

الباب الثالث

المحامل المقاومة للاحتكاك (Antifriction Bearings)

وظيفة المحامل هي إسناد العمدان، أو الأجزاء المشابهة، في اتجاه نصف القطر وفي اتجاه المحور. تشتمل المحامل المقاومة للاحتكاك على جسيمات متدرجة، يمكن ان تكون كريات (balls) أو أسطوانات (rollers)، تتدرج بين حلقتين: حلقة داخلية (inner ring) وحلقة خارجية (outer ring) ويكون مسارها محكوماً بأخاديد يتم قطعها على هذه الحلقات بالإضافة الى قفص احتجاز (retaining cage). يتم انتقال الحمل في المحامل المقاومة للاحتكاك خلال تلامس تدرجي (rolling contact)، خلاف الجلب (sleeves) والتي يتم انتقال الحمل فيها خلال تلامس انزلاقي (sliding contact).

الشكل (2.1)

من محاسن المحامل المقاومة للاحتكاك مقارنة بالجلب:

1. يكون الاحتكاك منخفضاً ماعدا عند السرعات العالية.
2. لها خصائص تساعد على تحقيق محاذاة دقيقة للعمود.
(good alignment properties)

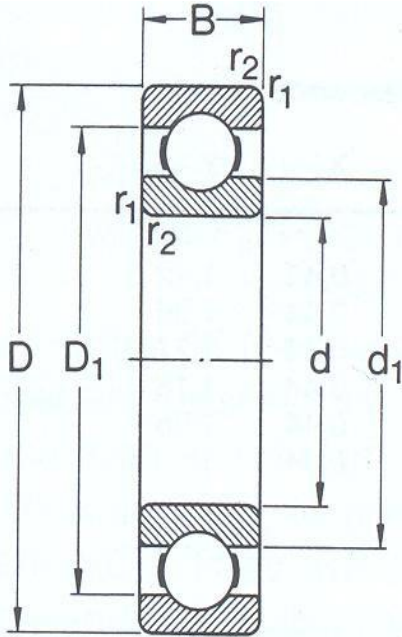
3. تتحمل الأحمال الزائدة اللحظية.
4. سهولة التزليق (Lubrication).
5. بعض الأنواع تتحمل الحمل المحوري والنصف قطري في آن واحد.
6. يمكن أن يتم استبدالها بسهولة.
7. يتم اختيار المحمل المناسب لتطبيق معين من الجداول المعدة بواسطة الشركات المصنعة بطريقة سهلة.

ومن عيوبها:

1. عالية التكلفة.
2. يمكن إن يتم انهيار المحمل فجأة دون إنذار مما قد يتسبب في تلف بعض أجزاء الآلية.

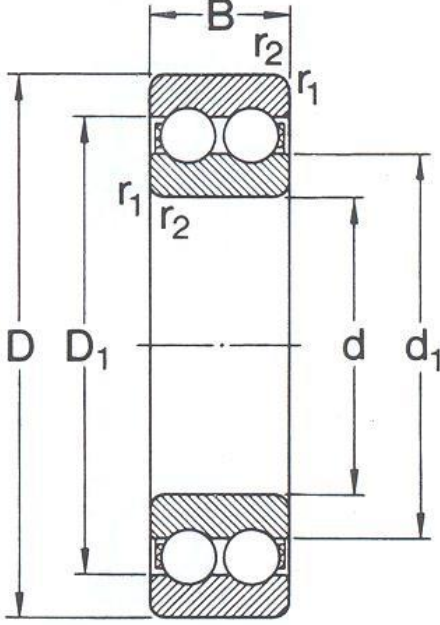
3.1 بعض أنواع محامل الكريات (Types of ball bearings)

1. محمل كريات مفرد، (single-row deep-groove ball bearing):



يستخدم هذا النوع أساسا لإسناد الحمل في اتجاه القطر (radial load)، ولكنه يتحمل أيضا بعض الحمل المحوري (axial load).

2. محمل كريات مزدوج (double-row ball bearing):



يستخدم هذا النوع

لإسناد الأحمال

الكبيرة في اتجاه

نصف القطر (radial load)

وفي اتجاه المحور (axial load).

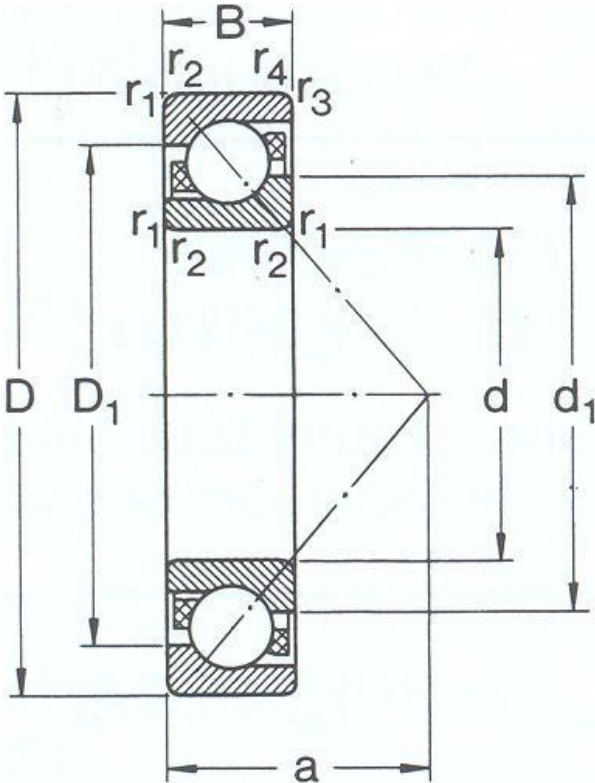
3. محمل كريات ذو تلامس زاوي

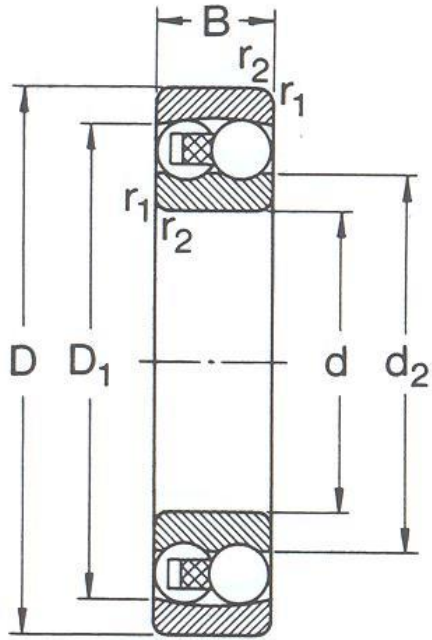
:(Angular-contact ball bearing)

يستخدم هذا النوع

لزيادة المقدرة على

إسناد الحمل المحوري.





