130
4074113	4024113	65	100	35	2,0	80	+0,049	+0,030	3	24	86	63200	84000	2500	1,187
4074114	4024114	70	110	40	2,0	88	+0,058	+0,036	3	30	95	86800	119000	2000	1,740
4074115	4024115	75	115	40	2,0	92	+0,058	+0,036	3	30	99	89600	124000	2000	1,8
4074116	4024116	80	125	45	2,0	100	+0,058	+0,036	3,5	30	92	95000	135000	1600	2,46
4074117	4024117	85	130	45	2,0	105	+0,058	+0,036	3,5	30	97	98200	142000	1600	2,58

Приклад умовного позначення підшипника за ГОСТ4657-71 з умовним позначенням 4074108:

Підшипник 4074108 ГОСТ 4657-71

Таблиця 2.9. Роликові підшипники радіально-упорні конічні однорядні



Тип 7000

Розміри, мм.

Еквівалентне радіальне навантаження на підшипник:

— динамічне:  $F_E = F_r$ , якщо  $F_d/F_r < e$ ;

$F_E = 0,4F_r + YF_a$ , якщо  $F_d/F_r > e$ ;

— статичне:  $F_{0E} = 0,5F_r + Y_0F_a$ ;

якщо  $F_{0E} < F_r$ , то приймаєть  $F_{0E} = F_r$ .

Умове позначення підшипників	d	D	B	C	T	r	r <sub>1</sub>	α <sub>0</sub>	Ролики			Розрахункові параметри					Mас, кг	D <sub>зміст</sub>	D <sub>зміст</sub>	D <sub>зміст</sub>	D <sub>зміст</sub>	D <sub>зміст</sub>					
									D <sub>r</sub>	l	Z	C	C <sub>0</sub>	κН	ε	Y							Y <sub>0</sub>	e	i <sub>доп</sub> об/хв	U	Y <sub>0</sub>
2007913	65	90	16	14	17	1,5	0,5	16	5,3	11	35	30,9	33,1	5000	0,42	1,42	0,78	0,32	87,8	72	84	70	3	4,5			
2007928	140	190	30	26	32	2,5	0,8	12	10,7	20	37	127	157	2500	0,33	1,82	1,00	2,5	184	150	182	150	6	8			
2007934*	170	230	36	31	38	3,0	1,0	17	13,0	25	38	169	218	1600	0,46	1,29	0,71	4,4	224	180	220	180	8	10			
2007938	190	260	42	36	45	3,0	1,0	14	16,0	28,5	33	256	315	1600	0,38	1,57	0,86	6,5	253	200	250	200	8	10			
2007944	220	300	48	41	51	3,5	1,2	12	15,4	33,5	38	343	458	1250	0,31	1,94	1,07	10,0	290	232	288	235	8	12			
2007948	240	320	48	41	51	3,5	1,2	17	18,2	33,5	40	347	472	1000	0,45	1,34	0,74	10,9	312	252	308	250	8	13			
2007952	260	360	60	51	64	3,5	1,2	14	24,2	41,5	33	505	650	1000	0,37	1,62	0,89	18,4	350	272	348	270	8	14			
2007960	300	420	72	62	76	4,0	1,5	11	27,3	48,5	34	680	916	800	0,28	2,12	1,17	31,1	406	314	400	320	8	15			

Надлегка серія діаметрів 9

Продовження табл. 2.9.

Умове позначення підшипників	d	D	B	C	T	r	r <sub>1</sub>	α <sub>0</sub>	Ролики			Розрахункові параметри					Mас, кг	D <sub>зміст</sub>	D <sub>зміст</sub>	D <sub>зміст</sub>	D <sub>зміст</sub>	D <sub>зміст</sub>					
									D <sub>r</sub>	l	Z	C	C <sub>0</sub>	κН	ε	Y							Y <sub>0</sub>	e	i <sub>доп</sub> об/хв	U	Y <sub>0</sub>
2007972	360	480	72	62	76	4,0	1,5	12	28	48,5	40	740	1060	630	0,33	1,83	1,01	35,8	466	374	460	38	9	18			
2007106	30	55	16	14	17	1,5	0,5	9	5,31	10,3	19	23,5	19,9	8000	0,24	2,50	1,38	0,169	52	36	49	35	3	4,5			
2007107	35	62	17	15	18	1,5	0,5	10	5,31	10,3	22	25,6	23	8000	0,27	2,21	1,22	0,224	59	41	56	40	4	4,5			
2007108	40	68	18	16	19	1,5	0,5	12	7	11	19	31,9	28,4	6300	0,33	1,84	1,01	0,27	65,5	46	62	45	4	4,5			
2007109	45	75	19	16	20	1,5	0,5	11	7,5	12,6	19	40	34,8	6300	0,3	2,0	1,1	0,333	72	51	69	50	4	4,5			
2007111	55	90	22	19	23	2,0	0,8	13	8,1	12,8	21	49,1	45,2	5000	0,33	1,8	0,99	0,541	86	62	83	61	4	5,5			
2007113	65	100	22	19	23	2,0	0,8	14	8,1	13,8	24	52,9	51,3	4000	0,38	1,59	0,87	0,62	96,5	72	92	71	4	5,5			
2007114	70	110	24	20	25	2,0	0,8	11	9,3	16	24	67,6	65,8	4000	0,29	2,11	1,16	0,834	105	77	102	76	5	6			
2007115	75	115	24	20	25	2,0	0,8	11	9,3	14,5	25	68	66,7	4000	0,3	2,0	1,1	0,909	110,5	82	108	82	5	7			
2007116	80	125	27	23	29	2,0	0,8	13	11,2	17,6	22	88,4	85,5	3150	0,34	1,77	0,97	1,34	120	87	118	87	6	7			
2007118	90	140	30	26	32	2,5	0,8	13	12,45	20,3	22	111	111	3150	0,34	1,76	0,97	1,63	134,5	99	130	99	6	8			
2007119	95	145	30	26	32	2,5	0,8	13	13	20,4	22	114	115	3150	0,36	1,69	0,93	1,75	140	104	135	105	6	8			
2007120	100	150	30	26	32	2,5	0,8	14	12,45	20,3	24	117	120	2500	0,37	1,62	0,89	1,82	145	109	140	109	6	8			
2007122	110	170	36	31	38	3,0	1,0	13	15	25	23	161	166	2500	0,35	1,73	0,95	2,9	163,5	120	160	120	7	9			
2007124	120	180	36	31	38	3,0	1,0	14	15	25	25	169	180	2000	0,37	1,62	0,89	3,11	175	130	170	130	7	9			
2007128	140	210	42	36	45	3,0	1,0	14	17,5	28	25	226	247	2000	0,37	1,62	0,89	5,08	203	152	200	152	8	11			
2007132	160	240	48	41	51	3,5	1,2	14	20	33,5	26	309	351	1600	0,37	1,62	0,89	7,74	232	172	228	175	8	12			
2007136	180	280	60	52	64	3,5	1,2	11	24,3	40	24	425	484	1250	0,28	2,16	1,19	13,4	268	192	268	200	10	16			

Особливо легка серія діаметрів 1



Продовження табл. 2.9.

Умове позначення підшипників	Розрахункові параметри										Ролики			Розрахункові параметри			Маса, кг							
	d	D	B	c	T	r	r <sub>1</sub>	α°	D <sub>r</sub>	l	Z	C	C <sub>0</sub>	n <sub>доп</sub> об/хв	e	Y	Y <sub>0</sub>	D <sub>зміб</sub>	D <sub>зміб</sub>	D <sub>зміб</sub>	D <sub>зміб</sub>			
																						кН	кН	кН
7514	70	125	31,0	27	33,25	2,5	0,8	15	13,4	22	18	110	101	3150	0,39	1,55	0,85	1,6	120	79	115	80	6	6
7515	75	130	31,0	27	33,25	2,5	0,8	15	13,4	22	19	115	108	3150	0,41	1,48	0,81	1,76	125	84	120	85	6	6
7516	80	140	33,0	28	35,25	3,0	1,0	15	14,7	23,4	19	133	126	3150	0,40	1,49	0,82	2,15	134	90	130	90	6	7
7517	85	150	36,0	30	38,5	3,0	1,0	15	15,5	25,7	19	151	141	3150	0,39	1,55	0,85	2,8	142,5	95	140	96	7	8,5
7518	90	160	40,0	34	42,5	3,0	1,0	15	17,3	27,6	18	179	171	2500	0,39	1,55	0,85	3,44	152,5	100	150	102	7	8,5
7519	95	170	45,5	37	45,5	3,5	1,2	14	18,4	33,4	18	225	225	2500	0,38	1,57	0,86	4,42	163	107	155	110	7	10
7520	100	180	46,0	39	49	3,5	1,2	15	18,4	33,4	19	232	236	2500	0,40	1,49	0,82	5,14	170	112	165	114	7	10
7522	110	200	53,0	46	56	3,5	1,2	15	21,2	40	18	291	296	2000	0,39	1,55	0,85	7,37	190	122	185	125	9	10
7524	120	215	58,0	50	61,5	3,5	1,2	15	21,6	43,3	20	351	379	2000	0,41	1,46	0,80	9,2	205	132	200	135	10	11,5
7526	130	230	64,0	54	67,5	4,0	1,5	16	22,2	48,4	21	387	429	2000	0,43	1,39	0,77	11,8	221	144	215	144	10	13,5
7528	140	250	68,0	58	71,75	4,0	1,5	12	27,2	50,8	19	498	538	1600	0,33	1,83	1,01	14,9	239	154	235	157	10	13,5
7530	150	270	74	60	77	4,0	1,5	15	28,8	54,6	19	549	598	1600	0,39	1,55	0,85	18,0	255	164	255	168	10	13,5
7532	160	290	80,0	67	84	4,0	1,5	14	31,1	54,6	20	555	599	1600	0,28	2,12	1,17	22,2	271	174	275	185	10	13,5
7536	180	320	86,0	70	91	5,0	2,0	14	34,6	60	16	644	679	1000	0,36	1,65	0,90	27,6	302	197	300	205	10	16
7538	190	340	92,0	75	97	5,0	2,0	11	33,5	63	20	776	888	1000	0,30	2,03	1,11	35,4	320	207	320	220	10	17
Середня серія діаметрів 3																								
7504	20	52	16	13	16,25	2,0	0,8	11	8	10,2	11	25	17,7	10000	0,30	2,03	1,11	0,17	48,5	27	45	27	3	3

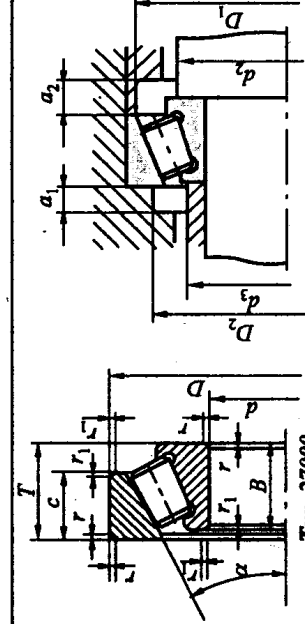
Продовження табл. 2.9.

Умове позначення підшипників	Розрахункові параметри										Ролики			Розрахункові параметри			Маса, кг							
	d	D	B	c	T	r	r <sub>1</sub>	α°	D <sub>r</sub>	l	Z	C	C <sub>0</sub>	n <sub>доп</sub> об/хв	e	Y	Y <sub>0</sub>	D <sub>зміб</sub>	D <sub>зміб</sub>	D <sub>зміб</sub>	D <sub>зміб</sub>			
																						кН	кН	кН
7305	25	62	17	15	18,25	2,0	0,8	14	9,5	10	13	29,6	20,9	8000	0,36	1,66	0,92	0,253	58,5	32	55	33	3	3
7306	30	72	19	17	20,75	2,0	0,8	14	9,9	12,7	13	40	29,9	6300	0,34	1,78	0,98	0,458	68	37	65	38	3	4,5
7307	35	80	21	18	22,75	2,5	0,8	12	11,7	14,8	12	48,1	35,3	6300	0,32	1,88	1,03	0,496	76	44	71	43	5	4,5
7308	40	90	23	20	25,25	2,5	0,8	11	13,1	14,2	12	61	46	5000	0,28	2,16	1,19	0,703	86	49	80	50	5	5
7309	45	100	26	22	27,25	2,5	0,8	11	14,3	16	13	76,1	59,3	5000	0,29	2,09	1,15	1,01	95	54	90	55	5	5
7310	50	110	29	23	29,25	3,0	1,0	12	16,7	19,4	12	96,6	75,9	4000	0,31	1,94	1,06	1,33	105	60	100	61	5	6
7311	55	120	29	25	31,5	3,0	1,0	13	16,7	19,4	13	102	81,5	4000	0,33	1,80	0,99	1,64	114	65	110	67	5	6,5
7312	60	130	31	27	33,5	3,5	1,2	12	17,5	20	14	118	96,3	4000	0,30	1,97	1,08	2,0	124	72	118	72	5	7,5
7313	65	140	33	28	36	3,5	1,2	12	18,7	21	14	134	111	3150	0,30	1,97	1,08	2,54	132	77	128	78	6	8
7314	70	150	37	30	38	3,5	1,2	12	22,8	24,6	12	168	137	3150	0,31	1,94	1,06	3,09	142	82	138	83	6	8
7315	75	160	37	31	40	3,5	1,2	12	22,8	24,6	13	178	148	3150	0,33	1,83	1,01	3,63	152	87	148	91	6	9
7317	85	180	41	35	44,5	4,0	1,5	12	23,4	27,3	15	221	195	2500	0,31	1,91	1,05	5,21	167	99	166	102	7	10,5
7318	90	190	43	36	46,5	4,0	1,5	12	22,7	27,3	13	240	201	2500	0,32	1,88	1,03	5,56	178	104	175	108	7	10,5
7320	100	215	47	39	51,5	4,0	1,5	12	29	32	14	290	270	2000	0,318	1,88	1,03	7,9	202	114	200	121	7	12,5
Середня широка серія діаметрів 6																								
7604	20	52	21,0	18,5	22,25	2,0	0,8	11	7,9	13	11	29,5	22	10000	0,30	2,01	1,11	0,236	48,5	27	45	27	3	4
7605	25	62	24,0	21,0	25,25	2,0	0,8	11	8,9	16,7	12	45,5	36,6	8000	0,27	2,19	1,20	0,366	58,5	32	55	33	4	5

Умовне позначення підшипника	d	D	B	C	T	r	r <sub>1</sub>	α°	D <sub>v</sub>	Ролики		Розрахункові параметри				Mаса, кг	D <sub>вн</sub>	D <sub>вн</sub>	D <sub>вн</sub>	D <sub>вн</sub>	D <sub>вн</sub>			
										I	Z	C	C <sub>0</sub>	n <sub>доп</sub> об/хв	e							Y	Y <sub>0</sub>	
7606	30	72	29,0	23,0	28,75	2,0	0,8	12	10,2	20,4	12	61,3	51	6300	0,32	1,88	1,03	0,574	68	37	65	38	5	5,5
7607	35	80	31,0	27,0	32,75	2,5	0,8	11	10,5	22	13	71,6	61,5	6300	0,30	2,03	1,11	0,798	76	44	71	43	5	7,5
7608	40	90	33,0	28,5	35,25	2,5	0,8	11	12	23,4	13	80	67,2	5000	0,30	2,03	1,11	1,04	86	49	80	50	5	8
7609	45	100	36,0	31,0	38,25	7,5	0,8	11	13,7	24,4	13	104	90,5	4000	0,29	2,06	1,13	1,34	95	54	90	55	5	8
7610	50	110	40,0	34,0	42,25	3,0	1,0	11	14,8	28	13	122	108	4000	0,30	2,03	1,11	1,81	105	60	100	61	5	9
7611	55	120	44,5	35,0	45,5	3,0	1,0	12	14,8	28	15	148	140	4000	0,32	1,85	1,02	2,43	114	65	110	67	5	10,5
7612	60	130	47,5	37,0	48,5	3,5	1,2	12	17	33	14	171	157	3150	0,3	1,97	1,08	3,0	124	72	118	72	6	11,5
7613	65	140	48,0	41,0	51	3,5	1,2	12	17	33	15	178	168	3150	0,33	1,83	1,01	3,63	132	77	128	78	6	12
7614	70	150	51,0	43,0	54	3,5	1,2	13	19,8	35	13	204	186	3150	0,35	1,71	0,94	4,44	142	82	138	83	7	12
7615	75	160	55,0	46,5	58	3,5	1,2	11	21,2	40	14	249	235	2500	0,30	1,99	1,2	5,38	152	87	148	91	7	13
7616	80	170	59,5	49,0	61,5	3,5	1,2	12	19,4	43,2	14	294	291	2500	0,32	1,89	1,04	6,4	160	92	158	97	7	13,5
7618	90	190	66,5	53,5	67,5	4,0	1,5	11	25,5	49	14	369	363	2000	0,30	1,99	1,20	8,78	178	104	175	108	12	14,5
7620	100	215	73,0	61,5	77,5	4,0	1,5	12	27,5	53	15	451	459	2000	0,31	1,91	1,05	13,2	202	114	200	121	12	17,5
7622	110	240	80,0	66,0	84,5	4,0	1,5	11	34,5	56,9	14	490	505	1600	0,33	1,82	1,0	17,8	225	124	220	135	14	19,5
7624	120	260	86,0	70,5	90,5	4,0	1,5	12	34	61	14	601	610	1600	0,31	1,97	1,08	21,9	240	134	235	145	14	19,5
7634	170	360	120,0	100,0	127	5,0	2,0	13	49,2	87,3	15	1080	1170	1000	0,32	1,88	1,03	58	335	190	340	205	15	22

Прилад умовного позначення підшипника за ГОСТ 333-79 з умовним позначенням 7210:  
Підшипник 7210 ГОСТ 333-79

Таблиця 2.10. Роликові підшипники радіально-упорні конічні з великим кутом конусності



Еквівалентне радіальне навантаження на підшипник:  
- динамічне:  $F_E = F_r$ , якщо  $F_d/F_r \leq e$ ;  
 $F_E = 0,4F_r + YF_a$ , якщо  $F_d/F_r > e$ ;  
- статичне:  $F_{0E} = 0,5F_r + Y_0F_a$ ;  
якщо  $F_{0E} < F_r$ , то приймати  $F_{0E} = F_r$ .

Розміри, мм.

Умовне позначення підшипників	d	D	B	C	T		r	r <sub>1</sub>	α°	Ролики		Розрахункові параметри						Mаса, кг	D <sub>вн</sub>	D <sub>вн</sub>	D <sub>вн</sub>	D <sub>вн</sub>	D <sub>вн</sub>	
					НВ КС	НВ КТ				D <sub>v</sub>	I	Z	C	C <sub>0</sub>	n <sub>доп</sub> об/хв	e	Y							Y <sub>0</sub>
27306	30	72	19	14	21,0	20,5	2,0	0,8	26	9,6	11	30	21	6300	0,72	0,833	0,46	0,392	68	37	65	38	3	6,5
27307	35	80	21	15	23,0	22,5	2,5	0,8	28	10	13,1	39,4	29,5	5000	0,79	0,76	0,42	0,52	76	44	71	43	5	7,5
27308	40	90	23	17	25,5	25,0	2,5	0,8	28	11,1	14,6	48,4	37,1	5000	0,79	0,76	0,42	0,766	86	49	80	50	5	8
27310	50	110	27	19	29,5	29,0	3,0	1,0	28	13,7	17,2	69,3	54,2	4000	0,80	0,75	0,41	1,24	105	60	100	61	5	10
27311	55	120	29	21	32,0	31,0	3,0	1,0	29	16,0	18,5	72,5	58,9	4000	0,81	0,74	0,5	1,58	114	65	110	67	5	10,5
27312	60	130	31	22	34,0	33,0	3,5	1,2	25	16	16,9	80,5	62	3150	0,7	0,86	0,47	1,91	124	72	118	72	5	11,5
27313	65	140	33	23	36,5	35,5	3,5	1,2	27	15,9	18,5	89	71,4	3150	0,75	0,8	0,44	2,4	132	77	128	78	6	13
27315	75	160	37	26	40,5	39,5	3,5	1,2	29	20,6	23,2	119	95,1	2500	0,83	0,73	0,4	3,5	152	87	148	91	6	14

Умовне позначення підшипників	d	D	B	T		r	r <sub>1</sub>	α°	Ролики			Розрахункові параметри					D <sub>звн</sub>	D <sub>звн</sub>	D <sub>звн</sub>	D <sub>звн</sub>	D <sub>звн</sub>		
				найм.	найб.				D <sub>r</sub>	I	Z	C	C <sub>0</sub>	κН	l <sub>оп</sub> об/хв	e						Y	Y <sub>0</sub>
27317	85	180	41	30	45,0	44,0	4,0	1,5	27	19,8	25,2	17	165	146	2500	0,76	0,79	0,43	99	166	102	7	16,5
1027320	100	215	51	37	57,0	56,0	4,0	1,5	25	25,6	30,6	16	238	210	2000	0,71	0,84	0,46	114	200	121	7	20
1027324	120	260	62	43	68,0	67,0	4,0	1,5	26	29,8	36	16	327	300	2000	0,75	0,81	0,44	134	235	145	14	20
1027328	140	300	70	48	77,5	76,0	5,0	2,0	27	34,1	41,6	16	424	398	1600	0,75	0,8	0,44	160	275	170	14	20
1027336	180	380	88	60	98,0	96,0	5,0	2,0	27	42,4	51,5	17	684	681	1250	0,8	0,8	0,43	200	360	210	20	22
1027340	200	420	97	66	108,0	106,0	6,0	2,5	29	44	61,3	18	782	806	800	0,83	0,72	0,4	220	400	230	20	22

Приклад умовного позначення підшипника за ГОСТ 7260-81 з умовним позначенням 27312:

Підшипник 27312 ГОСТ 7260-81

Таблиця 2.11. Роликові підшипники радіально-упорні конічні дворядні

Еквівалентне радіальне навантаження на підшипник:  
 - динамічне:  $F_E = F_r + Y F_a$ , якщо  $F_d/F_r \leq e$ ;  
 $F_E = 0,67 F_r + Y F_a$ , якщо  $F_d/F_r > e$ ;  
 - статичне:  $F_{0E} = 0,5 F_r + Y_0 F_a$ ;  
 якщо  $F_{0E} < F_r$ , то приймати  $F_{0E} = F_r$ .

