English

Deutsch

Français

Español

Português

Italiano

Neder-
lands

Русский

中文

日本語

العربية

Rothe Erde® Slewing Bearings
Installation · Lubrication · Maintenance
Bearing Inspection

ThyssenKrupp Rothe Erde

ThyssenKrupp

Rothe Erde® Slewing Bearings
Table of Contents

Installation · Lubrication · Maintenance (ILM) 4
Bearing inspection 12

Einbau · Schmierung · Wartung (ESW) 20
Lagerinspektion 28

Montage · Graissage · Entretien (MGE) 36
Inspection des couronnes 44

Montaje · Lubricación · Mantenimiento (MLM) 52
Inspección de rodamiento 60

Montagem · Lubrificação · Manutenção (MLM) 68
Inspeção de rolamentos 76

Montaggio Lubrificazione Manutenzione (MLM) 84
Ispezione dei cuscinetti 92

Montage · Smering · Onderhoud (MSO) 100
Lagerinspectie 108

Монтаж · Смазка · Техобслуживание (МСТ) 116
Инспекция подшипников 124

安装 · 润滑 · 维护保养 132
支承检测 140

取り付け·潤滑·メンテナンス 148
ベアリング点検 156

التركيب · التشحيم · الصيانة (ILM) 164
معاينة المحمل 172

Rothe Erde® Slewing bearings in operation 180
ThyssenKrupp Rothe Erde Worldwide 181

English
Deutsch
Français
Español
Português
Italiano
Neder-lands
Русский
中文
日本語
العربية

Installation · Lubrication · Maintenance (ILM)

Does not apply to bearings with specific ILM instructions – for replacement deliveries it is essential to get into contact with the machine manufacturer regarding installation, lubrication and maintenance.

ThyssenKrupp Rothe Erde offers an extensive slewing bearing service (see publication Rothe Erde® Slewing Bearing Service or www.thyssenkrupp-rotheerde.com).

Transport and handling

DANGER

Danger of life by overhead load
- Do NOT step underneath the load
- Use suitable slings
- Use suitable lifting devices
- Suitable transport tap hole are stated in the bearing drawing

Slewing bearings, like any other part of a machine, require careful handling. They should always be transported and stored in horizontal position. For safe handling of bearings which include transport holes, high tensile lifting eye bolts must be used. If they have to be transported vertically, they will require internal cross bracing. The bearing weight must be indicated on the crate or pallet. Impact loads, particularly in a radial direction, must be avoided.

Storage

ATTENTION

Sensitive surface
- Do not open the packing with a sharp blade
- Surface may be damaged

Approx. 6 months in roofed storage areas. Approx. 12 months in enclosed, temperature-controlled areas (temperature > 12 °C). Outside storage is not allowed.

Longer storage periods will necessitate special preservation. After the slewing bearing has been stored for a relatively long time, an increased frictional torque may be observed caused by the suction adhesion of the sealing lip. Careful lifting of the sealing lip with a blunt object around the entire circumference and several clockwise and counterclockwise rotations of the slewing bearing through 360 degrees will reduce the frictional torque to normal.

Delivery condition

- Raceway system
  The slewing bearings are delivered filled with one of the greases (see table 3 on page 9) unless no special lubricant and special grease quantities are required.

- External surfaces
  External surfaces protected with Cortec VpCI 369/H10.

- Gearing
  The gearing is not greased. Anti-corrosion treatment as for external surfaces.