4. محمل كريات ذو محاذاة ذاتية

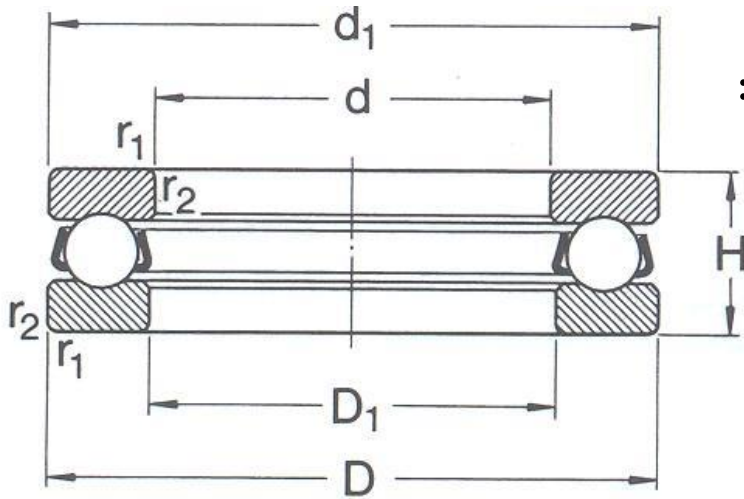
:(Self-aligning ball bearing)

يستخدم هذا النوع عندما يتوقع

وجود انحراف في العمود أو

اختلاف المحاذاة عند التركيب،

يسمح باختلاف المحاذاة عادة حتى الزاوية 3° .



5. محمل كريات دفعي

:(Thrust ball bearing)

يستخدم لإسناد حمل

محوري كبير .

3.2 بعض أنواع محامل الاسطوانيات (Roller bearing

: types)

1. محمل اسطوانيات مستقيمة

(Straight roller bearing):

فى هذا النوع تكون الجسيمات المتدحرجة

عبارة عن اسطوانيات مستقيمة، (rollers) ،

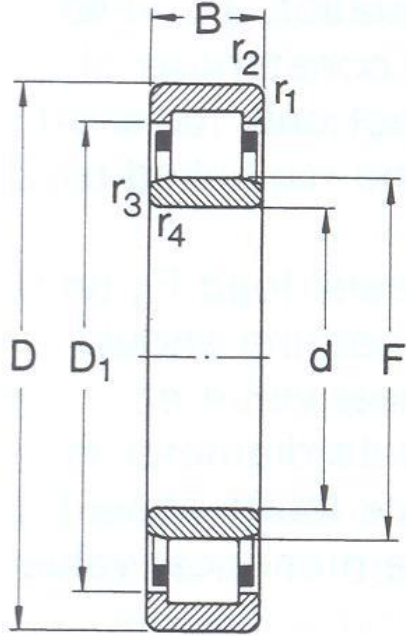
يتحمل هذا النوع حملاً نصف قطرياً أكبر من

الحمل الذي يتحمله محمل كريات بنفس

الحجم وذلك لأن مساحة التلامس أكبر،

ولكنه لا يسند الأحمال فى اتجاه المحور

بالإضافة الى انه يتطلب محاذاة دقيقة.



2. محمل اسطوانيات كروي

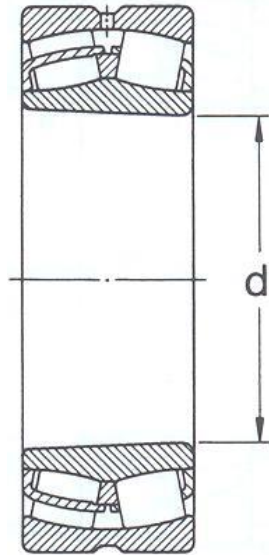
(Spherical roller bearing):

يستخدم عند وجود أحمال

ثقيلة مع توقع وجود

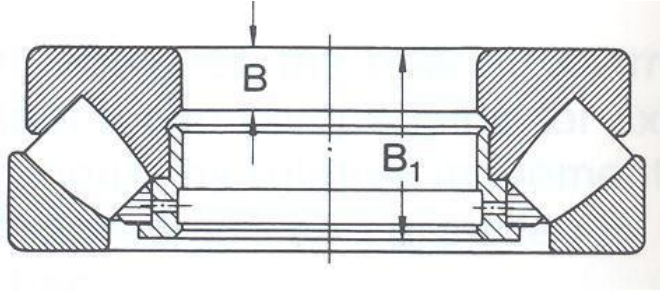
عدم محاذاة دقيقة.

(Misalignment)



3. محمل اسطوانات كروي دفعي

:(Spherical roller thrust bearing)



يستخدم عند وجود أحمال ثقيلة

مع توقع وجود عدم محاذاة

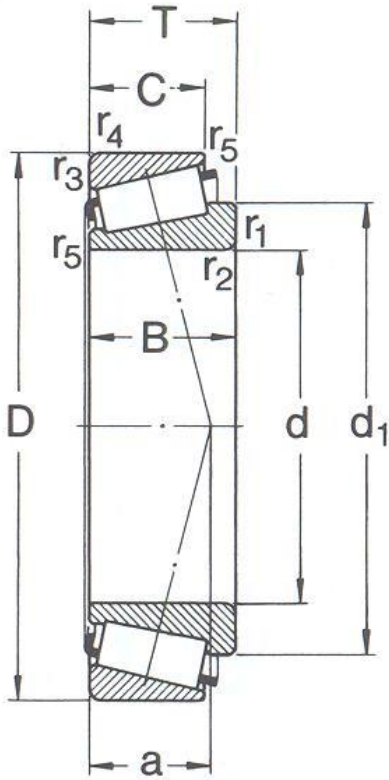
دقيقة. (Misalignment)

4. محمل اسطوانات مستدقة (مسلوبة)

:(tapered roller bearing)

يستخدم لإسناد الأحمال في اتجاه

نصف القطر وفي اتجاه المحور.

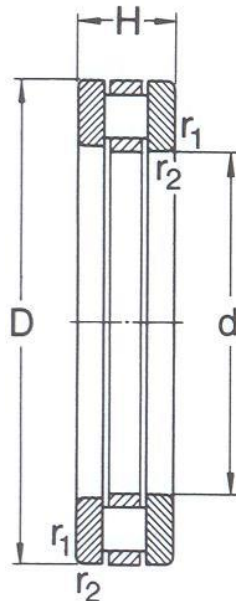


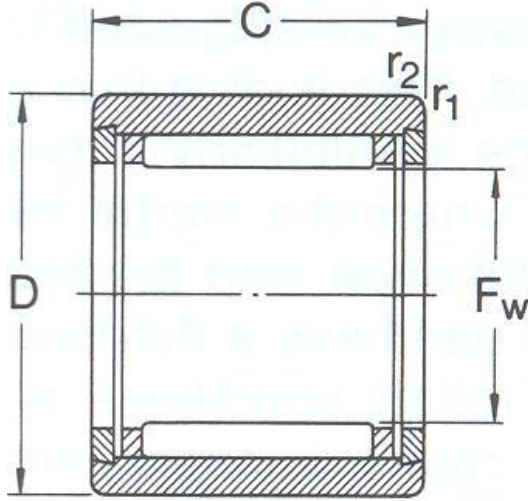
5. محمل اسطوانات دفعي

:(thrust roller bearing)

يستخدم لإسناد العمود

في اتجاه المحور.





6. محمل اسطوانات دبوسيه
:(needle roller bearing)

تستخدم عندما يكون الحيز
المتاح في اتجاه نصف القطر صغير.

3.3 حمل وعمر المحمل (Bearing load & life) :

تم وضع هذا التعريف بواسطة اتحاد مصنعي المحامل المقاومة للاحتكاك
(Anti- Friction Bearing Manufacturers Association), AFBMA

الحمل التقديري القياسي (Standard load rating) :

هو الحمل النصف- قطري الذي تتحمله مجموعة محامل متماثلة)
ظاهرياً) لفترة عمر تقديري (rating life) مقداره واحد مليون لفة للحلقة
الداخلية للمحمل. يعرف الحمل التقديري القياسي أيضا بالحمل التقديري
الديناميكي (Dynamic load rating) أو السعة الديناميكية الأساسية (Basic
dynamic capacity) أو الحمل التقديري الأساسي (Basic load rating)
ويرمز له بالرمز C.