Умовне позначення підшипників	d	D	T	r	r <sub>1</sub>	α°	Ролики			Розрахункові параметри						D <sub>звн</sub>	D <sub>звн</sub>	D <sub>звн</sub>	D <sub>звн</sub>		
							D <sub>r</sub>	I	Z	C	C <sub>0</sub>	κН	l <sub>оп</sub> об/хв	e	Y					Y <sub>0</sub>	
															$F_d/F_r \leq e$						$F_d/F_r > e$
2097930	150	210	85	70	3	16	12,5	23,4	34	276	397	1600	0,42	1,62	2,4	1,59	8,41	160	204	9	
2097936	180	250	95	76	3	14	17	28,5	31	425	594	1600	0,37	1,84	2,74	1,8	13,2	190	243	10	
2097938	190	260	95	76	3	14	17	28,6	33	439	630	1600	0,38	1,76	2,62	1,72	13,5	200	253	10	
2097940	200	280	118	97	3,5	1,2	11	17,9	33,4	556	836	1250	0,29	2,35	3,5	2,23	20,8	212	270	11	
2097944	220	300	110	88	3,5	1,2	12	18	32,9	588	917	1000	0,31	2,18	3,25	2,13	21,1	232	290	12	
2097948	240	320	110	90	3,5	1,2	17	18,2	33	40	595	1000	0,45	1,51	2,25	1,48	22,0	252	312	13	

Надлетка серії діаметрів 9

Тип 97000

Продовження табл. 2.11.

Умовне позначення підшипників	d	D	T <sub>к</sub>	с	r	r <sub>1</sub>	α°,	Ролики			Розрахункові параметри						Маса, кг	D <sub>вн</sub>	D <sub>зовн</sub>		
								D <sub>в</sub>	I	Z	C	C <sub>0</sub>	кгН	N <sub>гр</sub> , об/хв	ε	Y				Y <sub>0</sub>	
																$\frac{F_{a, \leq e}}{F_r}$					$\frac{F_{a, > e}}{F_r}$
2097952	260	360	134	109	3,5	1,2	14	24,3	40,5	37	866	1300	800	0,37	1,83	2,72	1,79	38,3	272	350	14
2097960	300	420	160	128	4	1,5	11	27,3	48,5	34	1160	1830	630	0,28	2,39	3,56	2,34	62,9	314	406	15
2097968	340	460	160	128	4	1,5	12	27,3	48,5	38	1240	2040	500	0,31	2,15	3,2	2,1	71,0	354	448	17
2097972	360	480	160	128	4	1,5	12	27,3	48,5	40	1270	2130	400	0,33	2,06	3,06	2,01	74,3	374	466	18
1097976	380	520	150	112	5	2	11	33,5	38	35	1230	1840	400	0,29	2,33	3,47	2,28	84,4	400	505	18
1097992	460	620	175	131	5	2	15	39,2	46	40	1820	2910	400	0,40	1,69	2,51	1,65	135,0	480	602	18
1097996	480	650	180	130	6	2,5	16	39,2	46	37	1650	2680	315	0,42	1,61	2,4	1,58	151,0	500	628	20
10979/500	500	670	180	130	6	2,5	16	39,2	48	43	1860	3040	315	0,44	1,55	2,31	1,52	164,0	525	650	20
10979/530	530	710	190	136	6	2,5	15	43,7	47,8	41	2120	3410	250	0,41	1,64	2,44	1,61	191,0	555	688	20
10979/560	560	750	213	156	6	2,5	16	43,7	46,8	44	2220	3660	250	0,43	1,55	2,31	1,52	235,0	585	725	20
10979/600	600	800	210	160	6	2,5	12	45,2	57,3	45	2770	4810	200	0,33	2,06	3,06	2,01	244,0	625	775	20
10979/630	630	850	242	182	8	3,5	15	53,4	62,8	40	3250	5430	200	0,40	1,69	2,52	1,65	368,0	660	830	25
10979/710	710	950	240	175	8	3,5	17	52,5	65	46	3510	6260	200	0,46	1,47	2,19	1,44	415,0	740	930	25
10979/800	800	1060	270	204	8	3,5	13	57	70	48	4320	7950	125	0,35	1,95	2,90	1,91	604,0	830	1040	25
10979/850	850	1120	268	190	8	3,5	17	62,6	74	46	4680	8450	125	0,46	1,48	2,20	1,45	653,0	880	1100	30
10979/950	950	1250	300	220	10	4	13	71	80	46	5950	10900	125	0,33	2,03	3,02	1,99	930,0	990	1220	30
Особливо латка серія діаметрів 1																					
2097136	180	280	134	108	3,5	1,2	11	24,3	40	24	729	968	1250	0,28	2,43	3,62	2,37	27,9	192	268	16

Продовження табл. 2.11.

Умовне позначення підшипників	d	D	T <sub>к</sub>	с	r	r <sub>1</sub>	α°,	Ролики			Розрахункові параметри						Маса, кг	D <sub>вн</sub>	D <sub>зовн</sub>		
								D <sub>в</sub>	I	Z	C	C <sub>0</sub>	кгН	N <sub>гр</sub> , об/хв	ε	Y				Y <sub>0</sub>	
																$\frac{F_{a, \leq e}}{F_r}$					$\frac{F_{a, > e}}{F_r}$
2097140	200	310	152	123	3,5	1,2	14	24,9	45	26	874	1230	1250	0,38	1,8	2,67	1,75	39,3	212	297	17
2097144	220	340	165	130	4	1,5	13	30	50,2	24	1050	1430	1000	0,35	1,95	2,90	1,90	48,0	234	326	19
2097148	240	360	165	130	4	1,5	12	27,7	51,2	27	1090	1590	1000	0,32	2,13	3,18	2,09	54,5	254	348	19
2097152	260	400	186	146	5	2	11	32,5	56,5	26	1380	2000	800	0,30	2,28	3,39	2,23	76,8	280	384	22
2097156	280	420	189	154	5	2	14	35	57,5	26	1450	2070	800	0,37	1,83	2,72	1,79	84,5	300	406	22
97168	340	520	180	135	6	2,5	11	43,7	47,8	25	1620	2180	630	0,29	2,33	3,47	2,28	119,0	362	495	24
97172	360	540	185	140	6	2,5	11	43,7	47,8	27	1680	2310	500	0,30	2,25	3,34	2,20	127,0	385	510	24
97180	400	600	206	150	6	2,5	15	46,7	57	28	2100	3040	400	0,40	1,71	2,55	1,67	180,0	425	575	26
97184	420	620	206	150	6	2,5	15	46,7	57	29	2140	3130	400	0,41	1,64	2,44	1,60	187,0	445	595	26
97188	440	650	212	152	8	3,5	16	46,7	57	30	2170	3220	315	0,43	1,57	2,34	1,53	213,0	470	625	26
97192	460	680	230	175	8	3,5	12	53,6	62,8	27	2610	3790	315	0,31	2,18	3,25	2,13	253,0	490	655	26
971/500	500	720	236	180	8	3,5	12	53,6	62,8	33	3000	4620	250	0,33	2,04	3,04	2,0	288,0	530	700	26
971/560	560	820	260	185	8	3,5	15	64,3	70	31	3770	5710	250	0,40	1,71	2,55	1,67	418,0	590	785	28
971/600	600	870	270	198	8	3,5	15	65,4	76	33	4230	6630	200	0,41	1,63	2,43	1,6	500,0	630	835	28
971/710	710	1030	315	220	10	4	16	75	88	35	5720	9370	160	0,43	1,58	2,35	1,54	814,0	750	990	28
971/800	800	1150	350	256	10	4	13	80,3	91,2	36	6510	10900	100	0,35	1,91	2,85	1,87	1089	840	1100	28
Особливо латка серія діаметрів 7																					
2097724	120	200	110	90	3	1,0	9	20	30,5	21	437	527	2000	0,25	2,74	4,07	2,68	11,7	130	192	10

Продовження табл. 2.11.

Умовне позначення підшипників	d	D	T <sub>к</sub>	c	r	r <sub>1</sub>	α°	Ролики			Розрахункові параметри						Маса, кг	D <sub>вн</sub>	D <sub>вн</sub>		
								D <sub>вн</sub>	l	Z	C	C <sub>0</sub>	κН	ν <sub>р</sub> , об/хв	ε	Y				Y <sub>0</sub>	
																$\frac{F_{1a} \leq e}{F_r}$					$\frac{F_{1a} > e}{F_r}$
2097726	130	210	110	90	3	1,0	10	19,4	33	23	484	611	2000	0,26	2,62	3,89	2,56	13,5	140	200	10
2097730	150	250	138	112	3,5	1,2	9	24,3	40	21	680	854	1600	0,24	2,76	4,11	2,70	25,8	165	236	14
2097732	160	270	150	120	3,5	1,2	12	24,9	47	22	806	1070	1250	0,32	2,1	3,13	2,06	34,9	175	255	14
2097736	180	300	164	134	4	1,5	10	27,7	51,1	22	976	1310	1250	0,26	2,64	3,93	2,58	43,3	195	282	14
2097738	190	320	172	134	4	1,5	12	30	51,2	22	1010	1320	1250	0,32	2,13	3,18	2,09	51,5	205	302	18
2097740	200	340	184	150	4	1,5	9	32,5	56,5	22	1270	1710	1000	0,25	2,74	4,08	2,68	63,0	215	320	18
2097744	220	370	200	166	5	2	9	37,0	64,1	21	1430	1910	800	0,24	2,76	4,11	2,70	77,3	240	350	18
2097748	240	400	210	168	5	2	12	37,5	65	22	1610	2210	800	0,32	2,12	3,15	2,07	98,0	260	380	18
2097752	260	440	225	180	5	2	9	43,7	71	20	1960	2640	800	0,24	2,84	4,23	2,78	127,0	280	415	18
1097760	300	500	205	152	6	2,5	12	46,7	57	22	1830	2410	630	0,32	2,12	3,15	2,07	143,0	320	475	18
1097768	340	580	242	170	6	2,5	16	57,8	66	21	2480	3230	500	0,42	1,59	2,38	1,56	226,0	360	550	20
1097776	380	620	242	170	6	2,5	17	57,8	66	22	2500	3330	400	0,46	1,47	2,19	1,44	243,0	400	590	20
1097780	400	650	254	190	8	3,5	12	60	10	23	3290	4470	400	0,31	2,21	3,29	2,16	311,0	430	620	20
1097784	420	700	275	200	8	3,5	12	65,4	76	25	3670	5200	315	0,32	2,12	3,15	2,07	406,0	450	660	25
109771670	670	109	410	296	10	4	12	102	122	26	8540	13000	125	0,32	2,10	3,13	2,06	1370	700	103	35

Летка серія діаметрів 5

97506	30	62	50	41	1,5	0,5	14	7,9	14	14	59,8	55	6300	0,37	1,85	2,76	1,81	0,63	36	58,5	4,0
97507	35	72	55	46	2	0,8	13	9,7	16,3	14	86	80,6	5000	0,35	1,95	2,90	1,91	1,0	42	68,5	5,0

Продовження табл. 2.11.

Умовне позначення підшипників	d	D	T <sub>к</sub>	c	r	r <sub>1</sub>	α°	Ролики			Розрахункові параметри						Маса, кг	D <sub>вн</sub>	D <sub>вн</sub>		
								D <sub>вн</sub>	l	Z	C	C <sub>0</sub>	κН	ν <sub>р</sub> , об/хв	ε	Y				Y <sub>0</sub>	
																$\frac{F_{1a} \leq e}{F_r}$					$\frac{F_{1a} > e}{F_r}$
97508	40	80	55	45	2	0,8	14	9,8	16,3	16	93	89,6	5000	0,38	1,77	2,64	1,73	1,21	47	75,5	5,5
97509	45	85	55	45	2	0,8	16	9,8	16,3	16	88,4	85,2	5000	0,42	1,62	2,42	1,59	1,33	52	81,5	5,5
97510	50	90	55	45	2	0,8	16	8,9	16,7	19	102	109	4000	0,42	1,60	2,39	1,57	1,4	57	86,5	5,5
97511	55	110	60	48	2,5	0,8	13	11,4	17,5	16	124	123	4000	0,36	1,87	2,79	1,83	1,8	64	95,0	5,5
97512	60	110	65	55	2,5	0,8	15	11,6	18,6	18	144	151	3150	0,39	1,72	2,56	1,68	2,6	69	105	5,5
97514	70	125	75	62	2,5	0,8	15	13,5	22,5	18	189	203	3150	0,39	1,74	2,59	1,70	3,53	79	120	6
97515	75	130	75	62	2,5	0,8	15	13,4	22,5	19	197	216	3150	0,41	1,66	2,47	1,62	3,8	84	125	6
97516	80	140	80	65	3	1	15	14,7	23,4	19	228	251	2500	0,40	1,68	2,50	1,64	4,8	90	134	7
97518	90	160	96	78	3	1	15	17,2	27,5	18	310	342	2500	0,39	1,74	2,59	1,70	7,6	100	152	8,5
97519	95	170	108	90	3,5	1,2	15	18,4	33,9	18	386	449	2500	0,38	1,76	2,62	1,72	9,7	107	163	10
97520	100	180	112	92	3,5	1,2	15	18,5	33,4	19	398	471	2000	0,40	1,68	2,50	1,64	11,6	112	170	10
97521	105	190	118	96	3,5	1,2	15	19,8	36,6	19	464	557	2000	0,40	1,70	2,53	1,66	13,7	117	181	10
97524*	120	215	136	112	3,5	1,2	15	21,6	43,3	20	602	758	1600	0,41	1,64	2,44	1,60	20,4	132	205	11,5
97526	130	230	150	120	4	1,5	16	22,2	48,4	21	663	857	1600	0,43	1,57	2,34	1,53	25,3	144	231	13,5
97530	150	270	172	138	4	1,5	14	28,9	53,6	19	942	1200	1250	0,39	1,74	2,59	1,70	39,1	164	255	13,5

Приклад умовного позначення підшипника за ГОСТ 6364-78 з умовним позначенням 97510:

Підшипник 97510 ГОСТ 6364-78



## ГЛАВА 3. КОНСТРУЮВАННЯ ОПОР ВАЛІВ З ПІДШИПНИКАМИ КОЧЕННЯ

### 3.1. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО КОНСТРУКЦІЙ ОПОР ВАЛІВ

Підшипники кочення є складовими елементами опор валів та інших обертових деталей. Надійна і тривала робота підшипників залежить від конструктивних особливостей опор. Під час конструювання підшипникових вузлів беруть до уваги призначення механізму, умови його монтажу і експлуатації, величину і напрям експлуатаційних навантажень підшипників, необхідний ресурс, частоти обертання, температурні умови і стан зовнішнього середовища, а також загальну компоновку механізму і технологічні можливості його виготовлення. Всі ці фактори визначають не тільки конструкцію опори, типи використаних підшипників і спряжених з ними деталей, але й систему ущільнень та змащування, а також точність виготовлення окремих деталей.

Найбільш загальними вимогами до опор з підшипниками кочення є забезпечення співвісності посадочних поверхонь під підшипники, належна жорсткість деталей підшипникового вузла і умови правильного монтажу і демонтажу опор.

**Співвісність посадочних поверхонь** під підшипники вимагає забезпечення повної збіжності осей посадочних шийок валів і отворів корпусів після монтажу. Якщо не вжито заходів для компенсації можливих конструктивних чи технологічних дефектів, що спричиняють похибки у співвісності, робота підшипникової опори буде ненормальною внаслідок перекосу кілець і перенавантаження тіл кочення.

Основні способи забезпечення співвісності: а) розташування підшипникових опор у спільному корпусі або фіксація окремих корпусів опор на спільній основі з розточуванням отворів під зовнішні кільця підшипників за один прохід різального інструмента; б) остаточна обробка посадочних поверхонь на валах за одне встановлення на верстаті; в) застосування в опорах самоустановних сферичних кулькових чи роликів підшипників для багатоопорних і податливих валів.

**Жорсткість деталей** підшипникового вузла досягається за умови виконання таких вимог: а) розміри спряжених з підшипниками деталей

повинні бути такими, щоб під дією експлуатаційних навантажень вони не деформувались і не спотворювали свою геометричну форму; б) навантаження, що діють на опору, не повинні спричинювати відхилення від співвісності посадочних поверхонь; в) висота і площа опорних поверхонь бортів на валах і в корпусах повинна бути достатньою для сприйняття осьових зусиль без деформацій; г) торцеві кришки для фіксації підшипників в осьовому напрямі повинні мати достатню жорсткість для уникнення деформацій, що можуть спотворити нормальне положення підшипника.

**Умови правильного монтажу і демонтажу** опор з підшипниками кочення: а) наявність відповідних фасок на поверхнях шийок валів і в розточках корпусів; б) можливість застосування відповідних пристроїв для напресування і випресування підшипників; в) забезпечення технологічності монтажу всіх деталей опори з можливістю регулювання зубчастих зачеплень й інших елементів, а також зазорів в самих підшипниках.

### 3.2. КОНСТРУКЦІЇ ОПОР ВАЛІВ З ПІДШИПНИКАМИ КОЧЕННЯ

У конструкціях опор валів і деталей що обертаються, підшипники відповідним чином закріплюють як на валах, так і в корпусах опор. Така фіксація необхідна, з одного боку, для забезпечення відповідного сталого положення валів та деталей на них розташованих, а з іншого — для можливості сприймання опорою осьових навантажень.

На рис. 3.1 показано деякі характерні способи закріплення підшипників на валах. Внутрішні кільця підшипників закріплюють на валах, використовуючи бортики вала і посадку з натягом (рис. 3.1, а), пружинні стопорні кільця (рис. 3.1, б), торцеві шайби (рис. 3.1, в) і круглі спеціальні гайки зі стопорними шайбами (рис. 3.1, г). Таке закріплення підшипників на валах здебільшого використовується для валів, що обертаються відносно нерухомого корпусу.

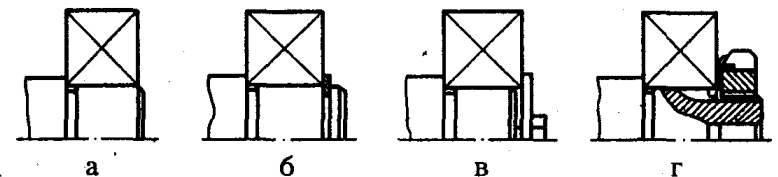


Рис. 3.1. Закріплення підшипників кочення на валах

Закріплення підшипників у нерухомому корпусі може здійснюватись за способами, показаними на рис. 3.2.

За умови забезпечення осьового переміщення підшипника в гнізді опори, наприклад, для компенсації температурних деформацій вала, зовнішнє кільце підшипника не фіксується в осьовому напрямі в корпусі опори (рис. 3.2, а). Однобічна фіксація осьового положення підшипника і вала може здійснюватись однобічним закріпленням зовнішнього кільця підшипника бортиком у гнізді корпусу або кришкою підшипника (рис. 3.2, б, в). Двобічне закріплення зовнішнього кільця у гнізді корпусу може виконуватись за допомогою бортика у корпусі або пружинного стопорного кільця та кришки підшипника (рис. 3.2, г, д). Існують також інші способи закріплення та фіксації підшипників кочення у гнізді корпусу.