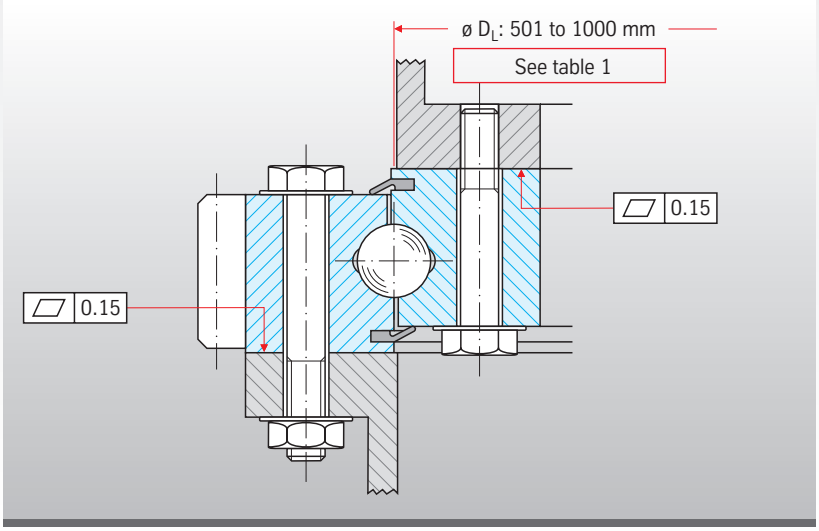


Fig. 1: Example of flatness deviation acc. to DIN EN ISO 1101

Installation · Lubrication · Maintenance (ILM)
Does not apply to bearings with specific ILM instructions – for replacement deliveries it is essential to get into contact with the machine manufacturer regarding installation, lubrication and maintenance.

English

Installation

⚠ ATTENTION

Risk of skin irritation caused by preservative

- Safety gloves must be worn for removal
- Pay attention to the producer's data

⚠ DANGER

Entrapment hazard when putting the load down

- Location control before putting the load down
- Mind the staff

A flat mounting surface free of grease and oil is essential for the upper and lower ring to seat firmly. Welding beads, burrs, excessive paint and other irregularities must be removed prior to installation. The bearing rings must be completely supported by the connecting structure.

ThyssenKrupp Rothe Erde recommends conducting a check on the mounting surfaces with a leveling instrument or laser equipment (this service can be provided by ThyssenKrupp Rothe Erde). The flatness values should not exceed the values shown in table 1. To avoid larger deviations and the occurrence of peaks in smaller sectors, any deviation in the range of 0°–180° may only rise evenly once and fall again.

Table 1: Permitted flatness deviation acc. to DIN EN ISO 1101 on the support surfaces

Track Ø in mm D_L	Flatness acc. to DIN EN ISO 1101 per support surface in mm for		
	BF 01 Double-row ball bearing slewing rings **BF 08** Axial ball bearings	**BF 06** Single-row ball bearing slewing rings 4-point contact bearings **BF 09 – Double 4-point contact bearings** **BF 25, 23, 28 profile bearings***	**BF 19** **BF 13** Roller slewing bearings **BF 12** Combination bearings
up to 500	0.15	0.10	0.07
up to 1000	0.20	0.15	0.10
up to 1500	0.25	0.19	0.12
up to 2000	0.30	0.22	0.15
up to 2500	0.35	0.25	0.17
up to 4000	0.40	0.30	0.20
up to 6000	0.50	0.40	0.30
up to 8000	0.60	0.50	0.40

BF is the abbreviation for the german term „Bauform" (means design) and refers to the first two digits of the drawing number.
The permitted values in table 1 are not allowed to be used for special configurations as high-precision bearings with high running accuracy and low bearing play, please contact ThyssenKrupp Rothe Erde: www.thyssenkrupp-rotheerde.com
*) Double these values are permitted for normal bearings BF 25, BF 23.

Installation · Lubrication · Maintenance (ILM)
Does not apply to bearings with specific ILM instructions – for replacement deliveries it is essential to get into contact with the machine manufacturer regarding installation, lubrication and maintenance.

Mechanical machining of the bearing connection surfaces on the connecting structure is required if the values are exceeded. The mounting position of slewing bearings must correspond to that shown in the drawing.

The corrosion protection can be removed with an alkaline cleaner. Solvent must be prevented from coming into contact with the seals or the raceway. Remove the protective coating from the upper and the lower mounting surfaces of the slewing bearing as well as from the gear.

Note The corrosion protection can easily be removed, for example, using a biodegradable alkaline cleaner.

Advantage Rapid removal of the corrosion protection and low environmental impact.