عمر المحمل: (Bearing life): هو عدد الساعات عند سرعة معينة (ثابتة) أو
عدد اللفات للحلقة الداخلية التي يمكن إن يعملها المحمل قبل حدوث
الانهيار.

العمر التقديري (Rating life) :

يعرف العمر التقديري لمجموعة محامل متماثلة (ظاهرياً) بأنه عدد اللفات أو عدد الساعات عند سرعة معينة (ثابتة) والتي يمكن ان تكملها ، أو تزيد عنها ، نسبة 90% من مجموعة المحامل المعينة قبل حدوث الانهيار (Failure) يعرف العمر التقديري أيضا بالعمر الأدنى (minimum life) أو L_{10} Life .

3.4 طريقة اختيار محمل الكريات:

يتم اختيار المحمل المناسب من الجداول المعدة بواسطة الشركات المصنعة بناء على قيمة الحمل التقديري الأساسي للتطبيق المعين ويتم إيجاده من العلاقة الآتية:

$$C = F \left(L \times 10^{-6} \right)^{\frac{1}{a}} \dots\dots\dots(3.1)$$

حيث C : الحمل التقديري الأساسي

F : الحمل المكافئ النصف قطري المؤثر على المحمل.

L : عمر المحمل باللفات

a : كمية ثابتة وتساوي 3 لمحمل الكريات أو 10/3 لمحمل الاسطوانات.

بعض الشركات المصنعة للمحامل تقوم بتحديد الحمل التقديري المناظر لعمر تقديري محدد (L_{10} Life) بالساعة وسرعة محددة (rpm). في كتلوجات شركة Timken مثلاً، يتم جدولة الحمل التقديري للمحامل عند عمر تقديري مقداره 3000 ساعة عند السرعة 500 rpm. ولاختيار المحمل المناسب من مثل هذه الكتلوجات، يتم أولاً تحديد الحمل التقديري C من المعادلة:

$$C_R = F \left\{ \left(\frac{L_D}{L_R} \right) \left(\frac{n_D}{n_R} \right) \right\}^{\frac{1}{a}} \dots\dots\dots(3.2)$$

حيث R : ترمز لقيم الكتلوج أو القيم التقديرية (Rating values) و D ترمز لقسم التصميم (Design values) أو القيم المطلوبة : أفرض مثلاً أنه مطلوب اختيار حمل اسطوانات ليسند حملاً نصف قطرياً مكافئاً مقداره 4 kN، عمر المحمل المطلوب هو 1200 ساعة عند السرعة 600 rpm، وفي هذه الحالة فإن الحمل التقديري الذي يجب استخدامه في كتلوج شركة Timken هو:

$$C_R = 4 \times \left\{ \left(\frac{1200}{3000} \right) \left(\frac{600}{500} \right) \right\}^{\frac{3}{10}} = 3.21 \text{ kN}$$

يتم تحسيب الحمل النصف قطري المكافئ، F للمحمل الذي يقع تحت تأثير حمل نصف قطري ثابت وحمل محوري مشترك (combined radial & axial load) من المعادلة:

$$F = k [X_v F_r + Y F_a] \dots\dots\dots(3.3)$$

حيث F_r : هي الحمل الحقيقي الواقع على المحمل في اتجاه نصف القطر (radial load)

F_a : هي الحمل الحقيقي الواقع على المحمل في اتجاه المحور (axial load)

X : هو معامل الحمل النصف قطري (Radial load coefficient)

Y : هو معامل الحمل المحوري (axial load coefficient)

k : هو معامل التحميل (Load application factor)

v : معامل الدوران (Rotational factor)

عند دوران الحلقة الداخلية: $v = 1$

عند دوران الحلقة الخارجية: $v = 1.2$

في محامل المحازاة الذاتية: $v = 1$ دائماً

Table (3.1): Radial & Axial load factors for Ball bearings:-

$\frac{F_a}{C_o}$	e	$\frac{F_a}{F_r} > e$		$\frac{F_a}{F_r} \leq e$	
		X	Y	X	Y
0.014	0.19	0.56	2.3	1	0
0.021	0.21	0.56	2.15	1	0
0.028	0.22	0.56	1.99	1	0
0.040	0.24	0.56	1.80	1	0
0.056	0.26	0.56	1.71	1	0
0.070	0.27	0.56	1.60	1	0
0.084	0.28	0.56	1.56	1	0
0.11	0.30	0.56	1.45	1	0
0.13	0.31	0.56	1.40	1	0
0.17	0.34	0.56	1.31	1	0
0.25	0.37	0.56	1.20	1	0
0.28	0.38	0.56	1.15	1	0
0.42	0.42	0.56	1.04	1	0
0.56	0.44	0.56	1.00	1	0

Note: for 0.014, use $e = 0.19$. $\frac{F_a}{C_o} <$

يتم ايجاد قيم X و Y من الجدول (3.1) وذلك باتباع الخطوات الاتية:

(أ) اوجد الحمل التقديري الاستاتيكي الأساسي، C_o (basic static load rating) ،
من المعادلة:

$$C_o = S_o F_o \dots\dots\dots(3.4)$$

حيث F_o : هي الحمل الاستاتيكي المكافئ (equivalent static load) ،
بالنسبة لمحامل الكريات تكون قيمة F_o مساوية للقيمة الأكبر مما يلي :

$$F_o = 0.6 F_r + 0.5 F_a \dots\dots\dots(3.5)$$

او

$$F_o = F_r \dots\dots\dots(3.6)$$

S_o : هو عامل الحمل الاستاتيكي (static load factor) وتعتمد قيمته
على نوع التحميل كما يوضح الجدول (3.2).

Table (3.2) Static load factor, S_o :-

Type of loading	S_o
Operation is smooth and vibration free	0.5
Normal conditions of operation and vibration	1.0
Shock loads present	1.5 – 2
Smooth running is required	2.0

(ب) أحسب النسب $\frac{F_a}{F_r}$ و $\frac{F_a}{C_o}$

(ج) من الجدول (3.1) اوجد قيمة الكمية الثابتة، e، ثم قارن بينها وبين قيمة

النسبة $\frac{F_a}{F_r}$ ومن ثم اوجد القيم الصحيحة للعوامل X و Y.

لاحظ انه اذا كانت قيمة $\frac{F_a}{C_o} < 0.014$ فانه يتم اعتبار أن $e = 0.19$ في

الجدول (3.1).

يتم ايجاد معامل التحميل، k، من الجدول (3.3).

Table (3.3) load application factor, k

Type of loading	k
Precision gearing	1 – 1.1
Commercial gearing	1.1 – 1.3
Poor-bearing seal	1.2
No impact	1 – 1.2
Light impact	1.2 – 1.5
Moderate impact	1.5 – 3

3.5 تركيب المحامل النصف قطرية (Mounting of radial ball bearing):

تستخدم المحامل لإسناد العمدان الدوارة ونقل الحمل من العمود المعني الى قاعدة الإسناد في هيكل الآلة (housing) دون إحداث أي تلف في المحمل أو العمود أو أجزاء الآلية الأخرى وحتى يتم ذلك يجب التأكد من أن

المحمل يتم تركيبه على العمود وعلى قاعدة الإسناد بطريقة صحيحة وذلك لضمان تشغيله للعمر المقترح له والمحافظة على بقية أجزاء الآلة .
يحتاج العمود عادة الي إثنين من المحامل، تقوم بوظيفة الإسناد وتحديد الموضع فى إتجاه نصف القطر وفى إتجاه المحور .
الشكل أدناه يوضح احدي الطرق المستخدمة لتركيب المحامل النصف قطرية، (radial bearings).