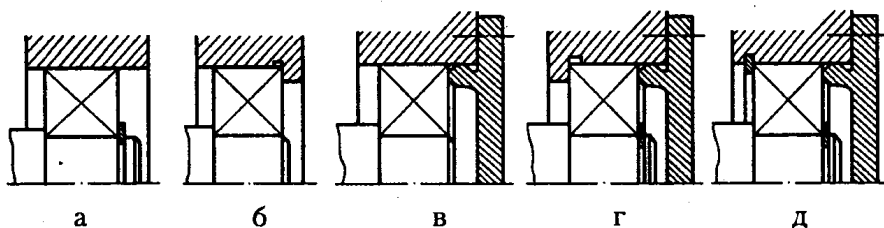


Рис. 3.2. Кріплення підшипників кочення у корпусі опори

Розглянемо тепер деякі особливості встановлення підшипників двох опор вала у випадках використання радіальних, радіально-упорних та упорних підшипників.

**Радіальні підшипники** застосовують тільки при радіальному навантаженні опор і деколи при незначному осьовому навантаженні (кулькові радіальні підшипники). На рис. 3.3, а зображено варіант розміщення вала на радіальних кулькових підшипниках, який використовується для коротких валів (відношення відстані між опорами вала до його діаметра  $l/d \leq 4$ ). Тут підшипники мають однобічну фіксацію зовнішніх кілець у двох опорах. Невеликий зазор  $0,2 \dots 0,3$  мм між зовнішнім кільцем та кришкою передбачають для запобігання заклинюванню тіл кочення при температурному видовженні вала.

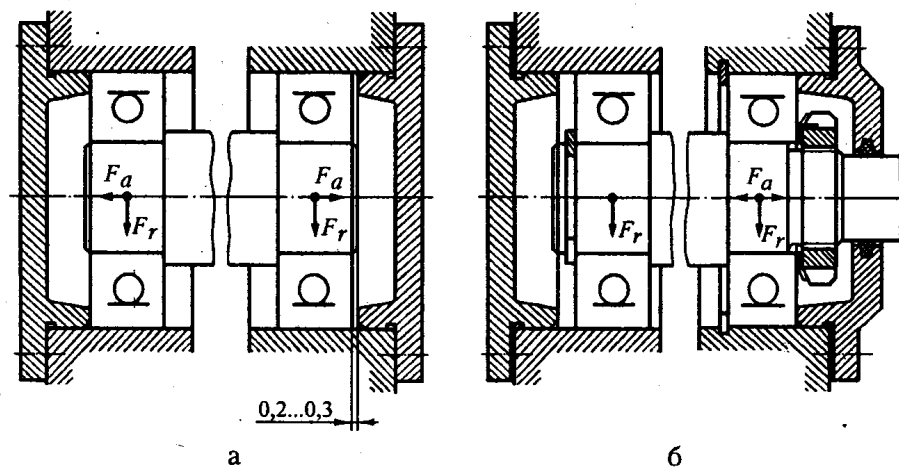


Рис. 3.3. Конструкції опор валів на радіальних кулькових підшипниках

Довгі вали розміщують на радіальних кулькових підшипниках за варіантом на рис. 3.3, б. У цьому варіанті внутрішні кільця двох підшипників мають двобічну фіксацію на валу, зовнішнє кільце одного з підшипників зафіксоване у корпусі з двох боків, а зовнішнє кільце другого підшипника має можливість переміщуватись у корпусі в осьовому напрямі. Цим можна запобігти заклинювання підшипників при температурному видовженні вала. Фіксований із двох боків на валу та в корпусі підшипник сприймає радіальне і осьове навантаження, а вільно розміщений у гнізді корпусу підшипник (плаваюча опора) — тільки радіальне навантаження (напрями навантаження показані стрілками). Підшипник плаваючої опори повинен бути навантаженим меншою радіальною силою.

Схеми монтажу роликових радіальних підшипників в опорах валів залежать значною мірою від конструктивних особливостей цих підшипників.

**Радіально-упорні підшипники** одночасно сприймають радіальне та осьове навантаження. Особливістю цих підшипників є те, що під час їхнього радіального навантаження виникає осьова сила, яка зумовлена кутом контакту  $\alpha$  тіл кочення. Ця осьова сила примушує вал зміщатись в осьовому напрямі. Щоб запобігти таким зміщенням, вали переважно слід розміщувати на двох радіально-упорних підшипниках, до того ж поставлених так, щоб осьові сили, які в них виникають, були направлені в протилежні боки (тобто з протилежним напрямом кутів контакту  $\alpha$ ).

На рис. 3.4 показані деякі варіанти монтажу радіально-упорних кулькових та роликів підшипників в опорах валів.

Для коротких валів застосовують варіанти монтажу „у розпір“ (рис. 3.4, а) та „у розтяжку“ (рис. 3.4, б). У цих варіантах кожне кільце двох підшипників має тільки односторонню осеву фіксацію на валу і в гнізді корпусу опори.

Довгі вали, які навантажені радіальними та осьовими силами, розміщують на комбінованих опорах (рис. 3.4, в). Одна опора складається з двох радіально-упорних підшипників, поставлених „у розпір“, і сприймає радіальне і двобічне осьове навантаження. Для другої опори вала може бути використаний радіальний підшипник (для сприймання тільки радіального навантаження) із можливістю осевого переміщення (плаваюча опора) при температурних видовженнях вала.

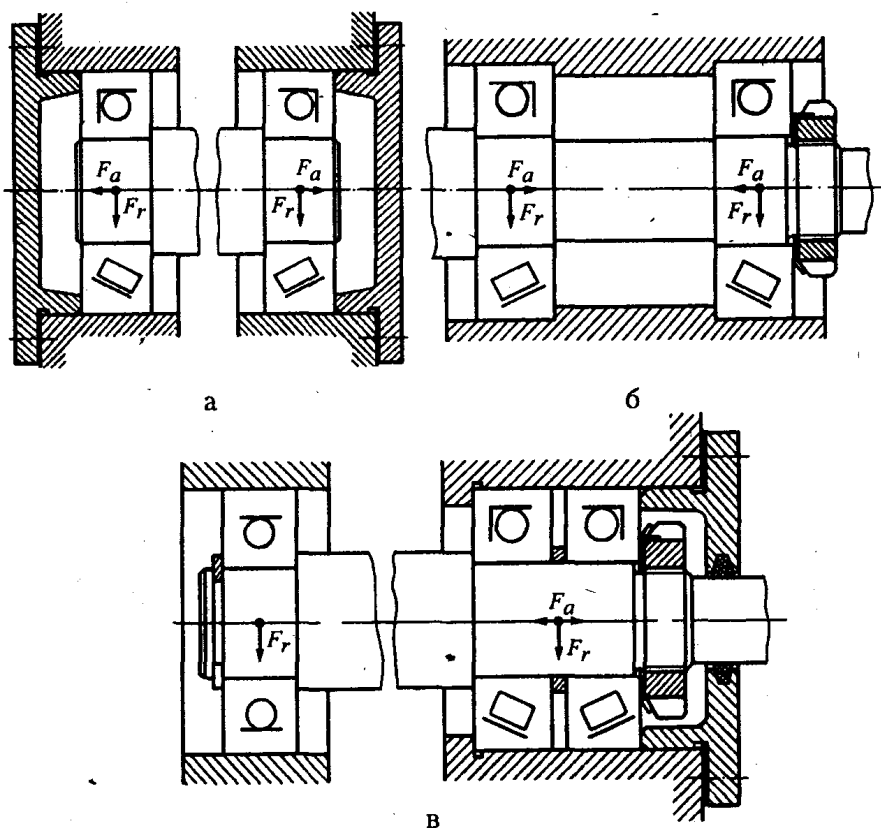


Рис. 3.4. Конструкції опор валів на радіально-упорних підшипниках

Радіально-упорні підшипники вимагають ретельного регулювання. Регулювання натягу таких підшипників здійснюють при робочій температурі за допомогою набору прокладок між корпусом та кришкою (рис. 3.4, а, в) або за допомогою гайки на валу (рис. 3.4, б).

**Упорні підшипники** застосовують для сприймання тільки осевих навантажень вала. Одинарні упорні підшипники сприймають осьове навантаження в одному напрямі, а подвійні підшипники здатні сприймати двобічне осьове навантаження. Варіанти монтажу опор вала з упорними підшипниками зображені на рис. 3.5, а, б.

Інколи в одній опорі можна використовувати радіальний і упорний підшипники. У цьому випадку така комбінована опора вала здатна сприймати як радіальні, так і осеві навантаження.

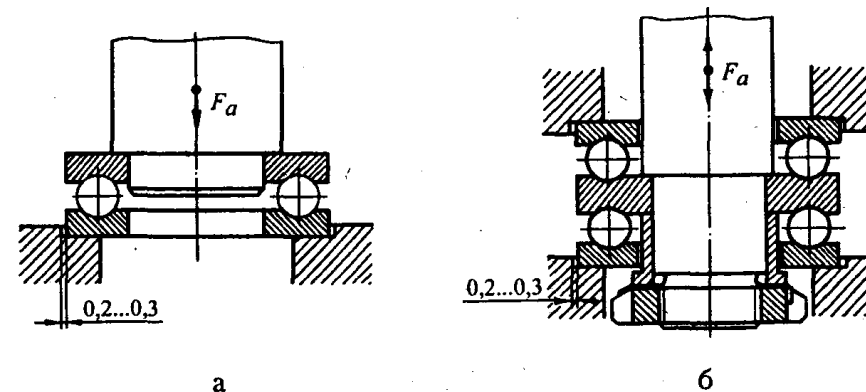


Рис. 3.5. Опори валів на упорних кулькових підшипниках

### 3.3. ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЙ ОПОР ВАЛІВ ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ

Опори валів зубчастих передач здебільшого розташовують в опорах з підшипниками кочення. Залежно від того, яке співвідношення радіальних і осевих зусиль, що діють на вали, використовують як радіальні, так і радіально-упорні підшипники.

У зубчастих передачах прямозубих або косозубих з малим кутом нахилу зубців і відносно малою відстанню між опорами використовують

радіальні кулькові підшипники (рис. 3.6, а). Для того, щоб уникнути защемлення тіл кочення від температурних деформацій, передбачається зазор  $a = 0,2 \dots 0,4$  мм. Цей зазор регулюють за допомогою мірних прокладок (б) між корпусом і накладними кришками підшипників. Така конструкція досить проста, оскільки отвори у корпусі можна виконати без бортиків наскрізною розточкою за одну установку, що забезпечує високу точність посадочних гнізд під підшипники. Крім того, в опорах зменшується кількість деталей і зручно виконувати монтаж і регулювання осьового зазора.

Конструкцію опор вала за рис. 3.6, б застосовують у разі значної відстані між опорами. Тут права опора вала фіксована, а ліва — плаваюча. Осьовий зазор  $c$  повинен бути в межах  $2 \dots 3$  мм, щоб уникнути защемлення підшипників при температурних перепадах.

У зубчастих передачах з шевронними колесами або здвоєними косозубими, що утворюють шеврон, осьові зусилля на опори відсутні. Однак через неточності виготовлення і складання може відбуватись нерівномірне навантаження півшевронів за умови жорсткої осьової фіксації двох валів. Щоб уникнути такого явища, один із валів (переважно швидкохідний) роблять плаваючим в осьовому напрямі. Цього досягають використанням в опорах вала радіальних підшипників з короткими циліндричними роликками без бортів на зовнішньому кільці. Конструкція опор плаваючого вала показана на рис. 3.6, в. У випадку недостатньо жорстких валів доцільно використовувати радіальні сферичні кулькові підшипники (рис. 3.6, г).

У зубчастих передачах косозубих, конічних чи черв'ячних передачах на вали можуть діяти значні осьові навантаження. В таких випадках в опорах валів використовують радіально-упорні кулькові (рис. 3.7, а) або роликові (рис. 3.7, б, в) підшипники за умови, що відношення відстані між опорами до діаметра вала не перевищує 8. Зображені на рис. 3.7 конструкції опор валів досить прості, але вимагають ретельного регулювання осьових зазорів у підшипниках в необхідних межах як під час складання опор, так і під час експлуатації. Температурні видовження вала ні в якому разі не мають повністю вибирати осьові зазори. В опорах валів (рис. 3.7) осьові зазори регулюються комплектом металевих прокладок завтовшки  $0,05 \dots 0,2$  мм, що встановлюються між корпусом і кришками підшипників.

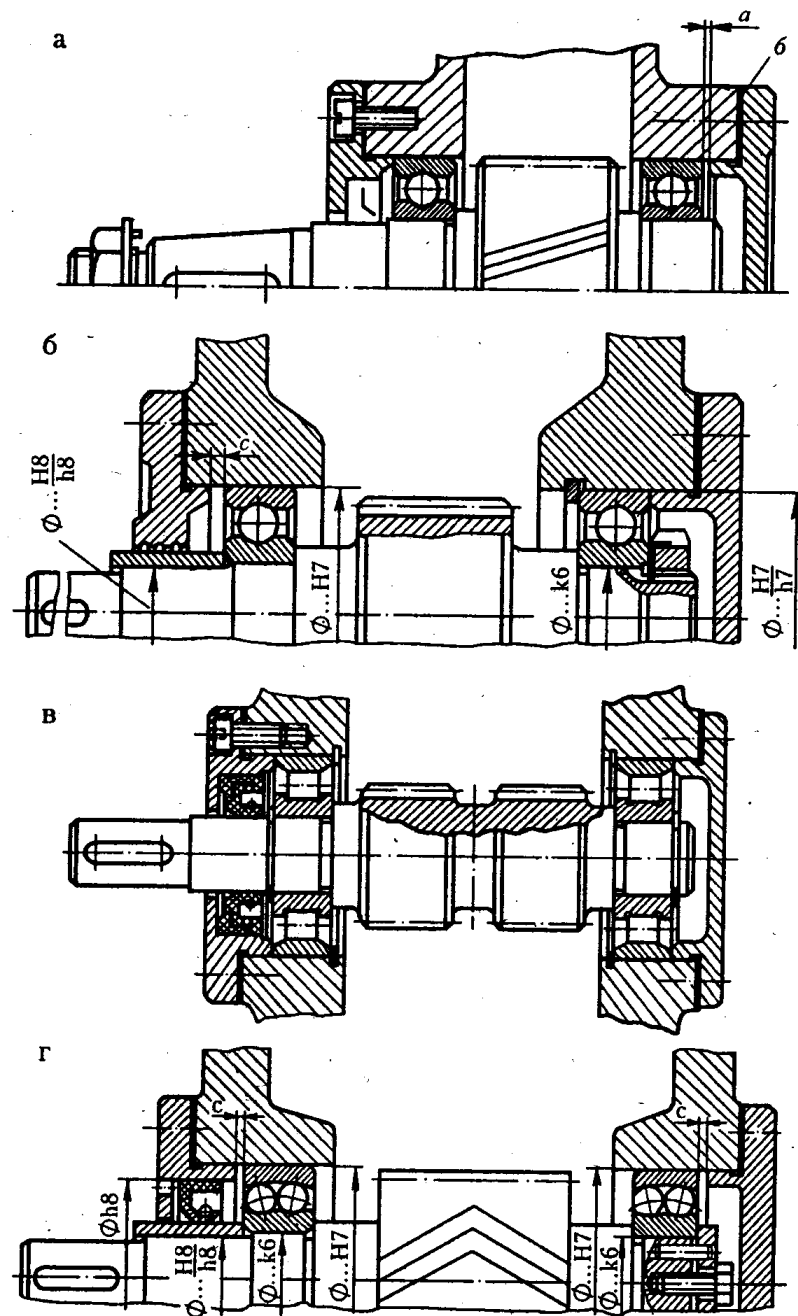


Рис. 3.6. Конструктивні особливості опор валів з радіальними підшипниками

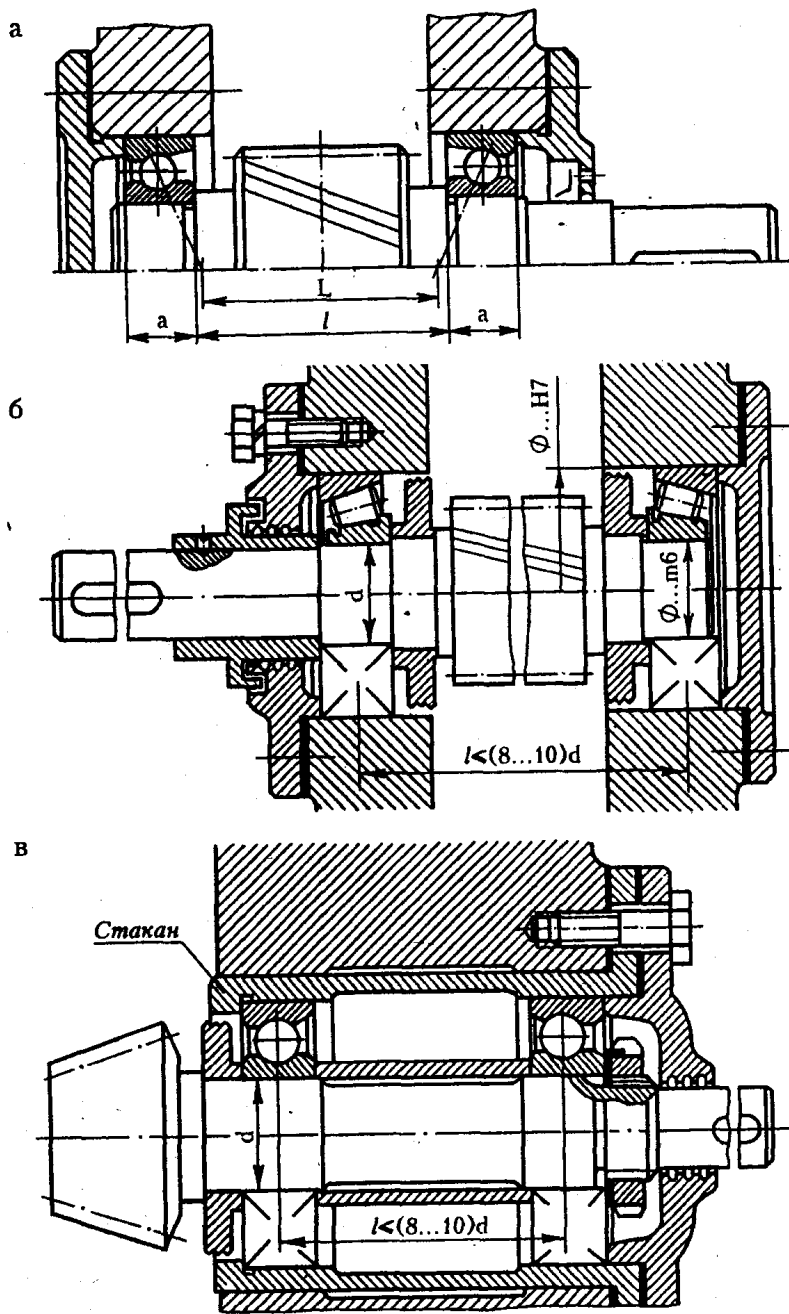


Рис. 3.7. Конструктивні особливості опор валів з радіально-упорними підшипниками

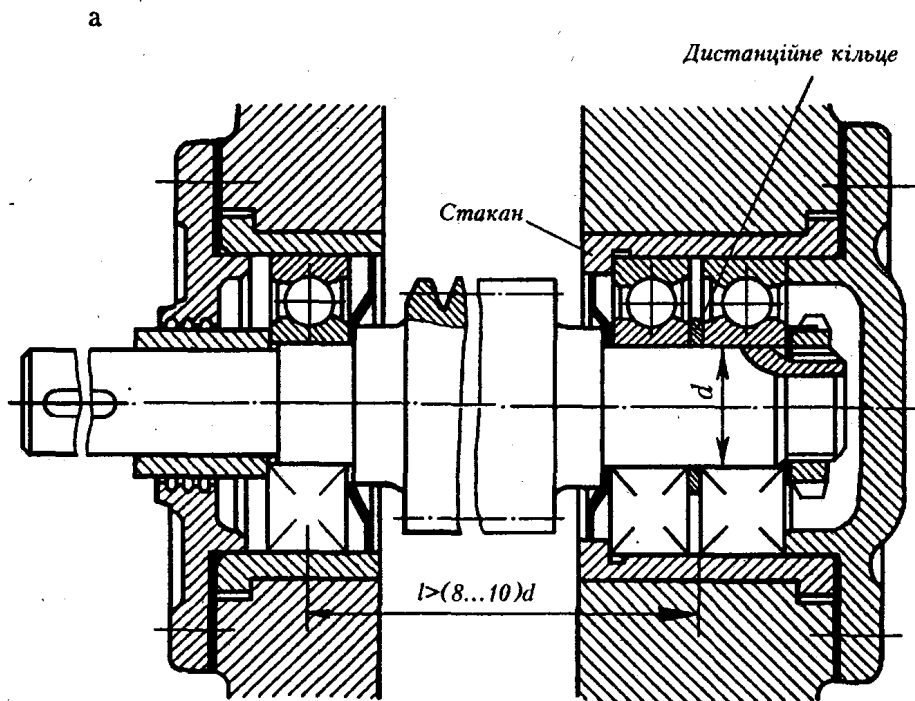
Для валів, що мають значну відстань між опорами і навантажені значними осьовими силами, часто використовують комбіновані опори. В одній опорі (більш навантаженій) розташовують два радіально-упорні підшипники для сприйняття радіального навантаження і двостороннього осьового навантаження, а в іншій — один радіальний плаваючий підшипник для сприйняття тільки радіального навантаження (рис. 3.8, а). Для вільного осьового переміщення зовнішнього кільця плаваючого підшипника в корпусі необхідно передбачити його відповідну посадку з зазором. В такій конструктивній схемі опор валів можуть використовуватись радіально-упорні підшипники як кулькові (рис. 3.8, а), так і роликіві конічні (рис. 3.8, б). В останньому варіанті слід звернути увагу на закріплення внутрішніх кілець конічних роликівіх підшипників гайкою на валу. Тут потрібна додаткова втулка між торцем внутрішнього кільця підшипника і гайкою 1 зі стопорною шайбою 2 для того, щоб забезпечити зазор між сепаратором підшипника і шайбою.