Hardness gap
The unhardened zone between the beginning and the end of the hardened region of the raceway is marked with an "S" on the inner or outer diameter of each bearing ring. On the gear ring, the hardness gap is marked on the axial surface. Wherever possible, the hardness gap "S" must be positioned outside the main load-carrying areas. If the main working area for the application is known, then the hardness gap of the ring loaded on the circumference must also be positioned outside the main load-carrying area.

Gearing

⚠ DANGER

Entanglement hazard due to exposed gear
• Keep hands away from moving parts

The backlash is adjusted relative to the three gear teeth marked in green and should be at least 0.03 – 0.04 x module. After the final tightening of the bearing, the backlash should be rechecked over the entire circumference. A tip edge radius and a tip relief must be provided on the pinion (see the "Gearing" chapter in the catalog Rothe Erde® Slewing Bearings or www.thyssenkrupp-rotheerde.com).

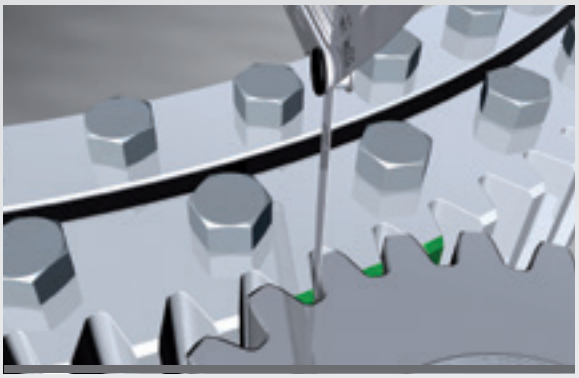


Fig. 2: Backlash measurement

Installation · Lubrication · Maintenance (ILM)
Does not apply to bearings with specific ILM instructions – for replacement deliveries it is essential to get into contact with the machine manufacturer regarding installation, lubrication and maintenance.

Table 2

Thread/ bolt diameters	Hole diameters mm	Tightening torques Nm for bolts in strength class $\mu_G \approx \mu_K = 0{,}14$	
		for hydr. + electr. M_d-torque wrench	for M_d-torque wrench
	DIN EN 20273	10.9	10.9
M 12	14	137	123
M 14	16	218	196
M 16	17.5	338	304
M 18	20	469	422
M 20	22	661	594
M 24	26	1136	1022
M 27	30	1674	1506
M 30	33	2274	2046
		Grade 8	Grade 8
UNC 5/8" – 11	18	286	260
UNC 3/4" – 10	21	506	460
UNC 7/8" – 9	25	803	730
UNC 1" – 8	27.5	1210	1100
UNC 1 1/8" – 7	32	1716	1560
UNC 1 1/4" – 7	35	2410	2190
		Grade 8	Grade 8
UNF 5/8" – 18	18	320	290
UNF 3/4" – 16	21	560	510
UNF 7/8" – 14	25	902	820
UNF 1" – 12	27.5	1330	1210
UNF 1 1/8" – 12	32	1936	1760
UNF 1 1/4" – 12	35	2685	2440

Bolting/bolting assembly
Bolt holes on the bearing and connecting structure must match up, otherwise impermissible levels of stress will be established. Through-holes shall be configured acc. to DIN EN 20273, medium series, – see table 2.

Installation · Lubrication · Maintenance (ILM)
Does not apply to bearings with specific ILM instructions – for replacement deliveries it is essential to get into contact with the machine manufacturer regarding installation, lubrication and maintenance.

Fastening bolts
Normal fastening bolts, nuts and washers (without surface treatment) in strength class 10.9 acc. to DIN ISO 267. It is essential to comply with the specified number and diameter. The bolts must be carefully preloaded crosswise to the specified values (table 2 on page 7 gives several recommended values). The surface pressure underneath the bolt head or nut must not exceed the permitted limit values (see the "Fastening bolts" chapter in the catalog Rothe Erde® Slewing Bearings or www.thyssenkrupp-rotheerde. com, also with regard to the minimum grip of the bolt). If the limiting surface pressure is exceeded, washers of the appropriate size and strength must be provided. The minimum length of engagement must be guaranteed in the case of blind hole threads. If a hydraulic tensioning device is used, it is essential to adhere to the required projections for the screw threads or stud bolt threads and to use the appropriate washers (see the "Bolts" chapter in the catalog Rothe Erde® Slewing Bearings or www.thyssenkrupp-rotheerde.com).