فى الشكل أعلاه يتم إسناد الحلقة الداخلية للمحمل على كتفة العمود ويتم تثبيتها فى هذا الموضع بواسطة صمولة تربط على العمود . يتم إسناد الحلقة الخارجية لأحد المحامل، (على اليسار)، على كتفة الهيكل ويتم تثبيتها فى هذا الوضع بواسطة غطاء وبالتالي فان هذا المحمل يتحمل حملاً محورياً فى الاتجاهين بالإضافة الى الحمل النصف قطري. فى المحمل الآخر (على

اليمين) تكون الحلقة الخارجية حرة في ان تتحرك في اتجاه المحور وبالتالي فان هذا المحمل لا يتحمل الحمل المحوري ويسمح للعمود ان يتحرك في اتجاه المحور عند حدوث انحرافات.

مثال (3.1):

مطلوب اختيار محمل كريات- أخدود عميق (Deep-groove ball bearing) ليسند حملاً نصف قطرياً مقداره 3200 N بالإضافة الى حمل محوري مقدار 800 N، عند السرعة 1000 rpm. يعمل المحمل لفترة 8 ساعات يومياً. مطلوب الآ يتم تغيير المحمل الآ بعد مرور 5 سنوات. افرض أن عدد أيام التشغيل في السنة هو 300 يوم. من المتوقع وجود أحمال صدمية (Shock loads) في الآلية التي يعمل فيها المحمل. افرض ان مانع التسرب المستخدم من النوع الرديئ. (Poor-bearing seals)

الحل:

عمر المحمل المطلوب بالساعات هو:

$$8 \times 300 \times 5 = 12000 \text{ hr}$$

السرعة هي : $n = 1000 \text{ rpm}$

الحمل النصف قطري : $F_r = 3200 \text{ N}$

الحمل المحوري: $F_a = 800 \text{ N}$

$$F_o = 0.6 F_r + 0.5 F_a \quad \therefore$$

$$= 0.6 \times 3200 + 0.5 \times 800 = 2320 \text{ N}$$

$$F_o = F_r = 3200 \text{ N} \quad \therefore \quad F_r > F_o \quad \text{وبما أن}$$

بما أنه متوقع وجود صدمات، $\therefore S_o = 1.5$ (من الجدول 3.2)

$$C_o = S_o F_o = 1.5 \times 3200 = 4800 N \quad \text{وعليه فان :}$$

$$F_a / C_o = 800 / 4800 = 0.167 \quad \text{النسبة} \therefore$$

$$F_a / F_r = 800 / 3200 = 0.25 \quad \text{كما ان :}$$

من الجدول (3.1) وعند $F_a / C_o = 0.167$ فان $e = 0.33$ (باستخدام الاستكمال الداخلي).

$$F_a / F_r < e \quad \text{وعليه فان}$$

$$Y = 0 \quad , \quad X = 1 \quad \text{وبالتالي فان:}$$

من الجدول (3.3) وبالنسبة لمانع تسرب من النوع الرديء فان $k = 1.2$

$$v = 1 \quad \text{افرض دوران الحلقة الداخلية ،} \therefore$$

عمر المحمل بعدد اللفات هو:

$$\text{revs. } L = 12000 \times 1000 \times 60 = 720 \times 10^6$$

\therefore الحمل النصف قطري المكافئ هو:

$$F = k [Xv F_r + Y F_a] \\ = 1.2 \times 1 \times 1 \times 3200 = 3840 N$$

$$C = F (L \times 10^{-6})^{\frac{1}{a}} \quad \text{النسبة التقديري الاساسي هو:}$$

بالنسبة لمحامل الكريات فان $a = 3$

$$C = 3840 \left(720 \times 10^6 \times 10^{-6} \right)^{\frac{1}{3}} = 34418 N \quad \text{وعليه فان :}$$

بالنظر الى جداول شركة SKF (أو FAG أو أي شركة أخرى) نجد ان المحمل المناسب هو 6407 والذي يتحمل حملاً تقديرياً أساسياً مقداره 42500 N

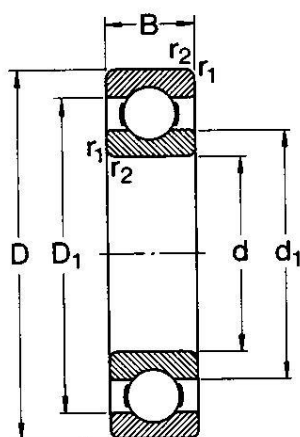
نلاحظ أن القطر الداخلي لهذا المحمل هو 35 mm والخارجي 100 mm وعرضه 25 mm.

مسائل

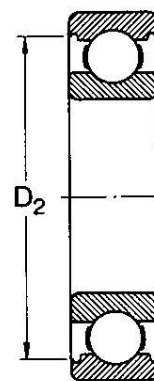
1. محمل كريات أخذود عميق يتحمل حمل نصف قطري 4 kN ، العمر التقديري له $L_{10} = 1200 \text{ hr}$ عند السرعة 600 rpm . إذا كانت الشركة المصنعة للمحمل قامت بإعداد الجداول (الكتلوجات) باعتبار أن العمر التقديري 3800 hr عند السرعة 500 rpm فأوجد مقدار الحمل الذي يجب اعتباره عند استخدام هذه الجداول. (2.989kN)

2. مطلوب اختيار محمل كريات- أخذود عميق- ليسند حملاً نصف قطرياً مقداره 2kN وحملاً محورياً مقداره 0.5kN. العمر التقديري المطلوب للمحمل هو 5000 ساعة تدور الحلقة الداخلية للمحمل بسرعة 900 rpm . افرض استخدام تروس تجارية (commercial gears) مع وجود أحمال صدمية (Shock loads).

3. مطلوب اختيار محمل كريات- أخذود عميق- لإسناد العمود الموضح أدناه عند A و B. يجب ان تعمل المحامل لفترة 3000 hr عند السرعة 1000 rpm . أصغر قطر للعمود هو 25 mm. أفرض أن الحمل المحوري يتحمله المحمل A، مع وجود صدمات خفيفة (Light impact).
أرسم مسقطاً قطاعياً يوضح طريقة تثبيت المحامل.