Регулювання осьових зазорів радіально-упорних підшипників в опорах за рис. 3.8 здійснюється набором прокладок (б) під кришками. Тут же для встановлення зовнішніх кілець підшипників у корпусі передбачені додаткові перехідні втулки (стакани). Ці втулки поставлені з метою спрощення технології механічної обробки посадочних гнізд у корпусі.

Конструктивні особливості опор вертикальних валів з використанням радіальних і одинарних упорних підшипників подані на рис. 3.9, а, б. Тут на вали діє односторонньо направлена осьова сила  $F_a$ . У випадку можливої двосторонньої дії осьової сили опора вала зі здвоєним упорним і радіальним підшипниками може мати конструкцію, яка наведена на рис. 3.9, в.

### 3.4. ДЕТАЛІ КРІПЛЕННЯ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ В ОПОРАХ ВАЛІВ

Деякі способи закріплення підшипників кочення в опорах валів показані на рис. 3.1 і 3.2. Найбільш надійним способом кріплення підшипника на валу є спосіб з використанням спеціальної круглої гайки, яка нагвинчується на різьбову ділянку вала (рис. 3.1, г). Гайка фіксується від самовідгвинчування спеціальною стопорною шайбою. Такі гайки застосовують також і для регулювання осьового зазору у підшипниках, наприклад, як у схемі розташування підшипників (рис. 3.4, б). Різьбова ділянка на валу повинна закінчуватись відповідною



б

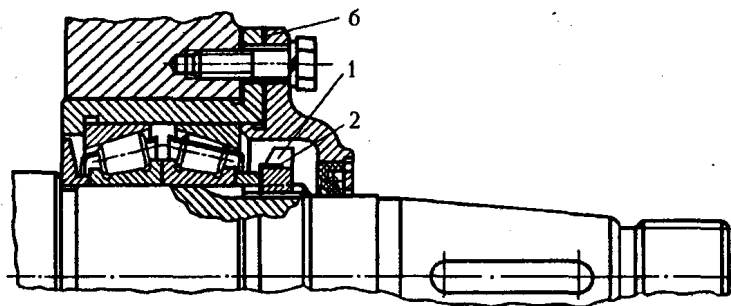


Рис. 3.8. Конструктивні особливості опор валів із двома кульковими і роликовими радіально-упорними підшипниками

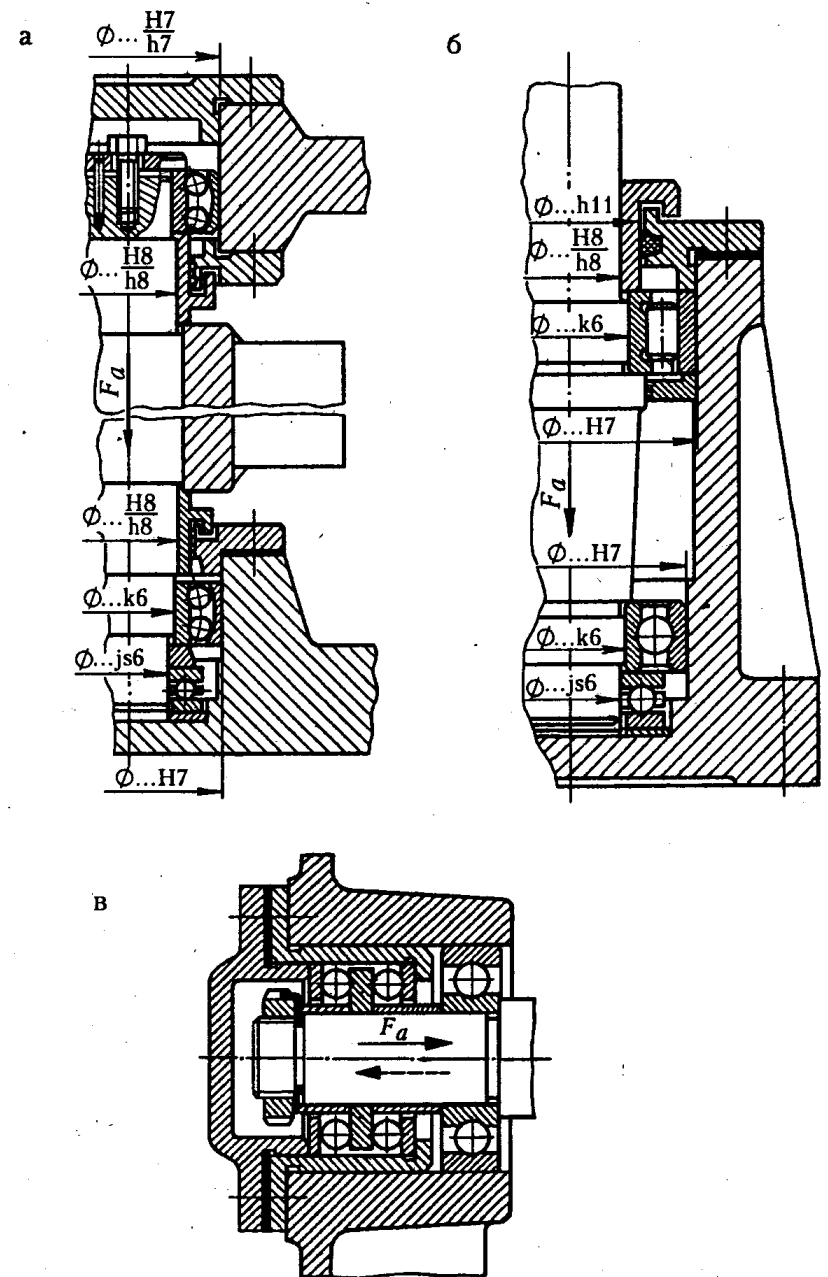
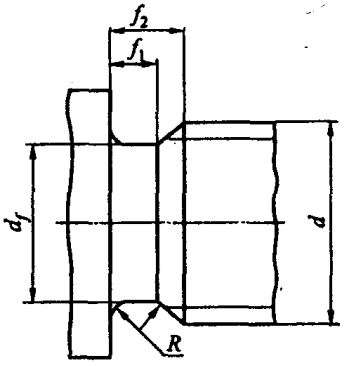


Рис. 3.9. Конструктивні особливості опор валів з упорними підшипниками

проточкою, розміри якої мають відповідати рекомендаціям, поданим у табл. 3.1. Проточки необхідні для виходу інструмента під час нарізання різьби.

**Таблиця 3.1. Розміри проточок для різьби під круглі гайки**



Розміри, мм

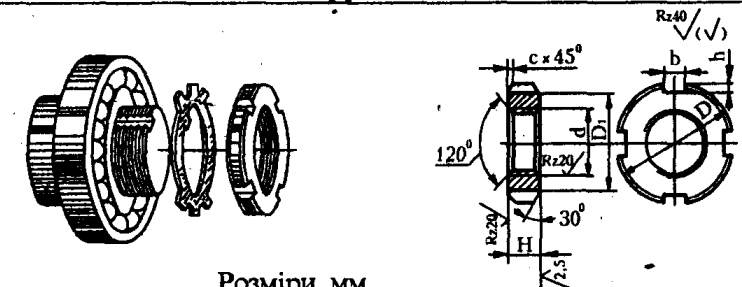
Крок різьби	$f_{min}$	$f_{max}$	$d_f$	$R$
1,0	2,1	3,5	$d-1,6$	0,5
1,5	3,2	5,2	$d-2,3$	0,75
2,0	4,5	7,0	$d-3,0$	1,0
2,5	5,6	8,7	$d-3,6$	1,25
3,0	6,7	10,5	$d-4,4$	1,5

Розміри спеціальних круглих шліцевих гайок для фіксації підшипників на валу наведені у табл. 3.2, а стопорних шайб — у табл. 3.3. Замкове стопоріння гайки здійснюється за рахунок того, що внутрішній язичок шайби розташовується у рівці різьбової ділянки вала, а один із зовнішніх язичків відгинається у шліц гайки.

Часто на валах підшипники закріплюють за допомогою пружинних упорних кілець (рис. 3.1, б; 3.6, в). Розміри кілець і кільцевих рівців на валах під кільця подані у табл. 3.4.

Осьова фіксація кілець підшипників в опорах може здійснюватись за допомогою внутрішніх пружинних упорних кілець, що розташовуються в кільцевих рівцях розточки під підшипник (див. рис. 3.2, д; 3.6, в). Розміри таких кілець і кільцевих рівців для них подані у табл. 3.5.

**Таблиця 3.2. Круглі гайки шліцеві**

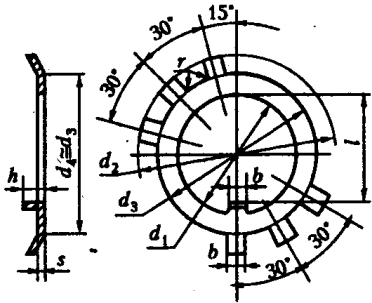


Розміри, мм.

$d$	Крок різьби	$D$	$D_1$	$c$	$H$	$b$	$h$
10	1,25	22	15	0,6	8	4	2,0
12	1,25	26	18	0,6			
14	1,5	28	20				
16		30	22				
18		32	24		10	5	2,5
20		34	27				
22		38	30	1,0			
24		42	34				
27		45	34	1,0	12	8	4
30		48	39				
33		52	42				
36		55	48				
39		60	48	1,6	12	8	4
42		65	56				
45		70	56	1,6	15	10	5
48		75	64				
52		80	64				
56		85	72				
60		90	72	1,6	12	8	4
64		95	80				
68		100	80	1,6	18	12	6
72		105	90				
76		110	90				
80		115	100				
85		120	105	2	15	10	5
90		125	110				
96		130	110				
100		135	120				

Приклад умовного позначення круглої шліцевої гайки нормальної точності з діаметром  $d=64$  мм і кроком різьби 2 мм, з полем допуску 6H зі сталі 35X:  
**Гайка М64х2, 6H. 35X ГОСТ 11871-80**

Таблиця 3.3. Стопорні шайби спеціальні

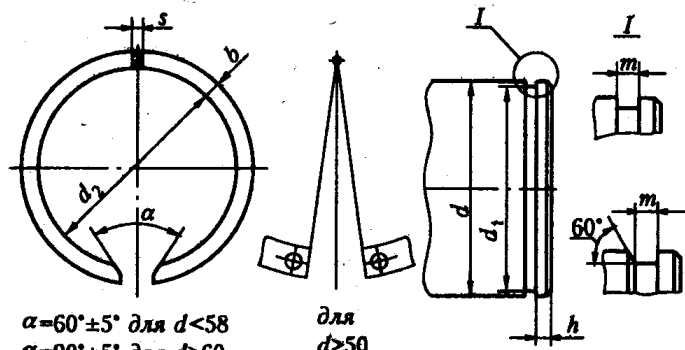


Розміри, мм.

Діаметр різьби	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$b$	$h$	$l$	$r$	$s$
10	10,5	26	16	3,5		7		
12	12,5	28	18	3,8	3	9	0,2	
14	14,5	30	20	3,8		11		
16	16,5	32	22			13	0,5	1
18	18,5	34	24			15		
20	20,5	37	27		4	17		
22	22,5	40	30	4,8		19		
24	24,5	44	33			21		
27	27,5	47	36			24		
30	30,5	50	39			27	0,5	
33	33,5	54	42			30		
36	36,5	58	45		5	33		
38	39,5	62	48	5,8		36		
42	42,5	67	52			39		
45	45,5	72	56			42		
48	48,5	77	60			45		
52	52,5	82	65			49		
56	57	87	70	7,8		53		1,6
60	61	92	75		6	57		
64	65	97	80			61	0,8	
68	69	102	85			65		
72	73	107	90			69		
76	77	112	95	9,5		73		
80	81	117	100			76		
85	86	122	105		7	81		
90	91	127	110			86		
95	96	132	115	11,5		91	1,0	2,0
100	101	137	120			96		

Приклад умовного позначення спеціальної стопорної шайби для круглої шпінцевої гайки з діаметром різьби 64 мм:  
Шайба 64 ГОСТ 11872-80

Таблиця 3.4. Розміри кілець пружинних упорних зовнішніх концентричних і кільцевих рівців для них



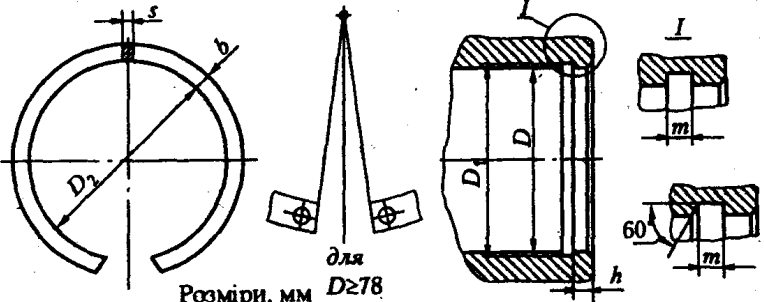
Розміри, мм.

Діаметр вала $d$	$d_2$	$S$	$b$	$d_1$		$m$ по Н13	$h$ , не менше
				номінал	відхилення		
10	9,2		1,7	9,5	-0,09	1,2	0,75
12	11,0	1,0	2,0	11,3			1,2
15	13,8		2,5	14,1	-0,11		1,4
17	15,7			16,0			1,5
20	18,2	1,2	3,2	18,6		1,4	2,1
25	23,1		4,0	23,5	-0,21		2,3
30	27,8			28,5			2,3
35	32,2			33,0			3,0
40	36,5	1,7	5,0	37,5	-0,25	1,9	3,8
45	41,5			42,5			3,8
50	45,8			47,0			
55	50,8	2,0	6,0	52,0		2,2	
60	55,8			57,0			
65	60,8		7,0	62,0			
70	65,6			67,0	-0,30		4,5
75	70,6	2,5		72,0		2,8	
80	75,0		8,0	76,5			
85	79,5			81,5			
90	84,5			86,5			
95	89,5	3,0	8,5	91,5	-0,35	3,4	5,3
100	94,5			96,5			

Примітки: 1 Передбачаються класи точності кілець А, В, С.  
2. Приклад умовного позначення пружинного упорного зовнішнього кільця класу точності В з умовним діаметром 30 мм із сталі 60С2А без покриття:  
Кільце В30.60С2А ГОСТ 13940-86



Таблиця 3.5. Розміри кілець пружинних упорних внутрішніх концентричних і кільцевих ривців для них



Діаметр отвору $D$	$D_2$	$S$	$b$	$D_1$		$m$ по Н13	$h$ , не менше
				номінал	відхилення		
30	32,2	1,2	2,5	31,5	+0,25	1,4	2,3
32	34,5		33,8				
35	37,3		37,0				
37	39,8		39,0				
40	43,5	1,7	4,0	42,5	+0,30	1,9	3,8
42	45,5			44,5			
47	50,6			49,5			
52	56,2			55,0			
62	66,5	2,0	6,0	65,0	+0,35	2,2	5,3
72	76,5			75,0			
80	85,5			83,5			
85	90,5			88,5			
90	95,5	2,5	7,0	93,5	+0,54	2,8	6,0
100	105,5			103,5			
110	116,0			114,0			
120	126,5			124,0			
125	131,5	8,0	8,0	129,0	+0,63	3,4	7,5
130	136,5			134,0			
140	146,5			144,0			
150	157,5			155,0			
160	167,5	3,0	9,5	165,0	+0,72	3,4	9,0
170	177,5			175,0			
180	188,0			185,0			
190	198,0			195,0			
200	208,0	10,5	10,5	205,0			
210	218,0			215,0			
215	224,0			221,0			
225	229,0			231,0			

Примітки: 1. Передбачаються класи точності кілець А, В, С.  
2. Приклад умовного позначення пружинного упорного внутрішнього кільця класу точності А з умовним діаметром 100 мм із сталі 65Г без покриття:  
*Кільце А100 ГОСТ 13941-86*

## ГЛАВА 4. ПОСАДКИ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ

Спряження підшипників кочення з валами і корпусом може здійснюватись за допомогою посадок із зазором, перехідних посадок і посадок з натягом. Призначення тієї чи іншої посадки залежить від типу, розміру і класу точності підшипника, від величини, напрямку і характеру навантаження підшипника, від режиму роботи опори та інших умов експлуатації.

Утворення тієї чи іншої посадки залежить від взаємного розташування полів допусків кілець підшипників та полів допусків вала та отвору корпусу опори. На рис. 4.1 зображено прийняті для кілець підшипників кочення розташування полів допусків і можливі розташування полів допусків для валів і отворів корпусів. Вибір того чи іншого поля допуску вала чи отвору корпусу завжди буде характеризувати ту чи іншу посадку у спряженні.

Спряження зовнішнього кільця підшипника з отвором корпусу переважно виконується по перехідних посадках, які забезпечують малі натяги або невеликі зазори і дозволяють кільцю під час роботи дещо прокручуватись відносно свого посадочного місця. Це забезпечує більш рівномірне зношування бігових доріжок, оскільки під дією сили будуть потрапляти все нові ділянки кільця. Посадку підшипника вибирають так, щоби спряжене з обертовою деталлю кільце мало натяг (нерухоме з'єднання), а інше спряжене з нерухомою деталлю — невеликий зазор (проковзування).

Для призначення полів допусків валів і отворів корпусів під підшипники кочення розрізняють такі види навантаження кілець: місцеве, циркуляційне і коливальне.

У випадку **місцевого навантаження** радіальне навантаження постійно сприймається лише обмеженим місцем доріжки кочення і передається відповідній ділянці посадочної поверхні вала чи корпусу. Такий вид навантаження має місце при постійному напрямку вектора радіальної сили, прикладеного до нерухомого кільця, або при обертанні вектора радіальної сили разом з кільцем підшипника в одному напрямку з однаковою кутовою швидкістю.

**Циркуляційне навантаження** кілець відбувається тоді, коли радіальна сила послідовно сприймається всіма точками кола доріжки кочення і передається також послідовно на все коло посадочної поверхні вала чи

отвору корпусу. Таке навантаження спостерігається, коли кільце обертається відносно постійного вектора радіальної сили або коли вектор радіальної сили змінюється за напрямом відносно нерухомого кільця.

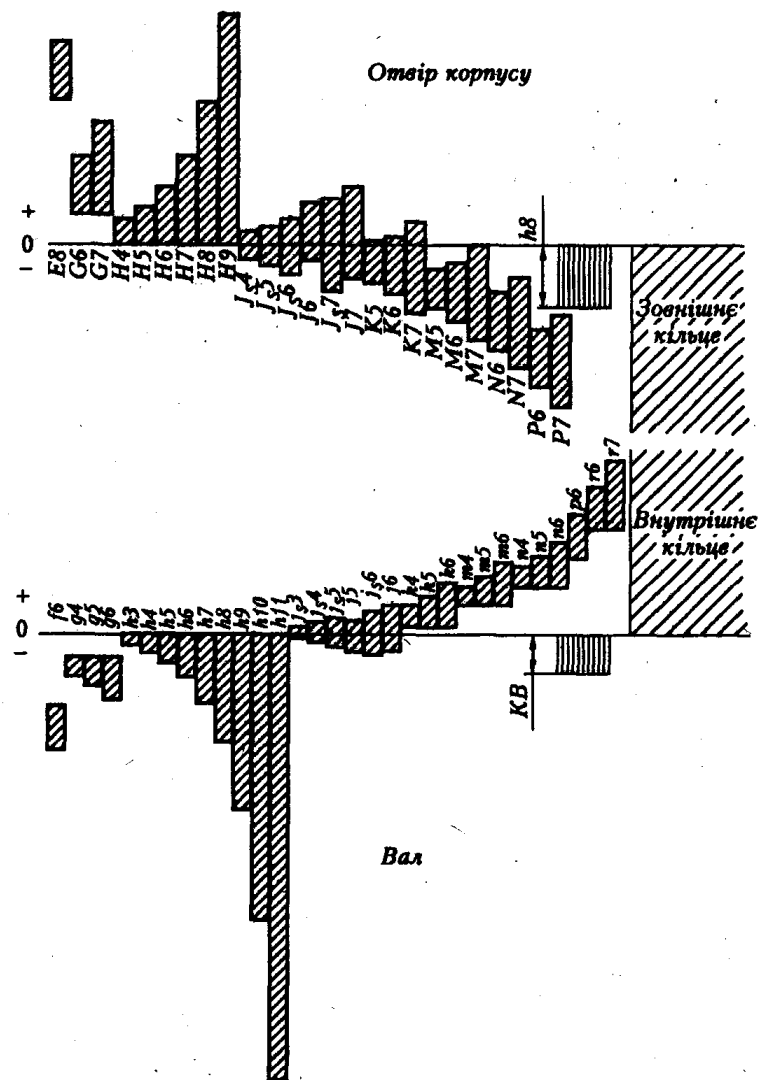


Рис. 4.1. Розташування полів допусків валів і отворів корпусів відносно полів допусків кілець підшипників

Коливальне навантаження здійснюється тоді, коли на підшипник одночасно діє вектор постійної складової радіальної сили і обертювий вектор радіальної сили, причому сумарний вектор цих сил не виконує повного оберта, а коливається на певній ділянці нерухомого кільця.