The determination of the tightening torque depends not only on the strength class of the bolt and the tightening process but also on the friction in the thread and the contact surface of the bolt head and nut. The tightening torques given in table 2 on page 7 are recommended values based on lightly oiled threads and contact surfaces.

Dry threads will require higher torques whilst heavily oiled threads will require lower tightening torques. The values may, therefore, vary considerably. This applies in particular to threads larger than M 30 or 1¼". For bolts of this size the use of bolt tensioning is recommended. If the frictional bond is not adequate, it is advisable to use a suitable compound to increase the frictional bond, or else make a form-locking connection. Welding of slewing bearings is not permitted.

Lubrication and Maintenance
All the grease nipples must be easily accessible, lubrication lines must be provided if necessary. ThyssenKrupp Rothe Erde recommends the installation of an automatic central lubricating system. The bearing system and the gearing must be greased immediately after installation. The lubricants specified in table 3 on page 9 are to be used for this and each subsequent lubrication. The only lubrication to be used on the raceway is KP 2 K grease, i.e. lithium saponified mineral oils of NLGI Grade 2 with EP additives. The raceway lubricants listed in table 3 on page 9 can be mixed together. The lubricants are listed in alphabetical order. The grease fill prevents friction, provides protection against corrosion and is a component of the seal.

Therefore the bearing must always be greased liberally so that a collar of fresh grease forms around the whole circumference of the bearing gap and lip seals. The bearing should be rotated during relubrication.

Lubricants

⚠ CAUTION

Risk of skin irritation caused by lubricants
- Safety gloves must be worn when handling lubricants
- Pay attention to the producer's data

Queries about lubricants should be directed to the respective manufacturer.

The greases listed in table 3 on page 9 are approved for our slewing bearings and tested for compatibility with the materials which we use for our spacers and seals. The list of greases is not exhaustive.

Installation · Lubrication · Maintenance (ILM)
Does not apply to bearings with specific ILM instructions – for replacement deliveries it is essential to get into contact with the machine manufacturer regarding installation, lubrication and maintenance.

English

Table 3: Lubricants

ARAL	●	Aralub HLP 2	243 K to 393 K (−30 °C to +120 °C)
	▲	Castrol Molub-Alloy OG 936 SF Heavy	243 K to 373 K (−30 °C to +100 °C)
Castrol	●	Spheerol EPL 2	253 K to 413 K (−20 °C to +140 °C)
	▲	Castrol Molub-Alloy OG 9790/2500-0	253 K to 363 K (−20 °C to +90 °C)
KLÜBER LUBRICATION	●	Centoplex EP 2	253 K to 403 K (−20 °C to +130 °C)
	▲	Grafloscon C-SG 0 ultra	243 K to 473 K (−30 °C to +200 °C)
LUBRITECH	●	Lagermeister EP 2	253 K to 403 K (−20 °C to +130 °C)
	▲	Ceplattyn KG 10 HMF	263 K to 413 K (−10 °C to +140 °C)
Mobil	●	Mobilux EP 2	253 K to 393 K (−20 °C to +120 °C)
	▲	Mobilgear OGL 461	253 K to 393 K (−20 °C to +120 °C)
Shell	●	Gadus S2 V220 2	248 K to 403 K (−25 °C to +130 °C)
	▲	Gadus S2 OGH NLGI 0/00	263 K to 473 K (−10 °C to +200 °C)
TOTAL	●	Multis EP 2	248 K to 393 K (−25 °C to +120 °C)
	▲	Copal OGL 0	248 K to 423 K (−25 °C to +150 °C)

● Raceway grease
▲ Gear grease

Obtain confirmation of suitability from the lubricant manufacturer before using other lubricants. The properties must at least correspond to those of the greases listed in table 3, and compatibility with the materials we use must be assured. When automatic lubricating devices are used, the lubricant manufacturer must confirm that the lubricant selected is suitable for a “pumped” system. Special lubricants are necessary if the bearings are used in extreme temperatures.