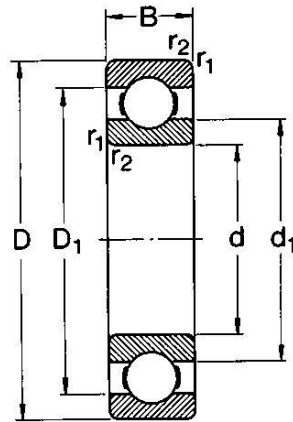


With full outer ring shoulders

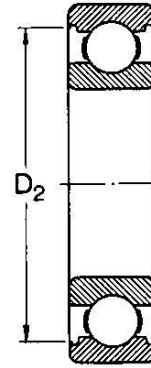


With recessed outer ring shoulders

Principal dimensions			Basic load ratings		Fatigue load limit P_u	Speed ratings		Mass	Designation
d	D	B	dynamic	static		Lubrication grease	oil		
mm			N		N	r/min		kg	-
2,5	8	2,8	319	106	4	67 000	80 000	0,0007	60/2,5
3	10	4	488	146	6	60 000	70 000	0,0015	623
4	9	2,5	540	180	7	63 000	75 000	0,0007	618/4
	12	4	806	280	12	53 000	63 000	0,0022	604
	13	5	975	305	14	48 000	56 000	0,0031	624
	16	5	1 110	380	16	43 000	50 000	0,0054	634
5	11	3	637	255	11	53 000	63 000	0,0012	618/5
	16	5	1 110	380	16	43 000	50 000	0,0050	625
	19	6	1 720	620	26	36 000	43 000	0,0090	635
6	13	3,5	884	345	15	48 000	56 000	0,0020	618/6
	19	6	1 720	620	26	36 000	43 000	0,0084	626
7	14	3,5	956	400	17	45 000	53 000	0,0022	618/7
	19	6	1 720	620	26	38 000	45 000	0,0075	607
	22	7	3 250	1 370	57	32 000	38 000	0,013	627
8	16	4	1 330	570	24	40 000	48 000	0,0030	618/8
	22	7	3 250	1 370	57	36 000	43 000	0,012	608
9	17	4	1 430	640	27	38 000	45 000	0,0034	618/9
	24	7	3 710	1 660	71	32 000	38 000	0,014	609
	26	8	4 620	1 960	83	28 000	34 000	0,020	629
10	19	5	1 380	585	25	36 000	43 000	0,0055	61800
	22	6	1 950	750	32	34 000	40 000	0,010	61900
	26	8	4 620	1 960	83	30 000	36 000	0,019	6000
	28	8	4 620	1 960	83	28 000	34 000	0,022	16100
	30	9	5 070	2 360	100	24 000	30 000	0,032	6200
	35	11	8 060	3 400	143	20 000	26 000	0,053	6300
12	21	5	1 430	670	28	32 000	38 000	0,0063	61801
	24	6	2 250	980	43	30 000	36 000	0,011	61901
	28	8	5 070	2 360	100	26 000	32 000	0,022	6001
	30	8	5 070	2 360	100	26 000	32 000	0,023	16101
	32	10	6 890	3 100	132	22 000	28 000	0,037	6201
	37	12	9 750	4 150	176	19 000	24 000	0,060	6301

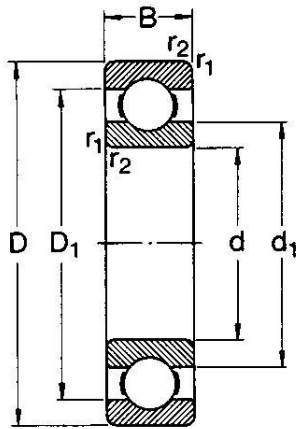


With full outer ring shoulders

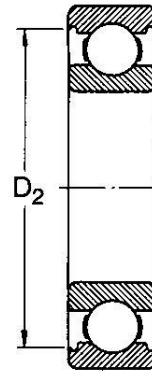


With recessed outer ring shoulders

Principal dimensions			Basic load ratings		Fatigue load limit P_u	Speed ratings		Mass	Designation
d	D	B	dynamic C	static C_0		Lubrication grease	oil		
mm			N		N	r/min		kg	-
15	24	5	1 560	800	34	28 000	34 000	0,0074	61802
	28	7	4 030	2 040	85	24 000	30 000	0,016	61902
	32	8	5 590	2 850	120	22 000	28 000	0,025	16002
	32	9	5 590	2 850	120	22 000	28 000	0,030	6002
	35	11	7 800	3 750	160	19 000	24 000	0,045	6202
	42	13	11 400	5 400	228	17 000	20 000	0,082	6302
17	26	5	1 680	930	39	24 000	30 000	0,0082	61803
	30	7	4 360	2 320	98	22 000	28 000	0,018	61903
	35	8	6 050	3 250	137	19 000	24 000	0,032	16003
	35	10	6 050	3 250	137	19 000	24 000	0,039	6003
	40	12	9 560	4 750	200	17 000	20 000	0,065	6203
	47	14	13 500	6 550	275	16 000	19 000	0,12	6303
	62	17	22 900	10 800	455	12 000	15 000	0,27	6403
20	32	7	2 700	1 500	63	19 000	24 000	0,018	61804
	37	9	6 370	3 650	156	18 000	22 000	0,038	61904
	42	8	6 890	4 050	173	17 000	20 000	0,050	16004
	42	12	9 360	5 000	212	17 000	20 000	0,069	6004
	47	14	12 700	6 550	280	15 000	18 000	0,11	6204
	52	15	15 900	7 800	335	13 000	16 000	0,14	6304
	72	19	30 700	15 000	640	10 000	13 000	0,40	6404
25	37	7	4 360	2 600	125	17 000	20 000	0,022	61805
	42	9	6 630	4 000	176	16 000	19 000	0,045	61905
	47	8	7 610	4 750	212	14 000	17 000	0,060	16005
	47	12	11 200	6 550	275	15 000	18 000	0,080	6005
	52	15	14 000	7 800	335	12 000	15 000	0,13	6205
	62	17	22 500	11 600	490	11 000	14 000	0,23	6305
	80	21	35 800	19 300	815	9 000	11 000	0,53	6405
30	42	7	4 490	2 900	146	15 000	18 000	0,027	61806
	47	9	7 280	4 550	212	14 000	17 000	0,051	61906
	55	9	11 200	7 350	310	12 000	15 000	0,085	16006
	55	13	13 300	8 300	355	12 000	15 000	0,12	6006
	62	16	19 500	11 200	475	10 000	13 000	0,20	6206
	72	19	28 100	16 000	670	9 000	11 000	0,35	6306
	90	23	43 600	23 600	1 000	8 500	10 000	0,74	6406