Види навантаження кілець підшипника кочення залежно від умов роботи підшипникової опори наведено у табл. 4.1.

Таблиця 4.1. Види навантаження кілець підшипників залежно від умов роботи

Умови роботи підшипника		Навантаження кілець	
Радіальна сила, що сприймається підшипником	Обертається кільце	внутрішнього	зовнішнього
Постійна за напрямом	внутрішнє	циркуляційне	місцеве
	зовнішнє	місцеве	циркуляційне
Постійна за напрямом і обертальна (менша за величиною)	внутрішнє	циркуляційне	коливальне
	зовнішнє	коливальне	циркуляційне
Постійна за напрямом і обертальна (більша за величиною)	внутрішнє	місцеве	циркуляційне
	зовнішнє	циркуляційне	місцеве
Постійна за напрямом	внутрішнє і зовнішнє (в одному або протилежних напрямках з різними кутами швидкостями)	циркуляційне	циркуляційне
Обертається з внутрішнім кільцем	Обертається з зовнішнім кільцем	місцеве	циркуляційне
Обертається з зовнішнім кільцем		циркуляційне	місцеве

Рекомендації щодо призначення полів допусків для валів і отворів під підшипники кочення подано у табл. 4.2 і 4.3. Для таких полів допусків граничні відхилення діаметрів посадочних поверхонь валів і отворів корпусів наведено у табл. 4.4 і 4.5. Шорсткість посадочних поверхонь під підшипники кочення приймають для діаметрів до 80 мм  $Ra = 1,25 \dots 1,6$  мкм, а для діаметрів понад 80 мм —  $Ra = 2,5 \dots 3,2$  мкм.



Інтервал, мм	Поля допусків																											
	Л6	Л5	Л4	Л3	Л2	Л1	Л0	Л0	Л1	Л2	Л3	Л4	Л5	Л6	Л7	Л8	Л9	Л10	Л11	Л12	Л13	Л14	Л15	Л16	Л17	Л18		
» 180	-50	-15	-15	-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+14,5	+16,0	+18	+24	+33	+31	+37	+46	+45	+51	+60	+79
» 250	-79	-29	-35	-44	-10,0	-14	-20	-29	-46	-72	-14,5	-13,0	-4	+4	+4	+4	+16,0	+16,0	+20	+27	+36	+36	+43	+52	+50	+57	+65	+88
» 315	-88	-33	-40	-49	-12,0	-16	-23	-32	-52	-81	-16,0	-16,0	+4	+4	+4	+4	+18,0	+18,0	+22	+29	+40	+39	+46	+57	+55	+62	+73	+98
» 400	-98	-36	-43	-54	-13,0	-18	-25	-36	-57	-89	-18,0	-18,0	+4	+4	+4	+4	+18,0	+18,0	+22	+29	+40	+39	+46	+57	+55	+62	+73	+98

Граничні відхилення, мкм

Таблиця 4.5. Поля допусків та граничні відхилення отворів корпусів під підшипники кочення

Інтервал, мм	Поля допусків																										
	Е8	С6	Г7	Н4	Н5	Н6	Н7	Н8	Л6	Л6	Л7	Л7	Л5	Л6	Л7	Л5	Л6	Л7	Л6	Л7	Л6	Л7	Л6	Л7	Л6	Л7	
Більше 18 до 30	+73	+20	+28	+6	+9	+13	+21	+33	+6,5	+8	+10	+12	+1	+2	+6	-5	-4	0	-11	0	-11	0	-11	0	-11	0	-7
» 30 » 50	+40	+7	+7	0	0	0	0	0	-6,5	-5	-10	-9	-8	-11	-15	-14	-17	-21	-24	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28
» 50 » 80	+89	+25	+34	+7	+11	+16	+25	+39	+8,0	+10	+12	+14	+2	+3	+7	-5	-4	0	-12	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8
	+50	+9	+9	0	0	0	0	0	-8,0	-6	-12	-11	-9	-13	-18	-16	-20	-25	-28	-33	-33	-33	-33	-33	-33	-33	-33
	+106	+29	+40	+8	+13	+19	+30	+46	+9,5	+13	+15	+18	+3	+4	+9	-6	-5	0	-14	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
	+60	+10	+10	0	0	0	0	0	-9,5	-6	-15	-12	-10	-15	-21	-19	-24	-30	-33	-39	-39	-39	-39	-39	-39	-39	-39

Граничні відхилення, мкм

Інтервал, мм	Поля допусків																										
	Е8	С6	Г7	Н4	Н5	Н6	Н7	Н8	Л6	Л6	Л7	Л7	Л5	Л6	Л7	Л5	Л6	Л7	Л6	Л7	Л6	Л7	Л6	Л7	Л6	Л7	
» 80 » 120	+126	+34	+47	+10	+15	+22	+35	+54	+11,0	+16	+17	+22	+2	+4	+10	-8	-6	0	-16	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10
» 120 » 180	+72	+12	+12	0	0	0	0	0	-11,0	-6	-17	-13	-13	-18	-25	-23	-28	-35	-38	-45	-45	-45	-45	-45	-45	-45	-45
» 180 » 250	+148	+39	+54	+12	+18	+25	+40	+63	+12,5	+18	+20	+26	+3	+4	+12	-9	-8	0	-20	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12
» 250 » 315	+85	+14	+14	0	0	0	0	0	-12,5	-7	-20	-14	-15	-21	-28	-27	-33	-40	-45	-52	-52	-52	-52	-52	-52	-52	-52
» 315 » 400	+172	+44	+61	+14	+20	+29	+46	+72	+14,5	+22	+23	+30	+2	+5	+13	-11	-8	0	-22	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14
» 400 » 500	+100	+15	+15	0	0	0	0	0	-14,5	-7	-23	-16	-18	-24	-33	-31	-37	-46	-51	-60	-60	-60	-60	-60	-60	-60	-60
» 500 » 630	+191	+49	+69	+16	+23	+32	+52	+81	+16,0	+25	+26	+36	+3	+5	+16	-13	-9	0	-25	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14
» 630 » 800	+110	+17	+17	0	0	0	0	0	-16,0	-7	-26	-16	-20	-27	-36	-36	-41	-52	-57	-66	-66	-66	-66	-66	-66	-66	-66
	+214	+54	+75	+18	+25	+36	+57	+89	+18,0	+29	+30	+43	+7	+11	+21	-14	-10	0	-26	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16
	+125	+18	+18	0	0	0	0	0	-18,0	-7	-28	-18	-22	-29	-40	-39	-46	-57	-62	-73	-73	-73	-73	-73	-73	-73	-73
	+232	+60	+83	+20	+27	+40	+63	+97	+20,0	+33	+31	+43	+2	+8	+18	-16	-10	0	-27	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17
	+135	+20	+20	0	0	0	0	0	-20,0	-7	-31	-20	-25	-32	-45	-43	-50	-63	-67	-80	-80	-80	-80	-80	-80	-80	-80
	+255	+66	+92	+22	+30	+44	+70	+110	+22,0	—	+35	—	—	0	0	—	-26	-26	-44	-44	-44	-44	-44	-44	-44	-44	-44
	+145	+22	+22	0	0	0	0	0	-22,0	—	-35	—	—	-44	-70	—	-70	-96	-96	-114	-114	-114	-114	-114	-114	-114	-114
	+285	+74	+104	+25	+35	+50	+80	+125	+25,0	—	+40	—	—	0	0	—	-30	-30	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50
	+160	+24	+24	0	0	0	0	0	-25,0	—	-40	—	—	-50	-80	—	-80	-110	-110	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130

Граничні відхилення, мкм

## ГЛАВА 5. ЗМАЩУВАННЯ ТА УЩІЛЬНЕННЯ ОПОР З ПІДШИПНИКАМИ КОЧЕННЯ

### 5.1. МАСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ І СПОСОБИ ЗМАЩУВАННЯ

Для зменшення тертя між тілами кочення, кільцями і сепараторами, захисту від корозії та забруднень, а також герметизації робочої зони підшипників кочення застосовують мастильні матеріали. Практичне застосування мають рідкі мінеральні та пластичні мастила. Вибір виду мастила для підшипникових опор необхідно здійснювати з урахуванням ряду факторів, що зумовлюють надійну роботу підшипників.

1. Розміри підшипника і його частота обертання. Для підшипників, що працюють при колових швидкостях до 4...5 м/с, можна застосовувати як рідкі, так і пластичні мастила. Для більших колових швидкостей рекомендуються рідкі мастила. Чим вища колова швидкість, тим меншою повинна бути в'язкість рідкого мастила. Пластичні мастила для більших швидкостей повинні мати меншу консистенцію.

2. Величина навантаження, що діє на підшипник. Стійкість (міцність) масляної плівки мінеральних мастил підвищується із збільшенням їхньої в'язкості, а для пластичних — із збільшенням їх консистенції. Тому для високих навантажень застосовують мастильні матеріали із більшою в'язкістю (консистенцією).

3. Робоча температура підшипникової опори. В'язкість мастил із підвищенням температури зменшується. Для підшипників, що працюють при низьких температурах (нижче 0 °С) потрібно вибирати рідкі мастила з точкою застигання на 15...20 °С нижчою від робочої температури з мінімальною в'язкістю. Для підшипників, що працюють при 70...80 °С, рідкі мастила повинні мати підвищену в'язкість, а пластичні — підвищену консистенцію. Для підшипників, що працюють при температурах вище 80 °С, застосовують рідкі мастила з найбільшою в'язкістю.

4. Стан навколишнього середовища. Для підшипників, що працюють в середовищі, забрудненому агресивними газами, в заповнених і забруднених приміщеннях рекомендується використовувати пластичні мастила.

Деякі марки рідких і пластичних мастильних матеріалів для підшипників кочення подано в табл. 5.1 і 5.2.

Таблиця 5.1. Рідкі мастильні матеріали (оливи)

Назва і позначення оливи	ГОСТ	В'язкість, 10 <sup>-6</sup> м <sup>2</sup> /с		Температура, °С		
		при 50 °С	при 100 °С	палаху	застигання	
Індустріальні:	20799-75	И - 8А	6 - 8		130	- 20
И - 12А		10 - 14		165	- 30	
И - 20А		17 - 23		180	- 15	
И - 25А		24 - 27	-	180	- 15	
И - 30А		28 - 30		190	- 15	
И - 40А		35 - 45		200	- 15	
И - 50А		47 - 55		200	- 20	
И - 70А		65 - 75		200	- 10	
Авіаційні:	21743-76	МС - 14		14	200	- 30
МС - 20С		-	20	250	- 18	
МК - 22			22	230	- 14	
МС - 20			20,5	200	- 18	
Турбінні:	32-74	32	22 - 23		180	- 15
30		28 - 32	-	180	- 10	
46		44 - 48		195	- 10	
57		55 - 59		195	-	
Оливи трансмісійні						
Автомобільні:						
- для коробок передач		-	20 - 32	-	- 20	
- для гіпоїдних передач		-	14	-	- 25	
Циліндрова 38	6411 - 76	-	38 - 44	300	- 17	
Циліндрова 52	6411 - 76	-	44 - 59	310	- 5	

Таблиця 5.2. Пластичні мастильні матеріали

Назва і марка	ГОСТ	Температура експлуатації, °С	Температура скапеладіння, °С
Кальцієві солідоли:			
солідол синтетичний (солідол С)	4366-76	від - 20 до + 65	85 - 105
прес-солідол С	4366-76	від - 30 до + 50	85 - 95
прес-солідол УС-2	1033-79	від - 25 до + 65	75
Багатоцільовий літол - 24	21150-75	від - 40 до + 130	180
Морозостійкі:			
ЦИАТИМ - 201	6267-74	від - 20 до + 65	175
ЦИАТИМ - 203	8773-73	від - 20 до + 65	150

Продовження табл. 5.2.

Назва і марка	ГОСТ	температура експлуатації, °С	температура аглепадіня, °С
Натрієві і натрієво-кальцієві: консталіни жирові УТ - 1	1957-73	від - 20 до + 120	130 - 150
Термостійкий ЦІАТИМ - 221С	ТУ 38101419-73	від - 60 до + 180	203 - 207
Вакуумне антифрикційне ВНИИ НП - 274	19337-73	від - 80 до + 160	190 - 200

Необхідну в'язкість рідкого мастила залежно від внутрішнього діаметра підшипника, частоти обертання і робочої температури можна визначити за номограмою на рис. 5.1: через точку перетину вертикальної лінії, що відповідає внутрішньому діаметру  $d$  підшипника, з нахилоною (відповідає частоті обертання  $n$ ) проводять горизонталь (вправо або вліво) до перетину з вертикаллю, яка відповідає робочій температурі  $t$ . Через цю точку перетину проводять нахилену пряму паралельно лініям частот обертання. Перетин цієї нахиленої прямої з граничною вертикальною лінією номограми, що відповідає температурі  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , визначає рекомендовану в'язкість мастила в  $10^{-6}\text{ м}^2/\text{с}$ . Наприклад, підшипник з  $d = 60\text{ мм}$  при  $n = 1000\text{ об/хв}$  і робочою температурою  $t = 75\text{ }^{\circ}\text{C}$  рекомендується змащувати рідким мастилом, що має при  $t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$  в'язкість  $42 \cdot 10^{-6}\text{ м}^2/\text{с}$ .

У випадку застосування рідких мастил змащування підшипників кочення може здійснюватись такими способами: зануренням підшипника у масляну ванну (до центра нижнього тіла кочення) для горизонтальних валів при  $d_{cp}n \leq 200 \cdot 10^3\text{ мм} \cdot \text{об/хв}$ ; розбризкуванням мастила обертовими деталями; застосуванням гнотів для вертикальних валів і тихохідних горизонтальних; подачею мастила під тиском для опор, що працюють при високих швидкостях і навантаженнях тривалий час. В останньому випадку мастило інтенсивно відводить тепло від опори і підшипника.

Пластичні мастильні матеріали застосовують в опорах при  $d_{cp}n < 300 \cdot 10^3\text{ мм} \cdot \text{об/хв}$ ; вони придатні для змащування опор, що працюють в забруднених середовищах, або у разі недоцільності або неможливості застосування рідких мастил. Робоча температура опори не повинна бути вищою від температури каплепадіня пластичного мастила. Пластичні мастильні матеріали закладають при складанні

опори і замінюють через визначені строки. Вони повинні заповнювати  $2/3$  вільного об'єму внутрішнього простору опори при малих і середніх частотах обертання підшипника і  $1/2$  — при високих частотах обертання.

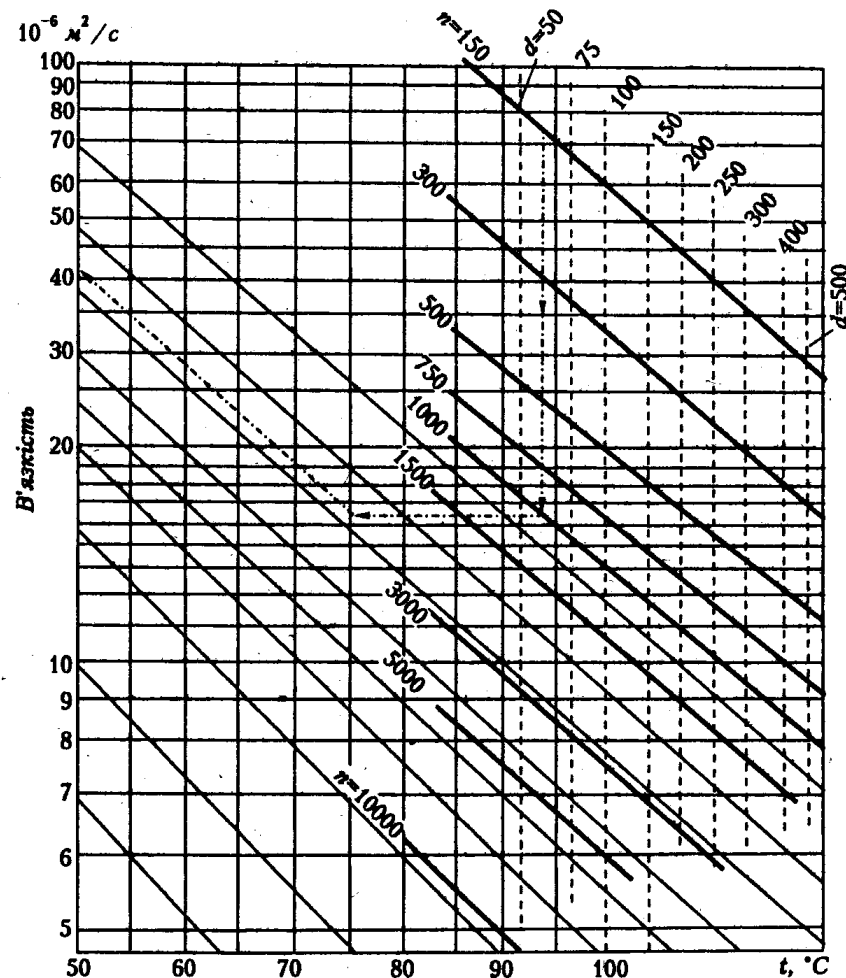


Рис. 5.1. Номограма для вибору в'язкості рідкого мастила

## 5.2. УЩІЛЬНЕННЯ ОПОР З ПІДШИПНИКАМИ КОЧЕННЯ

Для захисту підшипників кочення від забруднення та запобігання витікання з опор мастила застосовують ущільнювальні пристрої.

За принципом дії ущільнювальні пристрої поділяють на такі:

**контактні** (манжетні та сальникові), що використовуються при низьких та середніх швидкостях; ущільнювальна дія забезпечується завдяки щільному контакту деталей пристрою;

**лабіринтні та щілинні**, які застосовують у необмеженому діапазоні швидкостей; захист здійснюється завдяки підвищеному опору витікання мастила через вузькі щілини;

**відцентрові**, які можуть бути використаними при середніх та високих швидкостях; принципи дії — відкидання відцентровими силами мастила та забруднюючих речовин, що потрапляють в підшипникові опори;

**комбіновані**, які поєднують два або більше розглянутих вище принципи дії.

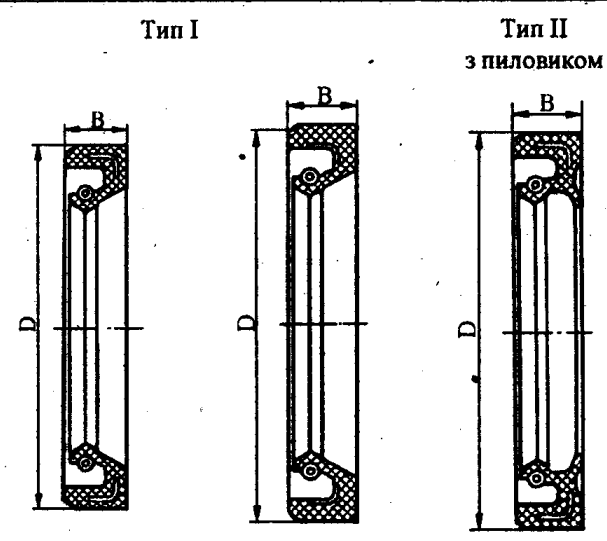
Манжетні ущільнення (табл. 5.3) поділяють на два основні типи: тип I застосовують при швидкості ковзання  $v \leq 20$  м/с; тип II (з пиловиком) використовують при  $v \leq 15$  м/с. Поверхня вала під ущільненням повинна бути загартованою до твердості HRC 40...45, мати шорсткість  $Ra \leq 0,32$  мкм і поле допуску h11. Ресурс манжет — до 5000 год.; вони надійно працюють як з пластичними так і з рідкими мастилами при перепадах температур від  $-45^\circ$  до  $+150^\circ$  C.

Встановлення манжетних ущільнень в підшипникових опорах показано на рис. 5.2. Встановлення відкритої манжети (рис. 5.2, а) рекомендується тільки при однакових тисках середовища зовнішнього і внутрішнього у підшипниковому вузлі. При підвищеному тиску в опорі треба використовувати закриті манжети (рис. 5.2, б), оскільки вони не можуть бути витиснутими із кришки підшипника. Якщо підшипникова опора працює в дуже заповненому середовищі, то ставлять подвійні манжети (рис. 5.2, в) або двокромкові манжети з пиловиком (рис. 5.2, г).