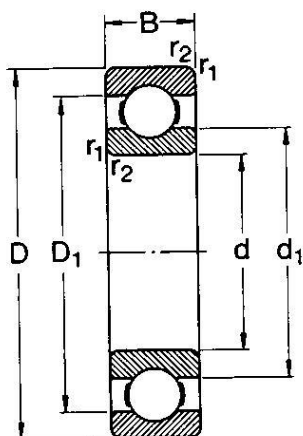


With full outer ring shoulders

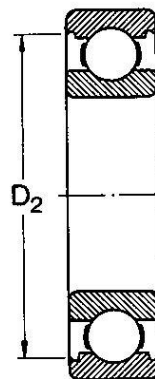


With recessed outer ring shoulders

Principal dimensions			Basic load ratings		Fatigue load limit P_u	Speed ratings		Mass	Designation
d	D	B	dynamic C	static C_0		Lubrication grease	oil		
mm			N		N	r/min		kg	-
35	47	7	4 750	3 200	166	13 000	16 000	0,030	61807
	55	10	9 560	6 200	290	11 000	14 000	0,080	61907
	62	9	12 400	8 150	375	10 000	13 000	0,11	16007
	62	14	15 900	10 200	440	10 000	13 000	0,16	6007
	72	17	25 500	15 300	655	9 000	11 000	0,29	6207
	80	21	33 200	19 000	815	8 500	10 000	0,46	6307
	100	25	55 300	31 000	1 290	7 000	8 500	0,95	6407
40	52	7	4 940	3 450	186	11 000	14 000	0,034	61808
	62	12	13 800	9 300	425	10 000	13 000	0,12	61908
	68	9	13 300	9 150	440	9 500	12 000	0,13	16008
	68	15	16 800	11 600	490	9 500	12 000	0,19	6008
	80	18	30 700	19 000	800	8 500	10 000	0,37	6208
	90	23	41 000	24 000	1 020	7 500	9 000	0,63	6308
	110	27	63 700	36 500	1 530	6 700	8 000	1,25	6408
45	58	7	6 050	4 300	228	9 500	12 000	0,040	61809
	68	12	14 000	9 800	465	9 000	11 000	0,14	61909
	75	10	15 600	10 800	520	9 000	11 000	0,17	16009
	75	16	20 800	14 600	640	9 000	11 000	0,25	6009
	85	19	33 200	21 600	915	7 500	9 000	0,41	6209
	100	25	52 700	31 500	1 340	6 700	8 000	0,83	6309
	120	29	76 100	45 000	1 900	6 000	7 000	1,55	6409
50	65	7	6 240	4 750	250	9 000	11 000	0,052	61810
	72	12	14 600	10 400	500	8 500	10 000	0,14	61910
	80	10	16 300	11 400	560	8 500	10 000	0,18	16010
	80	16	21 600	16 000	710	8 500	10 000	0,26	6010
	90	20	35 100	23 200	980	7 000	8 500	0,46	6210
	110	27	61 800	38 000	1 600	6 300	7 500	1,05	6310
	130	31	87 100	52 000	2 200	5 300	6 300	1,90	6410
55	72	9	8 840	6 800	360	8 500	10 000	0,083	61811
	80	13	15 900	11 400	560	8 000	9 500	0,19	61911
	90	11	19 500	14 000	695	7 500	9 000	0,26	16011
	90	18	28 100	21 200	900	7 500	9 000	0,39	6011
	100	21	43 600	29 000	1 250	6 300	7 500	0,61	6211
	120	29	71 500	45 000	1 900	5 600	6 700	1,35	6311
	140	33	99 500	62 000	2 600	5 000	6 000	2,30	6411

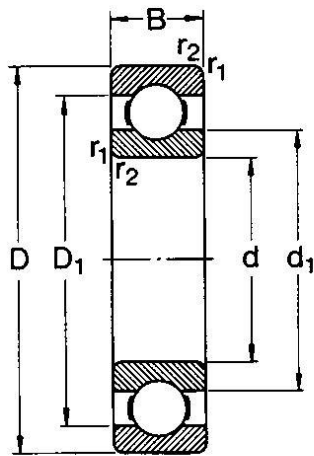


With full outer ring shoulders

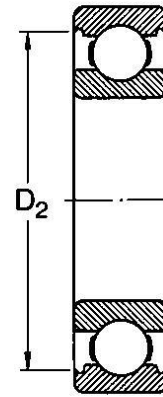


With recessed outer ring shoulders

Principal dimensions			Basic load ratings		Fatigue load limit P_u	Speed ratings		Mass	Designation
d	D	B	dynamic C	static C_0		Lubrication grease	oil		
mm			N		N	r/min		kg	-
60	78	10	8 710	6 700	365	7 500	9 000	0,11	61812
	85	13	16 500	12 000	600	7 500	9 000	0,20	61912
	95	11	19 900	15 000	735	6 700	8 000	0,28	16012
	95	18	29 600	23 200	980	6 700	8 000	0,42	6012
	110	22	52 700	36 000	1 530	6 000	7 000	0,78	6212
	130	31	81 900	52 000	2 200	5 000	6 000	1,70	6312
	150	35	108 000	69 500	2 900	4 800	5 600	2,75	6412
65	85	10	11 900	9 650	510	7 000	8 500	0,13	61813
	90	13	17 400	13 400	680	6 700	8 000	0,22	61913
	100	11	21 200	16 600	830	6 300	7 500	0,30	16013
	100	18	30 700	25 000	1 060	6 300	7 500	0,44	6013
	120	23	55 900	40 500	1 730	5 300	6 300	0,99	6213
	140	33	92 300	60 000	2 500	4 800	5 600	2,10	6313
	160	37	119 000	78 000	3 150	4 500	5 300	3,30	6413
70	90	10	12 100	10 000	540	6 700	8 000	0,14	61814
	100	16	23 800	18 300	900	6 300	7 500	0,35	61914
	110	13	28 100	25 000	1 060	6 000	7 000	0,43	16014
	110	20	37 700	31 000	1 320	6 000	7 000	0,60	6014
	125	24	60 500	45 000	1 900	5 000	6 000	1,05	6214
	150	35	104 000	68 000	2 750	4 500	5 300	2,50	6314
	180	42	143 000	104 000	3 900	3 800	4 500	4,85	6414
75	95	10	12 500	10 800	585	6 300	7 500	0,15	61815
	105	16	24 200	19 300	965	6 000	7 000	0,37	61915
	115	13	28 600	27 000	1 140	5 600	6 700	0,46	16015
	115	20	39 700	33 500	1 430	5 600	6 700	0,64	6015
	130	25	66 300	49 000	2 040	4 800	5 600	1,20	6215
	160	37	114 000	76 500	3 000	4 300	5 000	3,00	6315
	190	45	153 000	114 000	4 150	3 600	4 300	6,80	6415
80	100	10	12 700	11 200	610	6 000	7 000	0,15	61816
	110	16	25 100	20 400	1 020	5 600	6 700	0,40	61916
	125	14	33 200	31 500	1 320	5 300	6 300	0,60	16016
	125	22	47 500	40 000	1 660	5 300	6 300	0,85	6016
	140	26	70 200	55 000	2 200	4 500	5 300	1,40	6216
	170	39	124 000	86 500	3 250	3 800	4 500	3,60	6316
	200	48	163 000	125 000	4 500	3 400	4 000	8,00	6416