Сальникові ущільнення (рис. 5.3) виконують у вигляді просочених у гарячому мастилі повстяних або фетрових кілець, що розміщені з натягом у спеціальних кільцевих жолобах. Використовують сальникові ущільнення для рідких і пластичних матил при швидкостях до 5 м/с на полірованих поверхнях валів.

Щілинні ущільнення (рис. 5.4) виконують переважно у вигляді кільцевих щілин із проточками. Щілини заповнюють пластичним мастилом. Захисна властивість щілинних ущільнень незначна, тому їх використовують для підшипникових опор, що працюють у чистому і сухому середовищі.

Таблиця 5.3. Манжети гумові армовані



Розміри, мм

Діаметр вала	D	B	Діаметр вала	D	B	Діаметр вала	D	B		
14	30	7	30	52	10	55	80	12		
15			32			58				
16			35			60				
18	35	10	38	60	10	65	90	12		
20	40		40			62			70	
22	40		42			65			75	100
24			45			70			80	105
25	42		48			75			85	110
26	45		50						90	120
28	47	52	75	95	125					

Приклад умовного позначення манжети для вала діаметром  $d=50$  мм типу I:  
**Манжета 50x70x10-1 ГОСТ 8752-79**

Лабіринтні ущільнення (рис. 5.5) є найдосконалішими для роботи при високих швидкостях обертання. В цих ущільненнях треба забезпечити чергування відповідних ділянок із малими та збільшеними зазорами. Малі зазори 0,3...0,5 мм при роботі ущільнень в умовах низьких та середніх швидкостей обертання заповнюють пластичним мастилом.

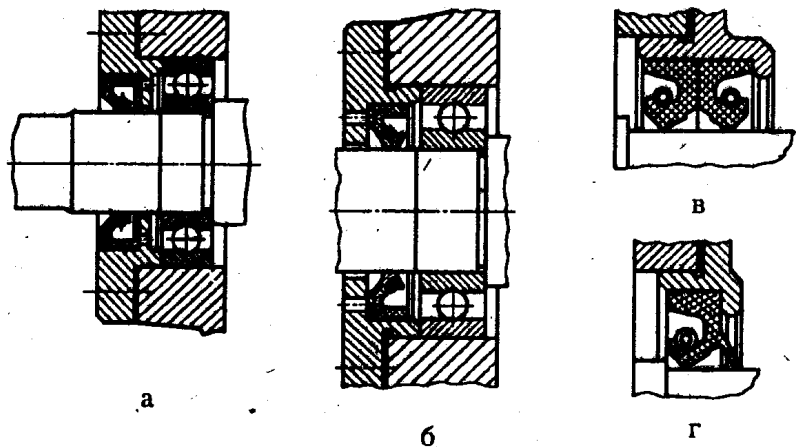


Рис. 5.2. Манжетні ущільнення підшипників

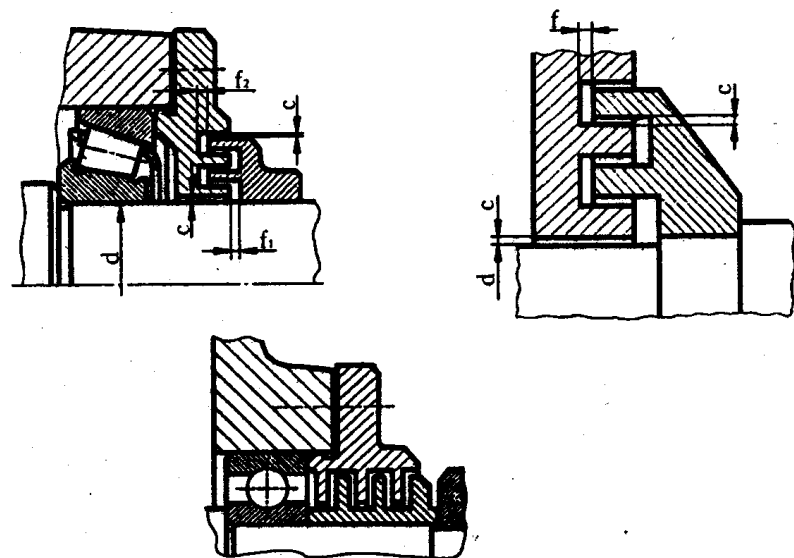


Рис. 5.5. Лабіринтне радіальне та осьове ущільнення (розміри за табл. 5.4)

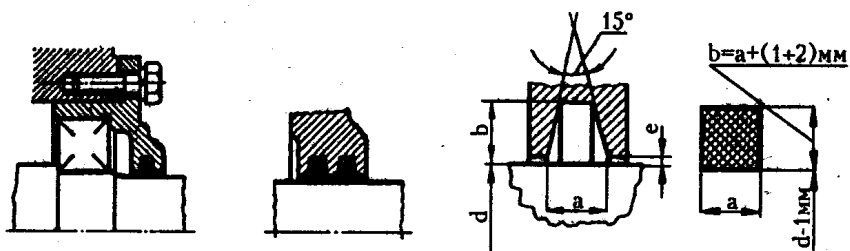


Рис. 5.3. Сальникове ущільнення (розміри за табл. 5.4)

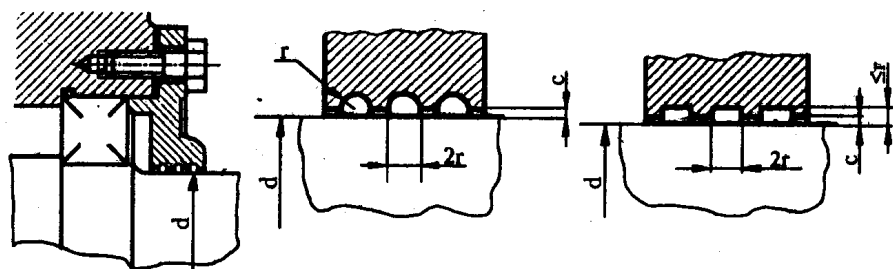


Рис. 5.4. Щілинне ущільнення (розміри за табл. 5.4)

Таблиця 5.4. Розміри ущільнень, мм, за рис. 5.3, 5.4 і 5.5

Діаметр вала $d$	$a$	$r$	$c$	$e$	$f$
До 45	4 ... 8	1,0 ... 1,5	0,2 ... 0,5	0,5	5с
від 50 до 75	6 ... 10	1,25 ... 1,5	0,3 ... 0,5	0,5 ... 0,7	
від 80 до 105	8 ... 12	1,25 ... 2,0	0,4 ... 0,5	0,5 ... 1,0	
від 110 до 140	10 ... 15	1,5 ... 2,5	0,5	0,5 ... 1,5	
150 і більше	12 ... 20	2,0 ... 2,5	0,5	0,5 ... 1,5	

Якщо для змащування підшипників кочення застосовують пластичні мастила, а в корпусі механізму міститься рідке мастило (редуктори, коробки передач), то для ізоляції підшипників і уникнення вимивання пластичного мастила рідким часто з внутрішньої сторони підшипникові вузли захищають мастилозатримуючими кільцями (рис. 5.6, а), спеціальними рухомими або нерухомими сталевими шайбами (рис. 5.6, б, в).



## ГЛАВА 6. ПІДБІР ТА РОЗРАХУНОК ДОВГОВІЧНОСТІ (РЕСУРСУ) ПІДШИПНИКІВ

### 6.1. КРИТЕРІЇ ПІДБОРУ ТА РОЗРАХУНКІВ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ

Розрізняють два режими роботи підшипників: **динамічний**, — коли частота обертання одного із кілець  $n \geq 1 \text{ об/хв}$ , і **статичний**, — коли підшипник чи одне з його кілець має частоту обертання  $n < 1 \text{ об/хв}$ . Відповідно до цього у першому випадку підбір та розрахунок передбачає попередження виникнення втомного руйнування тіл кочення і бігових доріжок кілець, а в другому випадку — запобігання виникненню залишкових деформацій тіл кочення і кілець понад допустиму норму.

Критеріями для вибору та розрахунку підшипників кочення є динамічна і статична вантажність підшипників, їхня довговічність (ресурс) і гранична швидкохідність. Вихідними даними для підбору і розрахунку підшипників є такі: величина і напрям експлуатаційних навантажень; режим навантаження (постійний, змінний і т.п.); особливості конструкції підшипникових опор і частота обертання; температурний режим роботи під час експлуатації; необхідна надійність в експлуатації.

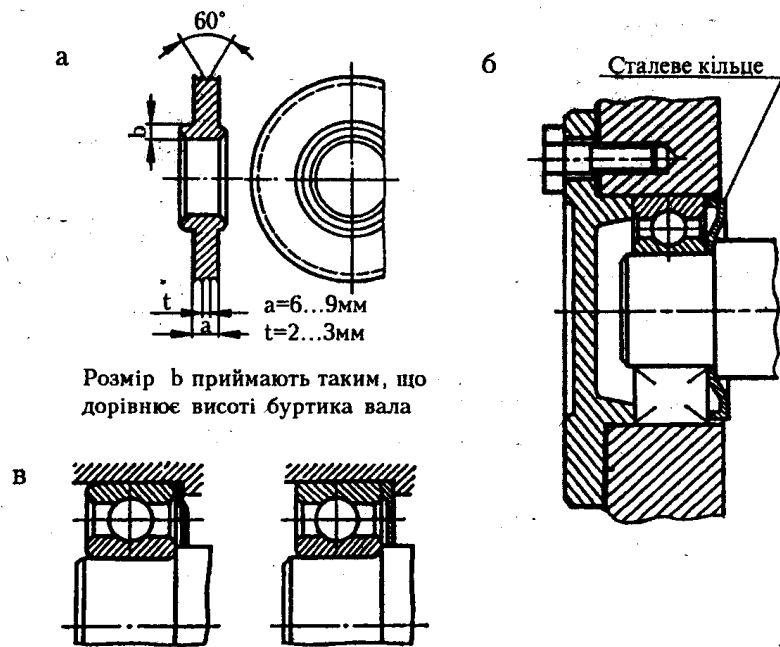
Для динамічно навантажених підшипників найбільш важливим експлуатаційним показником є їхня довговічність, або ресурс. Рекомендовані значення довговічності підшипників для різних типів машин наведені у табл. 6.1.

### 6.2. ПІДБІР ПІДШИПНИКІВ ЗА СТАТИЧНОЮ ВАНТАЖНІСТЮ

Підбір підшипників, що працюють у статичному режимі ( $n < 1 \text{ об/хв}$ ), здійснюється за такою умовою

$$F_{0E} \leq C_0. \quad (6.1)$$

Тут  $C_0$  — базова статична вантажність підшипника вибраного типорозміру за каталогом (див. табл. 2.1...2.11), а  $F_{0E}$  — еквівалентне статичне навантаження на підшипник (див. заголовки табл. 2.1...2.11).



Розмір  $b$  приймають таким, що дорівнює висоті буртика вала

Рис. 5.6. Ущільнення мастило-затримуючими кільцями

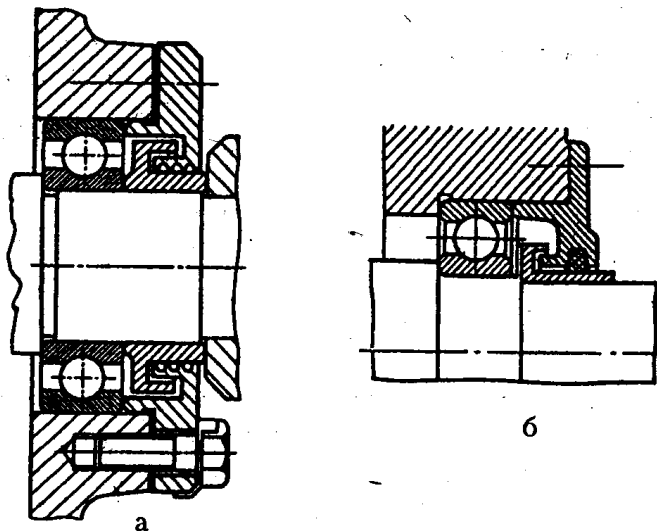


Рис. 5.7. Приклади комбінованих ущільнень

Приклади застосування комбінованих ущільнень показані на рис. 5.7. Конструктивні рішення опор валів з використанням різних видів ущільнень можна прослідкувати також за рис. 3.6—3.9.

**Таблиця 6.1. Рекомендовані значення довговічності підшипників для різних типів машин**

Машини та обладнання	Довговічність $L_h$ , год
Прилади та апарати, що використовуються періодично: демонстраційна апаратура, побутові прилади та ін.	500
Рідковикористовувані механізми: механізми з ручним приводом, сільськогосподарські машини і механізми, підйомні крани в складських цехах, легкі конвеєри	4000 і більше
Відповідальні механізми і машини, що працюють з перервами: допоміжні механізми на силових станціях; конвеєри для поточного виробництва, ліфти, рідковикористовуване металообробне обладнання	8000 і більше
Машини для однозмінної роботи з неповним навантаженням: стаціонарні електродвигуни, редуктори загального призначення, частовикористовувані металообробні верстати	12000 і більше
Машини, що працюють з повним навантаженням в одну зміну: машини загальних галузей промисловості; підйомні крани з тривалим навантаженням, вентилятори, компресорні станції	20000
Машини для цілодобового використання: компресори, помпи, шахтові піднімачі, стаціонарні електромашини, приводи судових силових механізмів	40000 і більше
Машини неперервної дії з високим рівнем навантаження: обладнання паперових фабрик і поліграфічних підприємств, енергетичне обладнання, силове обладнання морських суден	80000 і більше

**Еквівалентне статичне навантаження** — це таке умовне радіальне навантаження (для радіальних і радіально-упорних підшипників) або центральне осьове (для упорних і упорно-радіальних підшипників), яке викликає у підшипників в найбільш навантаженій зоні контакту такі ж деформації, як і під час дійсних умов навантаження.

У загальному випадку для кулькових і роликів радіальних і радіально-упорних підшипників приймається більша величина із двох

$$F_{0E} = X_0 F_r + Y_0 F_a \quad \text{або} \quad F_{0E} = F_r, \quad (6.2)$$

де  $X_0$  і  $Y_0$  — коефіцієнти радіального та осевого статичного навантаження відповідно (див. табл. 2.1...2.11 або табл. 6.5);

$F_r$  і  $F_a$  — радіальне і осьове статичне навантаження.

Якщо умова (6.1) не виконується для вибраного за діаметром цапфи вала підшипника, то слід орієнтуватись на підшипники більш важких серій. При незадовільному результаті і в цьому випадку треба збільшити діаметр цапфи вала чи осі і відповідно вибрати підшипник більшого діаметра.

### 6.3. ПІДБІР ПІДШИПНИКІВ ЗА ДИНАМІЧНОЮ ВАНТАЖНІСТЮ

Підбір підшипників, що працюють у динамічному режимі ( $n \geq 1$  об/хв, а якщо  $1 \leq n < 10$  об/хв, то приймають  $n = 10$  об/хв), фактично здійснюють за їхньою розрахунковою довговічністю (ресурсом) в заданих умовах експлуатації, яка визначається за формулою

$$L = a_1 a_{23} (C/F_E)^p. \quad (6.3)$$

Тут  $L$  — довговічність підшипника до появи ознак втоми, млн обертів;  $a_1$  і  $a_{23}$  — коефіцієнти;  $C$  — базова динамічна вантажність (див. табл. 2.1...2.11);  $F_E$  — еквівалентне динамічне навантаження на підшипник (див. заголовки табл. 2.1...2.11 і п.6.4);  $p$  — показник степеня, який згідно з результатами експериментів для кулькових підшипників дорівнює 3, а для роликів підшипників — 10/3.

Якщо відома частота обертання  $n$ , об/хв, чи кутова швидкість  $\omega$ , рад/с, рухомого кільця підшипника, то за отриманим із формули (6.3) значенням  $L$  довговічність  $L_h$ , год, можна визначити за одним із співвідношень:

$$L_h = 10^6 L / (60n) = 16667 L / n; \quad (6.4)$$

$$L_h = 10^6 \pi L / (1800\omega) = 1745 L / \omega. \quad (6.5)$$

Коефіцієнти  $a_1$  і  $a_{23}$  у формулі (6.3) уведено за рекомендацією ISO. Коефіцієнт  $a_1$  враховується в разі потреби мати підшипники підвищеної надійності:  $a_1 = 1$  при 90%-й надійності;  $a_1 = 0,62$  при 95%-й;  $a_1 = 0,53$  при 96%-й;  $a_1 = 0,44$  при 97%-й;  $a_1 = 0,33$  при 98%-й і  $a_1 = 0,21$  при 99%-й. Коефіцієнт  $a_{23}$  враховує умови експлуатації підшипників та якість матеріалу деталей підшипника. Його значення рекомендується приймати за даними табл. 6.2.

**Таблиця 6.2. Значення коефіцієнта  $a_{23}$  для підшипників**

Групи підшипників	Види розрахункових умов експлуатації	
	вичайні мови	контроль перекосів та адійне змащування
Кулькові підшипники (крім сферичних)	0,75	1
Кулькові підшипники сферичні і роликові з циліндричними роликами	0,55	0,8
Роликові підшипники конічні	0,65	0,9
Роликові підшипники сферичні	0,35	0,6

Якщо розрахована за формулами (6.4) чи (6.5) довговічність (ресурс) підшипника незадовільна, то слід перейти до підшипників більш важких серій або збільшених діаметрів і повторити розрахунки.

#### 6.4. ЕКВІВАЛЕНТНЕ ДИНАМІЧНЕ НАВАНТАЖЕННЯ НА ПІДШИПНИКИ

У заголовках таблиць 2.1...2.11 наведені формули для визначення еквівалентних динамічних навантажень на підшипники з урахуванням ідеалізованих умов їхньої експлуатації (зовнішнє навантаження спокійне без поштовхів, температура підшипника  $<100^{\circ}\text{C}$ , відносно до вектора навантаження обертається внутрішнє кільце). Для реальних конкретних умов експлуатації еквівалентне динамічне навантаження на підшипники рекомендується визначати за такими виразами:

*радіальні кулькові та радіально-упорні кулькові і роликові підшипники*

$$F_E = (XVF_r + YF_a)K_\delta K_t; \quad (6.6)$$

*радіальні кулькові і роликові підшипники, що не навантажені осьовими силами ( $F_a = 0$  і  $X = 1$ )*

$$F_E = VF_r K_\delta K_t; \quad (6.7)$$

*упорні кулькові та роликові підшипники ( $F_r = 0$ ;  $Y = 1$ )*

$$F_E = F_a K_\delta K_t. \quad (6.8)$$

У формулах (6.6)...(6.8) прийнято такі позначення:  $F_r, F_a$  – радіальне та осьове зовнішні навантаження на підшипники відповідно;  $X$  і  $Y$  – коефіцієнти радіального та осьового навантаження відповідно;  $V$  – коефіцієнт обертання ( $V=1$  – якщо відносно вектора навантаження внутрішнє кільце обертається і  $V=1,2$  – якщо не обертається);  $K_\delta$  – коефіцієнт безпеки (табл. 6.3);  $K_t$  – температурний коефіцієнт (табл. 6.4).

**Таблиця 6.3. Значення коефіцієнта безпеки  $K_\delta$**

Характер навантаження на підшипники	$K_\delta$
1. Спокійне навантаження, поштовхи відсутні	1
2. Легкі поштовхи, короточасні перевантаження до 125% від номінального навантаження	1,1 ... 1,2
3. Помірні поштовхи, вібрація, короточасні перевантаження до 150% від номінального навантаження	1,3 ... 1,8
4. Навантаження зі значними поштовхами і вібрацією, короточасні перевантаження до 200% від номінального навантаження	1,8 ... 2,5
5. Навантаження з ударами, короточасні перевантаження до 300% від номінального навантаження	2,6 ... 3,0

**Таблиця 6.4 Значення температурного коефіцієнта  $K_t$**

Експлуатаційна температура підшипника, $^{\circ}\text{C}$	$K_t$	Експлуатаційна температура підшипника, $^{\circ}\text{C}$	$K_t$
$\leq 100$	1	175	1,15
125	1,05	200	1,25
150	1,1	225	1,35

Значення коефіцієнтів  $X$  і  $Y$  вибирають на підставі порівняння відношення  $F_a/(VF_r)$  і параметра осьового навантаження  $e$ . Ці коефіцієнти можна вибрати безпосередньо за даними табл. 2.1...2.11 або за даними зведеної табл. 6.5.