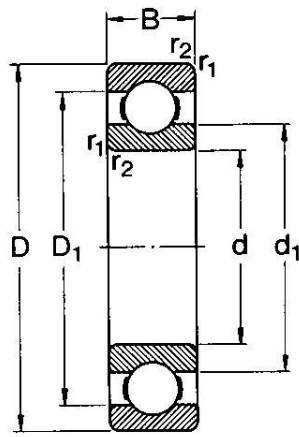


With full outer ring shoulders

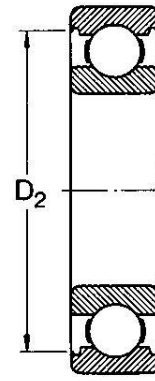


With recessed outer ring shoulders

Principal dimensions			Basic load ratings		Fatigue load limit P_u	Speed ratings		Mass	Designation
d	D	B	dynamic C	static C_0		Lubrication			
						grease	oil		
mm			N		N	r/min		kg	-
85	110	13	19 500	16 600	880	5 300	6 300	0,27	61817
	120	18	31 900	30 000	1 250	5 300	6 300	0,55	61917
	130	14	33 800	33 500	1 370	5 000	6 000	0,63	16017
	130	22	49 400	43 000	1 760	5 000	6 000	0,89	6017
	150	28	83 200	64 000	2 500	4 300	5 000	1,80	6217
	180	41	133 000	96 500	3 550	3 600	4 300	4,25	6317
	210	52	174 000	137 000	4 750	3 200	3 800	9,50	6417
90	115	13	19 500	17 000	915	5 300	6 300	0,28	61818
	125	18	33 200	31 500	1 230	5 000	6 000	0,59	61918
	140	16	41 600	39 000	1 560	4 800	5 600	0,85	16018
	140	24	58 500	50 000	1 960	4 800	5 600	1,15	6018
	160	30	95 600	73 500	2 800	3 800	4 500	2,15	6218
	190	43	143 000	108 000	3 850	3 400	4 000	4,90	6318
	225	54	186 000	150 000	5 000	3 000	3 600	11,5	6418
95	120	13	19 900	17 600	930	5 000	6 000	0,30	61819
	130	18	33 800	33 500	1 430	4 800	5 600	0,61	61919
	145	16	42 300	41 500	1 630	4 500	5 300	0,89	16019
	145	24	60 500	54 000	2 080	4 500	5 300	1,20	6019
	170	32	108 000	81 500	3 000	3 600	4 300	2,60	6219
	200	45	153 000	118 000	4 150	3 200	3 800	5,65	6319
100	125	13	19 900	18 300	950	4 800	5 600	0,31	61820
	140	20	42 300	41 500	1 630	4 500	5 300	0,83	61920
	150	16	44 200	44 000	1 700	4 300	5 000	0,91	16020
	150	24	60 500	54 000	2 040	4 300	5 000	1,25	6020
	180	34	124 000	93 000	3 350	3 400	4 000	3,15	6220
	215	47	174 000	140 000	4 750	3 000	3 600	7,00	6320
105	130	13	20 800	19 600	1 000	4 500	5 300	0,32	61821
	145	20	44 200	44 000	1 700	4 300	5 000	0,87	61921
	160	18	52 000	51 000	1 860	4 000	4 800	1,20	16021
	160	26	72 800	65 500	2 400	4 000	4 800	1,60	6021
	190	36	133 000	104 000	3 650	3 200	3 800	3,70	6221
	225	49	182 000	153 000	5 100	2 800	3 400	8,25	6321

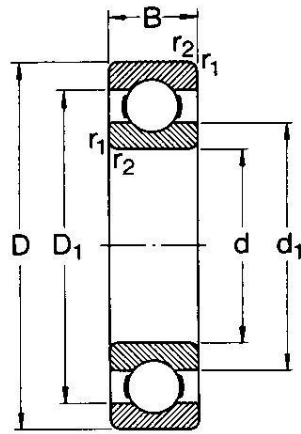


With full outer ring shoulders

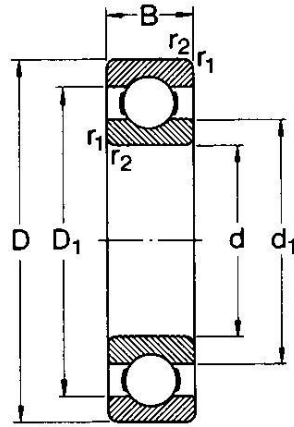


With recessed outer ring shoulders

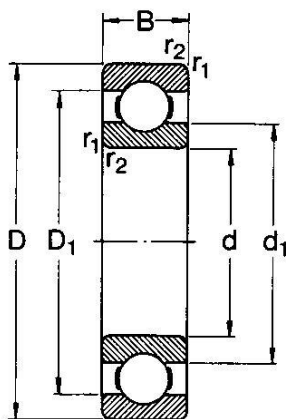
Principal dimensions			Basic load ratings		Fatigue load limit P_u	Speed ratings		Mass	Designation
d	D	B	dynamic C	static C_0		Lubrication grease	oil		
mm			N		N	r/min		kg	-
110	140	16	28 100	26 000	1 250	4 300	5 000	0,60	61822
	150	20	43 600	45 000	1 660	4 000	4 800	0,90	61922
	170	19	57 200	57 000	2 040	3 800	4 500	1,45	16022
	170	28	81 900	73 500	2 400	3 800	4 500	1,95	6022
	200	38	143 000	118 000	4 000	3 000	3 600	4,35	6222
	240	50	203 000	180 000	5 700	2 600	3 200	9,55	6322
120	150	16	29 100	28 000	1 290	3 800	4 500	0,65	61824
	165	22	55 300	57 000	2 040	3 600	4 300	1,20	61924
	180	19	60 500	64 000	2 200	3 400	4 000	1,60	16024
	180	28	85 200	80 000	2 750	3 400	4 000	2,05	6024
	215	40	146 000	118 000	3 900	2 800	3 400	5,15	6224
	260	55	208 000	186 000	5 700	2 400	3 000	14,5	6324
130	165	18	37 700	43 000	1 660	3 600	4 300	0,93	61826
	180	24	65 000	67 000	2 280	3 400	4 000	1,60	61926
	200	22	79 300	81 500	2 700	3 200	3 800	2,35	16026
	200	33	106 000	100 000	3 350	3 200	3 800	3,15	6026
	230	40	156 000	132 000	4 150	2 600	3 200	5,80	6226
	280	58	229 000	216 000	6 300	2 200	2 800	18,0	6326
140	175	18	39 000	46 500	1 660	3 400	4 000	0,99	61828
	190	24	66 300	72 000	2 280	3 200	3 800	1,70	61928
	210	22	80 600	86 500	2 700	3 000	3 600	2,50	16028
	210	33	111 000	108 000	3 350	3 000	3 600	3,35	6028
	250	42	165 000	150 000	4 150	2 400	3 000	7,45	6228
	300	62	251 000	245 000	7 100	2 000	2 600	22,0	6328
150	190	20	48 800	61 000	1 960	3 000	3 600	1,40	61830
	210	28	88 400	93 000	2 900	2 800	3 400	3,05	61930
	225	24	92 300	98 000	3 050	2 600	3 200	3,15	16030
	225	35	125 000	125 000	3 900	2 600	3 200	4,80	6030
	270	45	174 000	166 000	4 900	2 000	2 600	9,40	6230
	320	65	276 000	285 000	7 800	1 900	2 400	26,0	6330
160	200	20	49 400	64 000	2 000	2 800	3 400	1,45	61832
	220	28	92 300	98 000	3 050	2 600	3 200	3,25	61932
	240	25	99 500	108 000	3 250	2 400	3 000	3,70	16032
	240	38	143 000	143 000	4 300	2 400	3 000	5,90	6032
	290	48	186 000	186 000	5 300	1 900	2 400	14,5	6232
	340	68	276 000	285 000	7 650	1 800	2 200	29,0	6332