Залежність коефіцієнтів  $X$  і  $Y$  від порівняння  $F_a/(VF_r)$  і  $e$  пов'язана з тим, що через наявність радіального зазора в підшипнику за відсутності осьового навантаження має місце підвищена нерівномірність

навантаження тіл кочення. Зі збільшенням осевого навантаження при постійному радіальному відбувається зменшення радіального зазора і навантаження на тіла кочення розподіляється більш рівномірно. Для деякого значення  $F_a/(VF_r) = e$  це компенсує у однорядних підшипниках збільшення загального навантаження на підшипник із зростанням осевої сили  $F_a$ . Тому значення  $X$  і  $Y$  різні при  $F_a/(VF_r) \leq e$  і при  $F_a/(VF_r) > e$ . В однорядних підшипниках при  $F_a/(VF_r) \leq e$  розрахунок ведеться на дію якби одного радіального навантаження, тобто беруть  $X = 1$  і  $Y = 0$ .

Параметр осевого навантаження  $e$  для кулькових (радіальних і радіально-упорних однорядних типу 36000) підшипників вибирають залежно від відношення  $F_a/C_0$  (див. табл. 2.1; 2.6 або табл. 6.5). Для інших типів підшипників параметр  $e$  безпосередньо задається в таблицях параметрів підшипників, або його можна визначити через кут контакту  $\alpha$  (див. табл. 6.5).

Осові навантаження  $F_a$  на радіальні кулькові підшипники приймають рівними зовнішнім осевим силам  $F_x$ , що діють на вал.

Осові навантаження  $F_a$  на радіально-упорні підшипники (кулькові і роликові) визначають за зовнішньою осевою силою  $F_x$ , що діє на вал, і осевими складовими  $F_{s1}$  та  $F_{s2}$ , що виникають у двох з такими підшипниками опорах вала при роздільному їх навантаженні.

Осову складову силу  $F_s$ , що виникає при радіальному навантаженні радіально-упорного підшипника, знаходять із залежностей:  $F_s = eF_r$  — для кулькових підшипників;  $F_s = 0,83eF_r$  — для роликових конічних підшипників.

Оскільки для підшипників типу 36000 параметр  $e$  залежить від відношення  $F_a/C_0$ , де  $F_a$  поки що не встановлене, то для визначення  $F_a$  параметр  $e$  попередньо можна обчислити за такою емпіричною формулою

$$\lg e = (\lg(F_r/C_0) - 1,144)/4,729. \quad (6.9)$$

Розрахункові осеві навантаження  $F_{a1}$  і  $F_{a2}$  на радіально-упорні підшипники двох опор вала визначають залежно від схеми розміщення цих підшипників — „у розпір“ (рис. 6.1, а) чи „у розтяжку“ (рис. 6.1, б), а також від напряму зовнішньої осевої сили  $F_x$ . Завжди для двох радіально-упорних підшипників опор вала повинні зберігатись умови

$$F_{a1} \geq F_{s1}; \quad F_{a2} \geq F_{s2} \quad (6.10)$$

і умова рівноваги вала

Таблиця 6.5. Коефіцієнти радіального  $X(X_0)$  і осевого  $Y(Y_0)$  навантажень на підшипники

Типи підшипників	Кут контакту $\alpha, ^\circ$	Параметр осевого навантаження $e$	$F_a/(VF_r) \leq e$		$F_a/(VF_r) > e$		$X_0$	$Y_0$
			X	Y	X	Y		
Радіальні кулькові тип 0000	0	$0,518(F_a/C_0)^{0,24} \geq 0,19$	1	0	0,56	$0,44/e$	0,6	0,5
	12°	$0,631(F_a/C_0)^{0,175} \geq 0,3$	1	0	0,45	$0,55/e$	0,5	0,46
	26°		1	0	0,41	0,87	0,5	0,37
	36°		1	0	0,37	0,66	0,5	0,28
Радіально-упорні кулькові тип 36000	9°...17°	$1,5 \operatorname{tg} \alpha$	1	0	0,40	$0,4 \operatorname{ctg} \alpha$	0,5	$0,22 \operatorname{ctg} \alpha$
	25°...29°		1	0	0,40	$0,4 \operatorname{ctg} \alpha$	0,5	$0,22 \operatorname{ctg} \alpha$

$$F_x - F_{a1} + F_{a2} = 0. \quad (6.11)$$

За умовами (6.10) і (6.11) визначають розрахункові осьові навантаження  $F_{a1}$  і  $F_{a2}$  на два радіально-упорні підшипники.

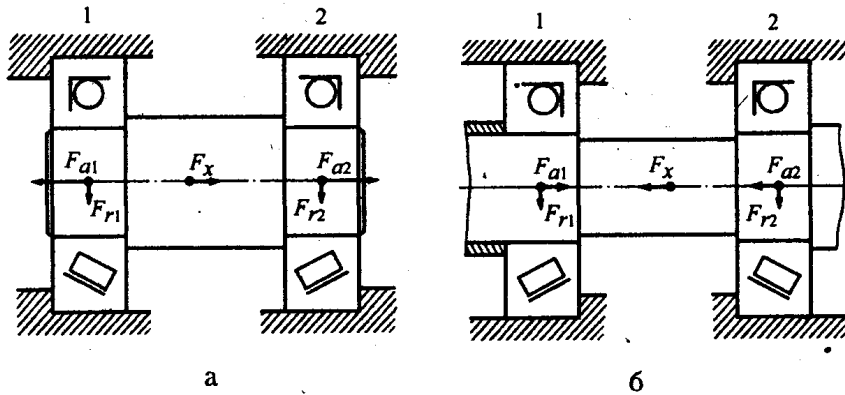


Рис. 6.1. Можливі схеми розташування радіально-упорних підшипників в опорах вала та їхнє навантаження

Підшипники кочення, що працюють при змінних режимах навантаження, можна підібрати за розрахунковим еквівалентним динамічним навантаженням  $F_{Ep}$ , яке дорівнює силі, що спричинює такий же ефект втоми підшипника, як і весь комплекс діючих за розрахунковий строк служби навантажень.

Розрахункове еквівалентне динамічне навантаження визначають за формулою

$$F_{Ep} = \sqrt[3]{(F_{1E}^3 L_1 + F_{2E}^3 L_2 + \dots + F_{nE}^3 L_n) / L} = \sqrt[3]{\sum F_{iE}^3 (L_i / L)}, \quad (6.12)$$

де  $F_{iE}$  — еквівалентне динамічне навантаження на підшипник протягом строку  $L_i$ ;  $L$  — загальний строк служби підшипника.

Для характерних типових режимів навантаження машин розрахункове еквівалентне динамічне навантаження визначають також через коефіцієнт інтенсивності  $K_E$  режиму навантаження підшипників

$$F_{Ep} = F_E K_E, \quad (6.13)$$

де  $F_E$  — еквівалентне динамічне навантаження на підшипники, отримане за формулами (6.6)...(6.8) з урахуванням тривало діючих максимальних навантажень.

Коефіцієнти інтенсивності типових режимів навантаження для постійного швидкісного режиму роботи підшипників мають такі значення:  $K_E = 1$  — для постійного режиму навантаження машини;  $K_E = 0,80$  — для важкого режиму;  $K_E = 0,63$  — для середнього рівномірного режиму;  $K_E = 0,57$  — для середнього нормального режиму;  $K_E = 0,40$  — для легкого режиму. Наведені значення коефіцієнтів інтенсивності  $K_E$  можуть бути використані за умови, що відбувається пропорційна зміна радіального  $F_r$  та осевого  $F_a$  навантажень на підшипники із зміною зовнішніх навантажень. Таке явище спостерігається, наприклад, у підшипниках кочення опор валів зубчастих передач.

## 6.5. ДОВГОВІЧНІСТЬ СИСТЕМИ ПІДШИПНИКІВ

Переважно до складу того чи іншого механізму чи машини загалом входить певна кількість підшипників кочення, кожний із яких має свою розрахункову довговічність. Коли є потреба визначити довговічність всієї системи підшипників в механізмі, тобто визначити ресурс механізму до першого виходу з ладу одного із підшипників, рекомендується використовувати таку формулу

$$\frac{1}{L^e} = \frac{1}{L_1^e} + \frac{1}{L_2^e} + \dots + \frac{1}{L_k^e}. \quad (6.14)$$

Тут  $L$  — довговічність системи підшипників даного механізму;  $L_1, L_2, \dots, L_k$  — довговічності кожного підшипника, що входять у систему;  $e = 10/9$  — для кулькових підшипників;  $e = 9/8$  — для роликових підшипників.

З формули (6.12) випливає, що довговічність системи підшипників завжди менша від довговічності довільного підшипника цієї системи.

## 6.6. ПРИКЛАДИ РОЗРАХУНКУ ДОВГОВІЧНОСТІ (РЕСУРСУ) ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ

Конструкції опор деталей, що обертаються, та схеми установки підшипників кочення в опорах можуть бути дуже різноманітними (див. гл. 3). На рис. 6.2 показані найбільш характерні схеми установки підшипників кочення деяких типів в опорах валів та їхнє навантаження зовнішніми силами. Для таких схем нижче наведено приклади розрахунку ресурсу підшипників за такими відомими вихідними даними: типорозмір підшипників; частота обертання

внутрішнього кільця  $n$ ; зовнішнє радіальне навантаження  $F_r$ ; зовнішнє осьове навантаження  $F_x$ ; характер навантаження (коефіцієнт  $K_\delta$ ); робоча температура підшипника.

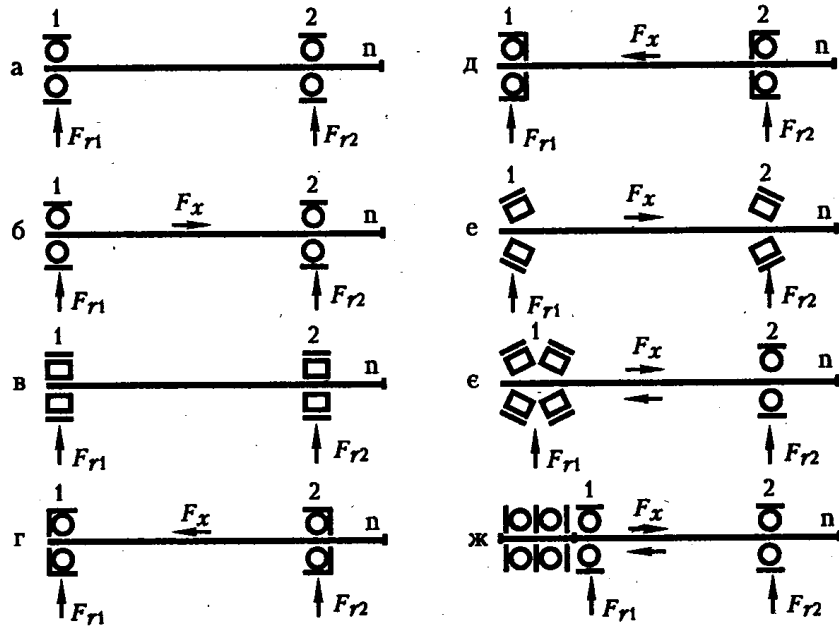


Рис.6.2. Схеми до розрахунку ресурсу підшипників в опорах валів

**Приклад 1.** Вал, що обертається з частотою  $n = 1850$  об/хв (рис. 6.2, а), встановлений на двох кулькових радіальних підшипниках 208. Зовнішні радіальні навантаження на підшипники  $F_{r1} = F_{r2} = 2850$  Н. Типовий режим навантаження — середній нормальний ( $K_E = 0,57$ ) з легкими поштовхами і короткочасними перевантаженнями до 125% ( $K_\delta = 1,15$ ), експлуатаційна температура підшипників  $t < 100$  °С ( $K_t = 1$ ). Визначити розрахунковий ресурс підшипників при 90%-й надійності ( $a_1 = 1$ ) і звичайних розрахункових умовах експлуатації ( $a_{23} = 0,75$ ).

**Розрахунок.** Згідно з табл. 2.1 для підшипника 208 маємо:  $d = 40$  мм;  $D = 80$  мм;  $B = 18$  мм; базова динамічна вантажність  $C = 25600$  Н;  $n_{zp} = 8000$  об/хв.

Еквівалентне динамічне навантаження за формулою (6.7)

$$F_E = VF_r K_\delta K_t = 1 \cdot 2850 \cdot 1,15 \cdot 1 = 3277 \text{ Н.}$$

Тут  $V = 1$ , оскільки у підшипнику обертається внутрішнє кільце. Розрахункове еквівалентне динамічне навантаження з урахуванням типового режиму навантаження

$$F_{Ep} = F_E K_E = 3277 \cdot 0,57 = 1868 \text{ Н.}$$

Розрахунковий ресурс підшипників за формулою (6.3)

$$L = a_1 a_{23} (C/F_{Ep})^P = 1 \cdot 0,75 (25600/1868)^3 = 1930 \text{ млн. обертів.}$$

Розрахунковий ресурс підшипників за формулою (6.4)

$$L_h = 16667 L/n = 16667 \cdot 1930/1850 = 17388 \text{ год.}$$

**Приклад 2.** Вал встановлений на двох опорах з радіальними кульковими підшипниками 310 (рис. 6.2, б) і обертається з частотою 2900 об/хв. Зовнішні радіальні навантаження на підшипники  $F_{r1} = 2100$  Н,  $F_{r2} = 2400$  Н і осьове навантаження на підшипник 2  $F_x = 920$  Н. Типовий режим навантаження - важкий ( $K_E = 0,80$ ) з помірними поштовхами і короткочасними перевантаженнями до 150% ( $K_\delta = 1,5$ ), експлуатаційна температура підшипників  $t < 100$  °С ( $K_t = 1$ ). Визначити розрахунковий ресурс підшипників при 90%-й надійності ( $a_1 = 1$ ) і звичайних розрахункових умовах експлуатації ( $a_{23} = 0,75$ ).

**Розрахунок.** Згідно з табл. 2.1 для підшипника 310 маємо:  $d = 50$  мм;  $D = 110$  мм;  $B = 27$  мм; базова динамічна вантажність  $C = 48500$  Н; базова статична вантажність  $C_0 = 36300$  Н;  $n_{zp} = 6300$  об/хв.

В даній схемі навантаження (див. рис. 6.2, б) підшипник 1 сприймає тільки радіальне навантаження  $F_{r1}$ , а підшипник 2 — радіальне  $F_{r2}$  і осьове  $F_{a2} = F_x$  навантаження.

Для підшипника 2 маємо (див. табл. 6.5 або табл. 2.1):

$$\frac{F_{a2}}{C_0} = \frac{920}{36300} = 0,025; \quad e = 0,22;$$

$$\frac{F_{a2}}{VF_{r2}} = \frac{920}{1 \cdot 2400} = 0,383 > e; \quad X = 0,56; \quad Y = 0,44/e = 0,44/0,22 = 2.$$

Еквівалентне динамічне навантаження на підшипники 1 і 2 за формулами (6.6) і (6.7):

$$F_{E1} = VF_{r1} K_\delta K_t = 1 \cdot 2100 \cdot 1,5 \cdot 1 = 3150 \text{ Н;}$$

$$F_{E2} = (XVF_{r2} + YF_{a2})K_{\delta}K_t = (0,56 \cdot 2400 + 2 \cdot 920) \cdot 1,5 \cdot 1 = 4776H.$$

Розрахункові еквівалентні динамічні навантаження на підшипники 1 і 2 з урахуванням типового режиму навантаження:

$$F_{Ep1} = F_{E1}K_E = 3150 \cdot 0,80 = 2520H;$$

$$F_{Ep2} = F_{E2}K_E = 4776 \cdot 0,80 = 3821H.$$

Розрахункові ресурси підшипників 1 і 2 за формулою (6.3):

$$L_1 = a_1 a_{23} (C/F_{Ep1})^p = 1 \cdot 0,75 (48500/2520)^3 = 5347 \text{ млн. обертів};$$

$$L_2 = a_1 a_{23} (C/F_{Ep2})^p = 1 \cdot 0,75 (48500/3821)^3 = 1533 \text{ млн. обертів}.$$

Розрахункові ресурси підшипників 1 і 2 за формулою (6.4):

$$L_{h1} = 16667L_1/n = 16667 \cdot 5347/2900 = 30730 \text{ год};$$

$$L_{h2} = 16667L_2/n = 16667 \cdot 1533/2900 = 8810 \text{ год}.$$

**Приклад 3.** Вал, що обертається з частотою  $n = 950 \text{ об/хв}$  (рис. 6.3, в), встановлений на двох роликових радіальних підшипниках 2208. Зовнішні радіальні навантаження на підшипники  $F_{r1} = F_{r2} = 5700 H$ . Типовий режим навантаження — середній нормальний ( $K_E = 0,57$ ) з легкими поштовхами і короткочасними перевантаженнями до 125% ( $K_{\delta} = 1,15$ ), експлуатаційна температура підшипників  $t < 100^\circ C$  ( $K_t = 1$ ). Визначити розрахунковий ресурс підшипників при 90%-й надійності ( $a_1 = 1$ ) і звичайних розрахункових умовах експлуатації ( $a_{23} = 0,55$ ).

**Розрахунок.** Згідно з табл. 2.6 для підшипника 2208 маємо:  $d = 40 \text{ мм}$ ;  $D = 80 \text{ мм}$ ;  $B = 18 \text{ мм}$ ; базова динамічна вантажність  $C = 33700 H$ ;  $n_{zp} = 10000 \text{ об/хв}$ .

Еквівалентне динамічне навантаження на підшипники за формулою (6.7)

$$F_E = VF_r K_{\delta} K_t = 1 \cdot 5700 \cdot 1,15 \cdot 1 = 6555H.$$

Тут  $V = 1$ , оскільки у підшипнику обертається внутрішнє кільце.

Розрахункове еквівалентне динамічне навантаження з урахуванням типового режиму навантаження

$$F_{Ep} = F_E K_E = 6555 \cdot 0,57 = 3736H.$$

Розрахунковий ресурс підшипників за формулою (6.3)

$$L = a_1 a_{23} (C/F_{Ep})^p = 1 \cdot 0,55 (33700/3736)^{10/3} = 840 \text{ млн. обертів}.$$

Розрахунковий ресурс підшипників за формулою (6.4)

$$L_h = 16667L/n = 16667 \cdot 840/950 = 14737 \text{ год}.$$

**Приклад 4.** Вал встановлений на двох опорах з радіально-упорними кульковими підшипниками 36218 (рис. 6.2, г) і має частоту обертання  $n = 730 \text{ об/хв}$ . Зовнішні радіальні навантаження на підшипники  $F_{r1} = 6800 H$ ,  $F_{r2} = 5220 H$  і осьове навантаження  $F_x = 2600 H$ . Типовий режим навантаження - постійний ( $K_E = 1$ ) з помірними поштовхами і короткочасними перевантаженнями до 150% ( $K_{\delta} = 1,5$ ), експлуатаційна температура підшипників  $t < 100^\circ C$  ( $K_t = 1$ ). Визначити розрахунковий ресурс підшипників при 95%-й надійності ( $a_1 = 0,62$ ) і звичайних розрахункових умовах експлуатації ( $a_{23} = 0,75$ ).

**Розрахунок.** Згідно з табл. 2.4 для підшипника 36218 маємо:  $d = 90 \text{ мм}$ ;  $D = 160 \text{ мм}$ ;  $B = 30 \text{ мм}$ ;  $\alpha = 12^\circ$ ;  $n_{zp} = 4000 \text{ об/хв}$ ; базова динамічна вантажність  $C = 92800 H$ ; базова статична вантажність  $C_0 = 84600 H$ .

Попередні значення параметра  $e$  за формулою (6.9) для підшипників 1 і 2:

$$\lg e_1 = (\lg(F_{r1}/C_0) - 1,144)/4,729 = (\lg(6800/84600) - 1,144)/4,729 = -0,473;$$

$$e_1 = 0,34;$$

$$\lg e_2 = (\lg(F_{r2}/C_0) - 1,144)/4,729 = (\lg(5220/84600) - 1,144)/4,729 = -0,498;$$

$$e_2 = 0,32.$$

Осьові складові сили, що виникають у підшипниках 1 і 2 при їхньому радіальному навантаженні,

$$F_{s1} = e_1 F_{r1} = 0,34 \cdot 6800 = 2285H;$$

$$F_{s2} = e_2 F_{r2} = 0,32 \cdot 5220 = 1660H.$$

Для схеми устаткування радіально-упорних підшипників за рис. 6.2, г повинні виконуватись умови:

$$F_{a1} \geq F_{s1}; \quad F_{a2} \geq F_{s2}; \quad F_x - F_{a1} + F_{a2} = 0.$$

Прийmemo  $F_{a1} = F_{s1} = 2285 H$ , тоді  $F_{a2} = F_{a1} - F_x = 2285 - 2600 = -315 H$ . Такий результат незадовільний, оскільки  $F_{a2} < F_{s2}$ .

Прийmemo  $F_{a2} = F_{s2} = 1660 \text{ Н}$ , тоді  $F_{a1} = F_x + F_{a2} = 2600 + 1660 = 4260 \text{ Н}$ .  
Отриманий результат задовольняє записані вище умови.

Для співвідношень  $F_{a1}/C_0 = 4260/84600 = 0,05$  і  $F_{a2}/C_0 = 1660/84600 = 0,014$  за табл. 2.3 і табл. 6.5 маємо коефіцієнти осьового навантаження підшипників  $e_1 = 0,37$  і  $e_2 = 0,30$ , які близькі за значенням до попередньо визначених. Тому робити перерахунок осьових сил на підшипники немає потреби.