Principal dimensions			Basic load ratings		Fatigue load limit P_u	Speed ratings		Mass	Designation
d	D	B	dynamic C	static C_0		Lubrication grease	oil		
mm			N		N	r/min		kg	-
170	215	22	61 800	78 000	2 400	2 600	3 200	1,90	61834
	230	28	93 600	106 000	3 150	2 400	3 000	3,40	61934
	260	28	119 000	129 000	3 750	2 200	2 800	5,00	16034
	260	42	168 000	173 000	5 000	2 200	2 800	7,90	6034
	310	52	212 000	224 000	6 100	1 900	2 400	17,5	6234
	360	72	312 000	340 000	8 800	1 700	2 000	34,5	6334
180	225	22	62 400	81 500	2 450	2 400	3 000	2,00	61836
	250	33	119 000	134 000	3 900	2 200	2 800	5,05	61936
	280	31	138 000	146 000	4 150	2 000	2 600	6,60	16036
	280	46	190 000	200 000	5 600	2 000	2 600	10,5	6036
	320	52	229 000	240 000	6 400	1 800	2 200	18,5	6236
	380	75	351 000	405 000	10 400	1 700	2 000	42,5	6336
190	240	24	76 100	98 000	2 800	2 200	2 800	2,60	61838
	260	33	117 000	134 000	3 800	2 200	2 800	5,25	61938
	290	31	148 000	166 000	4 550	2 000	2 600	7,90	16038
	290	46	195 000	216 000	5 850	2 000	2 600	11,0	6038
	340	55	255 000	280 000	7 350	1 700	2 000	23,0	6238
	400	78	371 000	430 000	10 800	1 600	1 900	49,0	6338
200	250	24	76 100	102 000	2 900	2 200	2 800	2,70	61840
	280	38	148 000	166 000	4 550	2 000	2 600	7,40	61940
	310	34	168 000	190 000	5 100	1 900	2 400	8,85	16040
	310	51	216 000	245 000	6 400	1 900	2 400	14,0	6040
	360	58	270 000	310 000	7 800	1 700	2 000	28,0	6240
	420	80	377 000	465 000	11 200	1 500	1 800	55,5	6340
220	270	24	78 000	110 000	3 000	1 900	2 400	3,00	61844
	300	38	151 000	180 000	4 750	1 900	2 400	8,00	61944
	340	37	174 000	204 000	5 200	1 800	2 200	11,5	16044
	340	56	247 000	290 000	7 350	1 800	2 200	18,5	6044
	400	65	296 000	365 000	8 800	1 500	1 800	37,0	6244
	460	88	410 000	520 000	12 000	1 300	1 600	72,5	6344
240	300	28	108 000	150 000	3 800	1 800	2 200	4,50	61848
	320	38	159 000	200 000	5 100	1 800	2 200	8,60	61948
	360	37	178 000	220 000	5 300	1 700	2 000	14,5	16048
	360	56	255 000	315 000	7 800	1 700	2 000	19,5	6048
	440	72	358 000	475 000	10 800	1 300	1 600	51,0	6248



Principal dimensions			Basic load ratings		Fatigue load limit P_u	Speed ratings		Mass	Designation
d	D	B	dynamic C	static C_0		Lubrication grease	oil		
mm			N		N	r/min		kg	-
260	320	28	111 000	163 000	4 000	1 700	2 000	4,80	61852
	360	46	212 000	270 000	6 550	1 600	1 900	14,5	61952
	400	44	238 000	310 000	7 200	1 500	1 800	21,5	16052
	400	65	291 000	375 000	8 800	1 500	1 800	29,5	6052
	480	80	390 000	530 000	11 800	1 100	1 400	65,5	6252
280	350	33	138 000	200 000	4 750	1 600	1 900	7,40	61856
	380	46	216 000	285 000	6 700	1 500	1 800	15,5	61956
	420	44	242 000	335 000	7 500	1 400	1 700	23,0	16056
	420	65	302 000	405 000	9 300	1 400	1 700	31,0	6056
	500	80	423 000	600 000	12 900	1 100	1 400	71,0	6256
300	380	38	172 000	245 000	5 600	1 400	1 700	10,5	61860
	420	56	270 000	375 000	8 300	1 300	1 600	24,5	61960
	460	50	286 000	405 000	8 800	1 200	1 500	32,0	16060
	460	74	358 000	500 000	10 800	1 200	1 500	44,0	6060
320	400	38	172 000	255 000	5 700	1 300	1 600	11,0	61864
	440	56	276 000	400 000	8 650	1 200	1 500	25,5	61964
	480	50	281 000	405 000	8 650	1 100	1 400	34,0	16064
	480	74	371 000	540 000	11 400	1 100	1 400	46,0	6064
340	420	38	178 000	275 000	6 000	1 200	1 500	11,5	61868
	460	56	281 000	425 000	9 000	1 100	1 400	26,5	61968
	520	57	345 000	520 000	10 600	1 000	1 300	45,0	16068
	520	82	423 000	640 000	13 200	1 000	1 300	62,0	6068
360	440	38	182 000	285 000	6 100	1 100	1 400	12,0	61872
	480	56	291 000	450 000	9 150	1 100	1 400	28,0	61972
	540	57	351 000	550 000	11 000	1 000	1 300	49,0	16072
	540	82	462 000	735 000	11 500	1 000	1 300	64,5	6072
380	480	46	242 000	390 000	8 000	1 000	1 300	20,0	61876
	520	65	338 000	540 000	10 800	1 000	1 300	40,0	61976
	560	57	377 000	620 000	12 200	950	1 200	51,0	16076
	560	82	462 000	750 000	14 600	950	1 200	67,5	6076
400	500	46	247 000	405 000	8 150	1 000	1 300	20,5	61880
	540	65	345 000	570 000	11 200	950	1 200	41,5	61980
	600	90	520 000	865 000	16 300	900	1 100	87,5	6080



Principal dimensions			Basic load ratings		Fatigue load limit P_u	Speed ratings		Mass	Designation
d	D	B	dynamic C	static C_0		Lubrication grease oil			
mm			N		N	r/min		kg	-
420	520	46	251 000	425 000	8 300	950	1 200	21,5	61884
	560	65	351 000	600 000	11 400	900	1 100	43,0	61984
	620	90	507 000	880 000	16 300	900	1 100	91,5	6084
440	540	46	255 000	440 000	8 500	900	1 100	22,5	61888
	600	74	410 000	720 000	13 200	900	1 100	60,5	61988
	650	94	553 000	965 000	17 600	850	1 000	105	6088
460	580	56	319 000	570 000	10 600	900	1 100	35,0	61892
	620	74	423 000	750 000	13 700	850	1 000	62,5	61992
	680	100	582 000	1 060 000	19 000	800	950	120	6092
480	600	56	325 000	600 000	10 800	850	1 000	36,5	61896
	650	78	449 000	815 000	14 600	800	950	74,0	61996
	700	100	618 000	1 140 000	20 000	750	900	125	6096
500	620	56	332 000	620 000	11 200	800	950	37,5	618/500
	670	78	462 000	865 000	15 000	750	900	77,0	619/500
	720	100	605 000	1 140 000	19 600	750	900	135	60/500
530	650	56	332 000	655 000	11 200	750	900	39,5	618/530
	710	82	488 000	930 000	15 600	700	850	90,5	619/530
	780	112	650 000	1 270 000	20 800	670	800	185	60/530
560	680	56	345 000	695 000	11 800	700	850	42,0	618/560
	750	85	494 000	980 000	16 300	670	800	105	619/560
	820	115	663 000	1 470 000	22 000	630	750	210	60/560
600	730	60	364 000	765 000	12 500	670	800	52,0	618/600
	800	90	585 000	1 220 000	19 600	630	750	125	619/600
630	780	69	442 000	965 000	15 300	630	750	73,0	618/630
	850	100	624 000	1 340 000	21 200	600	700	160	619/630
	920	128	819 000	1 760 000	27 000	560	670	285	60/630
670	820	69	442 000	1 000 000	15 600	560	670	77,5	618/670
	900	103	676 000	1 500 000	22 400	530	630	185	619/670
	980	136	904 000	2 040 000	30 000	500	600	345	60/670
710	870	74	475 000	1 100 000	16 600	530	630	93,5	618/710
	950	106	663 000	1 500 000	22 000	500	600	220	619/710
	1 030	140	956 000	2 200 000	31 500	480	560	375	60/710