Коефіцієнти  $X$  і  $Y$  для підшипників 1 і 2 (див. табл. 2.4 або табл. 6.5):

$$F_{a1}/(VF_{r1}) = 4260/(1 \cdot 6800) = 0,626 > e_1 = 0,34, \text{ тоді } X_1 = 0,45; Y_1 = 1,62;$$

$$F_{a2}/(VF_{r2}) = 1660/(1 \cdot 5220) = 0,318 < e_2 = 0,32, \text{ тоді } X_2 = 1; Y_2 = 0.$$

Еквівалентне динамічне навантаження на підшипники 1 і 2 за формулою (6.6):

$$F_{E1} = (X_1 VF_{r1} + Y_1 F_{a1}) K_\delta K_t = (0,45 \cdot 1 \cdot 6800 + 1,62 \cdot 4260) \cdot 1,5 \cdot 1 = 14942 \text{ Н};$$

$$F_{E2} = (X_2 VF_{r2} + Y_2 F_{a2}) K_\delta K_t = (1 \cdot 1 \cdot 5200 + 0) \cdot 1,5 \cdot 1 = 7830 \text{ Н}.$$

Розрахункові еквівалентні динамічні навантаження на підшипники 1 і 2 з урахуванням типового режиму навантаження:

$$F_{Ep1} = F_{E1} K_E = 14942 \cdot 1 = 14942 \text{ Н};$$

$$F_{Ep2} = F_{E2} K_E = 7830 \cdot 1 = 7830 \text{ Н}.$$

Розрахункові ресурси підшипників за формулою (6.3):

$$L_1 = a_1 a_{23} (C/F_{Ep1})^p = 0,62 \cdot 0,75 (92800/14942)^3 = 1114 \text{ млн. обертів};$$

$$L_2 = a_1 a_{23} (C/F_{Ep2})^p = 0,62 \cdot 0,75 (92800/7830)^3 = 774 \text{ млн. обертів}.$$

Розрахункові ресурси підшипників за формулою (6.4):

$$L_{h1} = 16667 L_1 / n = 16667 \cdot 1114 / 730 = 2543 \text{ год};$$

$$L_{h2} = 16667 L_2 / n = 16667 \cdot 774 / 730 = 17671 \text{ год}.$$

**Приклад 5.** Вал встановлений на двох опорах з радіально-упорними кульковими підшипниками 46218 (рис. 6.2, д) і має частоту обертання  $n = 730 \text{ об/хв}$ . Зовнішні радіальні навантаження на підшипники  $F_{r1} = 6800 \text{ Н}$ ,  $F_{r2} = 5220 \text{ Н}$  і осьове навантаження

$F_x = 2600 \text{ Н}$ . Типовий режим навантаження — постійний ( $K_E = 1$ ) з помірними поштовхами і короткочасними перевантаженнями до 150% ( $K_\delta = 1,5$ ), експлуатаційна температура підшипників  $t < 100 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $K_t = 1$ ). Визначити розрахунковий ресурс підшипників при 95%-й надійності ( $a_1 = 0,62$ ) і звичайних розрахункових умовах експлуатації ( $a_{23} = 0,75$ ).

**Розрахунок.** Згідно з табл. 2.4 для підшипника 46218 маємо:  $d = 90 \text{ мм}$ ;  $D = 160 \text{ мм}$ ;  $B = 30 \text{ мм}$ ;  $\alpha = 26^\circ$ ;  $n_{sp} = 4000 \text{ об/хв}$ ; базова динамічна вантажність  $C = 87100 \text{ Н}$ ; базова статична вантажність  $C_0 = 77700 \text{ Н}$ .

Для підшипників типу 46000 параметр  $e = 0,68$  (див. табл. 6,5).

Осьові складові сили, що виникають у підшипниках 1 і 2 при їхньому радіальному навантаженні,

$$F_{s1} = e F_{r1} = 0,68 \cdot 6800 = 4624 \text{ Н};$$

$$F_{s2} = e F_{r2} = 0,68 \cdot 5220 = 3550 \text{ Н}.$$

Для схеми установки радіально-упорних підшипників за рис. 6.2, д повинні виконуватись умови:

$$F_{a1} \geq F_{s1}; \quad F_{a2} \geq F_{s2}; \quad F_x + F_{a1} - F_{a2} = 0.$$

Прийmemo  $F_{a1} = F_{s1} = 4624 \text{ Н}$ , тоді  $F_{a2} = F_x + F_{a1} = 2600 + 4624 = 7224 \text{ Н}$ .

Оскільки  $F_{a2} = 7224 \text{ Н} > F_{s2} = 3550 \text{ Н}$ , то записані умови виконуються.

Коефіцієнти  $X$  і  $Y$  для підшипників 1 і 2 (див. табл. 2.4 або табл. 6.5):

$$F_{a1}/(VF_{r1}) = 4624/(1 \cdot 6800) = 0,68 = e, \quad \text{тоді } X_1 = 1; Y_1 = 0;$$

$$F_{a2}/(VF_{r2}) = 7224/(1 \cdot 5220) = 1,38 > e, \quad \text{тоді } X_2 = 0,41; Y_2 = 0,87.$$

Еквівалентне динамічне навантаження на підшипники 1 і 2 за формулою (6.6):

$$F_{E1} = (X_1 VF_{r1} + Y_1 F_{a1}) K_\delta K_t = (1 \cdot 1 \cdot 6800 + 0) \cdot 1,5 \cdot 1 = 10200 \text{ Н};$$

$$F_{E2} = (X_2 VF_{r2} + Y_2 F_{a2}) K_\delta K_t = (0,41 \cdot 1 \cdot 5220 + 0,87 \cdot 7224) \cdot 1,5 \cdot 1 = 8425 \text{ Н}.$$

Розрахункові еквівалентні динамічні навантаження на підшипники 1 і 2 з урахуванням типового режиму навантаження:

$$F_{Ep1} = F_{E1} K_E = 10200 \cdot 1 = 10200 \text{ Н};$$

$$F_{Ep2} = F_{E2} K_E = 8425 \cdot 1 = 8425 \text{ Н}.$$



Розрахункові ресурси підшипників 1 і 2 за формулою (6.3):

$$L_1 = a_1 a_{23} (C/F_{Ep1})^p = 0,62 \cdot 0,75 (87100/10200)^3 = 289,5 \text{ млн. обертів};$$

$$L_2 = a_1 a_{23} (C/F_{Ep2})^p = 0,62 \cdot 0,75 (87100/8425)^3 = 514 \text{ млн. обертів}.$$

Розрахункові ресурси підшипників за формулою (6.4):

$$L_{h1} = 16667 L_1 / n = 16667 \cdot 289,5 / 730 = 6610 \text{ год};$$

$$L_{h2} = 16667 L_2 / n = 16667 \cdot 514 / 730 = 11735 \text{ год}.$$

**Приклад 6.** Вал, що обертається з частотою  $n = 960 \text{ об/хв}$  (рис. 6.2, е), встановлений на двох роликових радіально-упорних конічних підшипниках 7308. Зовнішні радіальні навантаження на підшипники  $F_{r1} = 3850 \text{ Н}$ ,  $F_{r2} = 4240 \text{ Н}$ , а осьове навантаження вала  $F_x = 3480 \text{ Н}$ . Типовий режим навантаження — середній, рівномірний ( $K_E = 0,63$ ) з легкими поштовхами і короткочасними перевантаженнями до 125% ( $K_\delta = 1,2$ ), експлуатаційна температура підшипників  $t < 100^\circ \text{C}$  ( $K_t = 1$ ). Визначити розрахунковий ресурс підшипників при 90%-й надійності ( $a_1 = 1$ ) і звичайних розрахункових умовах експлуатації ( $a_{23} = 0,65$ ).

**Розрахунок.** Згідно з табл. 2.9 для підшипника 7308 маємо:  $d = 40 \text{ мм}$ ;  $D = 90 \text{ мм}$ ;  $B = 23 \text{ мм}$ ;  $T = 25,25 \text{ мм}$ ;  $\alpha = 11^\circ$ ;  $n_{zp} = 5000 \text{ об/хв}$ ; базова динамічна вантажність  $C = 61000 \text{ Н}$ ; базова статична вантажність  $C_0 = 46000 \text{ Н}$ ; параметр  $e = 0,28$ .

Осьові складові сили, що виникають у підшипниках 1 і 2 при їхньому радіальному навантаженні,

$$F_{s1} = 0,83eF_{r1} = 0,83 \cdot 0,28 \cdot 3850 = 895 \text{ Н};$$

$$F_{s2} = 0,83eF_{r2} = 0,83 \cdot 0,28 \cdot 4240 = 985 \text{ Н}.$$

Для схеми установки радіально-упорних підшипників за рис. 6.2, е повинні виконуватись умови:

$$F_{a1} \geq F_{s1}; \quad F_{a2} \geq F_{s2}; \quad F_x + F_{a1} - F_{a2} = 0.$$

Прийемо  $F_{a1} = F_{s1} = 895 \text{ Н}$ , тоді  $F_{a2} = F_x + F_{a1} = 3480 + 895 = 4375 \text{ Н}$ . Оскільки  $F_{a2} = 4375 \text{ Н} > F_{s2} = 985 \text{ Н}$ , то записані умови виконуються.

Коефіцієнти  $X$  і  $Y$  для підшипників 1 і 2 (див. табл. 2.9 або табл. 6.5):

$$F_{a1}/(VF_{r1}) = 895/(1 \cdot 3850) = 0,23 < e = 0,28, \text{ тоді } X_1 = 1; Y_1 = 0;$$

$$F_{a2}/(VF_{r2}) = 4375/(1 \cdot 4240) = 1,03 > e = 0,28, \text{ тоді } X_2 = 0,40, \text{ а } Y_2 = 0,4 \text{ctg} \alpha = 0,4 \cdot \text{ctg} 11^\circ = 2,06.$$

Еквівалентне динамічне навантаження на підшипники 1 і 2 за формулою (6.6):

$$F_{E1} = (X_1 VF_{r1} + Y_1 F_{a1}) K_\delta K_t = (1 \cdot 1 \cdot 3850 + 0) \cdot 1,2 \cdot 1 = 4620 \text{ Н};$$

$$F_{E2} = (X_2 VF_{r2} + Y_2 F_{a2}) K_\delta K_t = (0,40 \cdot 1 \cdot 4240 + 2,06 \cdot 4375) \cdot 1,2 \cdot 1 = 12850 \text{ Н}.$$

Розрахункові еквівалентні динамічні навантаження на підшипники 1 і 2 з урахуванням типового режиму навантаження:

$$F_{Ep1} = F_{E1} K_E = 4620 \cdot 0,63 = 2910 \text{ Н};$$

$$F_{Ep2} = F_{E2} K_E = 12850 \cdot 0,63 = 8095 \text{ Н}.$$

Розрахункові ресурси підшипників 1 і 2 за формулою (6.3):

$$L_1 = a_1 a_{23} (C/F_{Ep1})^p = 1 \cdot 0,65 (6100/2910)^{10/3} = 1634 \text{ млн. обертів};$$

$$L_2 = a_1 a_{23} (C/F_{Ep2})^p = 1 \cdot 0,65 (6100/8095)^{10/3} = 542 \text{ млн. обертів}.$$

Розрахункові ресурси підшипників за формулою (6.4):

$$L_{h1} = 16667 L_1 / n = 16667 \cdot 1634 / 960 = 28368 \text{ год};$$

$$L_{h2} = 16667 L_2 / n = 16667 \cdot 542 / 960 = 9410 \text{ год}.$$

**Приклад 7.** Вал, що обертається з частотою  $n = 450 \text{ об/хв}$  (рис. 6.2, е), встановлений на двох опорах, з яких опора 1 (фіксована) має здвоєні конічні радіально-упорні підшипники 7206, а опора 2 (плаваюча) має один кульковий радіальний підшипник 206. Зовнішні радіальні навантаження на підшипники опори 1 —  $F_{r1} = 3420 \text{ Н}$ , а на підшипник опори 2 —  $F_{r2} = 2120 \text{ Н}$ . Можливе двостороннє осьове навантаження вала  $F_x = 1960 \text{ Н}$ . Типовий режим навантаження — постійний ( $K_E = 1$ ) з помірними поштовхами і короткочасними перевантаженнями до 150% ( $K_\delta = 1,5$ ), експлуатаційна температура підшипників  $t < 100^\circ \text{C}$  ( $K_t = 1$ ). Визначити розрахунковий ресурс підшипників при 90%-й надійності ( $a_1 = 1$ ) і звичайних розрахункових умовах експлуатації ( $a_{23} = 0,65$  — для конічних підшипників і  $a_{23} = 0,75$  — для кулькового радіального підшипника).

**Розрахунок.** Згідно з табл. 2.9 для підшипника 7206 маємо:  $d = 30 \text{ мм}$ ;  $D = 62 \text{ мм}$ ;  $B = 16 \text{ мм}$ ;  $T = 17,25 \text{ мм}$ ;  $\alpha = 14^\circ$ ;  $n_{zp} = 8000 \text{ об/хв}$ ; базова динамічна вантажність  $C = 29800 \text{ Н}$ ; базова статична вантажність  $C_0 = 22300 \text{ Н}$ ; параметр  $e = 0,36$ .

За табл. 2.1 для підшипника 206 маємо:  $d = 30 \text{ мм}$ ;  $D = 62 \text{ мм}$ ;  $B = 16 \text{ мм}$ ;  $n_{zp} = 12500 \text{ об/хв}$ ; базова динамічна вантажність  $C = 15300 \text{ Н}$ ; базова статична вантажність  $C_0 = 10200 \text{ Н}$ .

В опорі 1 залежно від напрямку осьової сили  $F_x$  завжди все навантаження сприймає один із підшипників при умові  $\dot{F}_a / (VF_r) > e$ . В нашому випадку  $F_{a1} = F_x = 1960 \text{ Н}$ , а відношення  $F_{a1} / VF_{r1} = 1960 / (1 \cdot 3420) = 0,57 > e = 0,36$ . Тоді коефіцієнти  $X_1 = 0,40$ , а  $Y_1 = 0,4 \cdot \text{ctg} \alpha = 0,4 \cdot \text{ctg} 14^\circ = 1,61$  (див. табл. 6.5).

Еквівалентне динамічне навантаження на підшипники опор 1 і 2 за формулами (6.6) і (6.7):

$$F_{E1} = (X_1 VF_{r1} + Y_1 F_{a1}) K_\delta K_t = (0,40 \cdot 1 \cdot 3420 + 1,61 \cdot 1960) \cdot 1,5 \cdot 1 = 6785 \text{ Н};$$

$$F_{E2} = VF_{r2} K_\delta K_t = 1 \cdot 2120 \cdot 1,5 \cdot 1 = 3180 \text{ Н}.$$

Розрахункові еквівалентні динамічні навантаження з урахуванням типового режиму навантаження:

$$F_{Ep1} = F_{E1} K_E = 6785 \cdot 1 = 6785 \text{ Н};$$

$$F_{Ep2} = F_{E2} K_E = 3180 \cdot 1 = 3180 \text{ Н}.$$

Розрахункові ресурси підшипників 1 і 2 за формулою (6.3):

$$L_1 = a_1 a_{23} (C / F_{Ep1})^p = 1 \cdot 0,65 (29800 / 6785)^{10/3} = 89,7 \text{ млн. обертів};$$

$$L_2 = a_1 a_{23} (C / F_{Ep2})^p = 1 \cdot 0,75 (15300 / 3180)^3 = 83,4 \text{ млн. обертів}.$$

Розрахункові ресурси підшипників опор 1 і 2 за формулою (6.4):

$$L_{h1} = 16667 L_1 / n = 16667 \cdot 89,7 / 450 = 3322 \text{ год};$$

$$L_{h2} = 16667 L_2 / n = 16667 \cdot 83,5 / 450 = 3093 \text{ год}.$$

**Приклад 8.** Вал, що обертається з частотою  $n = 1450 \text{ об/хв}$  (рис. 6.2, ж), має комбіновану опору 1 з кульковим радіальним підшипником 210 і кульковим здвоєним упорним підшипником 38208, а також опору 2 з підшипником 210. Зовнішні радіальні навантаження  $F_{r1} = 3640 \text{ Н}$  і  $F_{r2} = 2920 \text{ Н}$ , осьове навантаження на вал  $F_x = 4320 \text{ Н}$ . Типовий режим навантаження — легкий ( $K_E = 0,40$ ) з помірними поштовхами і короткочасними перевантаженнями до 150% ( $K_\delta = 1,5$ ), експлуатаційна температура підшипників  $t < 100^\circ \text{C}$  ( $K_t = 1$ ). Визначити

розрахунковий ресурс підшипників при 90%-й надійності ( $a_1 = 1$ ) і звичайних розрахункових умовах експлуатації ( $a_{23} = 0,75$ ).

**Розрахунок.** За табл. 2.1 і 2.5 маємо:

для підшипника 210 —  $d = 50 \text{ мм}$ ;  $D = 90 \text{ мм}$ ;  $B = 20 \text{ мм}$ ;  $n_{zp} = 8000 \text{ об/хв}$ ; базова динамічна вантажність  $C = 27500 \text{ Н}$ ; базова статична вантажність  $C_0 = 20200 \text{ Н}$ ;

для підшипника 38208 —  $d = 40 \text{ мм}$ ;  $d_1 = 30 \text{ мм}$ ;  $D = 68 \text{ мм}$ ;  $H = 36 \text{ мм}$ ;  $n_{zp} = 3150 \text{ об/хв}$ ; базова динамічна вантажність  $C = 37500 \text{ Н}$ ; базова статична вантажність  $C_0 = 79900 \text{ Н}$ .

В даній схемі розташування підшипників радіальні кулькові підшипники 1 і 2 сприймають тільки радіальні навантаження, а здвоєний упорний підшипник — двостороннє осьове навантаження вала  $F_x = F_a$ .

Еквівалентне динамічне навантаження на підшипники за формулами (6.7) і (6.8):

$$F_{E1} = VF_{r1} K_\delta K_t = 1 \cdot 3640 \cdot 1,5 \cdot 1 = 5460 \text{ Н};$$

$$F_{E2} = VF_{r2} K_\delta K_t = 1 \cdot 2920 \cdot 1,5 \cdot 1 = 4380 \text{ Н};$$

$$F_E = F_a K_\delta K_t = 4320 \cdot 1,5 \cdot 1 = 6480 \text{ Н}.$$

Розрахункові еквівалентні динамічні навантаження на підшипники з урахуванням типового режиму навантаження за формулою (6.13):

$$F_{Ep1} = F_{E1} K_E = 5460 \cdot 0,40 = 2184 \text{ Н};$$

$$F_{Ep2} = F_{E2} K_E = 4380 \cdot 0,40 = 1752 \text{ Н};$$

$$F_E = F_E K_E = 6480 \cdot 0,40 = 2592 \text{ Н}.$$

Розрахункові ресурси підшипників за формулою (6.3):

$$L_1 = a_1 a_{23} (C / F_{Ep1})^p = 1 \cdot 0,75 (27500 / 2184)^3 = 1497 \text{ млн. обертів};$$

$$L_2 = a_1 a_{23} (C / F_{Ep2})^p = 1 \cdot 0,75 (27500 / 1752)^3 = 2900 \text{ млн. обертів};$$

$$L = a_1 a_{23} (C / F_E)^p = 1 \cdot 0,75 (37500 / 2592)^3 = 2271 \text{ млн. обертів}.$$

Розрахункові ресурси підшипників за формулою (6.4):

$$L_{h1} = 16667 L_1 / n = 16667 \cdot 1497 / 1450 = 17207 \text{ год};$$

$$L_{h2} = 16667 L_2 / n = 16667 \cdot 2900 / 1450 = 33334 \text{ год};$$

$$L_h = 16667 L / n = 16667 \cdot 2271 / 1450 = 26104 \text{ год}.$$

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. – М.: Машиностроение, 1979-1982. – Т.1. – 728 с.; Т.2. – 559 с.; Т.3. – 557 с.
2. Иванов М.Н. Детали машин. – М.: Высш. шк., 1991. – 383 с.
3. Павлице В.Т. Основы конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник. – К.: Вища шк., 1993. – 556 с.
4. Перель Л.Я. Подшипники качения: Расчет, проектирование и обслуживание опор: Справочник. – М.: Машиностроение, 1983. – 543 с.
5. Подшипники качения: Справ.-каталог/Под ред. В.Н. Нарьшкина, Р.В. Коросташевского. – М.: Машиностроение, 1984. – 280 с.
6. Проектирование механических передач: Уч.-справ. пособие для вузов/С.А. Чернавский и др. – М.: Машиностроение, 1984. – 560 с.
7. Решетов Д.Н. Детали машин. – М.: Машиностроение, 1989. – 496 с.
8. Чуб Е.Ф. Реконструкция и эксплуатация опор с подшипниками качения: Справочник: – М.: Машиностроение, 1981. – 365 с.