Lubricants are contaminants. They must not be allowed to get into the ground, the ground-water, or into the water and sewage system.

Installation · Lubrication · Maintenance (ILM)
Does not apply to bearings with specific ILM instructions – for replacement deliveries it is essential to get into contact with the machine manufacturer regarding installation, lubrication and maintenance.

Relubrication of the raceway system
The bearing should be rotated during relubrication until a fresh collar of grease is seen to form around the whole circumference of the bearing gaps and lip seals. It is the responsibility of the maintenance personnel to ensure that the correct amounts of grease at individual regular intervals are administered to the bearing, determined by regular monitoring of the lubricated condition of both the bearing raceway and gear. The amount of lubrication will need to be increased and the lubrication intervals shortened in extreme conditions, e.g. in the tropics, where humidity levels (moisture) are raised, exposure to dust and dirt is high, and extreme temperature fluctuations prevail.

Bogie bearings for railway and tram vehicles as well as bearings for wind energy turbines are subject to special requirements, and ThyssenKrupp Rothe Erde should be contacted in such cases.

In the case of partially assembled bearings, or if there is a long period between bearing installation and equipment commissioning, then appropriate maintenance procedures will be required, e.g. relubrication under rotation or adequate slewing after no more than three months and thereafter every three months. Relubrication is absolutely essential before and after prolonged shutdown of the equipment.

Cleaning the equipment
When cleaning the equipment, care must be taken to prevent cleaning agents or water from damaging the seals or penetrating into the raceways.

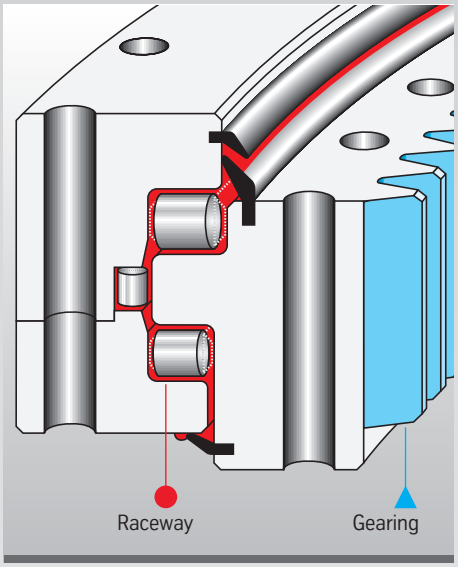


Fig. 3

Lubrication intervals for the gear
We recommend automatic gear lubrication. This is because the tooth flanks should always have sufficient grease applied relative to both the application and the duty. It is the responsibility of the maintenance personnel to ensure that the correct amounts of grease at individual regular intervals are administered to the gearing, determined by regular monitoring of the lubricated condition.

Note Effective lubrication is essential for the raceway system and the gearing. This is the only way to achieve a satisfactory service life.

Advantage Optimum use of lubricant and intervals increase the availability of the system.

Examination of bolts
The bolted connection must be capable of maintaining a pre-designated preload during the entire life of the bearing. Experience has shown that it is advisable to check the bolt torques on a regular basis and to retighten the bolts to compensate for any settlement phenomena.

Installation · Lubrication · Maintenance (ILM)
Does not apply to bearings with specific ILM instructions – for replacement deliveries it is essential to get into contact with the machine manufacturer regarding installation, lubrication and maintenance.

English

Checking of the raceway system

When the bearing is put into operation, we recommend that tilting play or subsidence should be measured (see the "Bearing inspection" chapter in the catalog Rothe Erde® Slewing Bearings or www.thyssenkrupp-rotheerde.com). Make sure that the wear limits of the bearing are not reached. We recommend repeating this measurement at suitable intervals. In addition, a sample of the used grease can be taken for analysis.

Checking of the seal
Check seals at least every 6 months, renew the seal if it is damaged.

ThyssenKrupp Rothe Erde Service assistance
For a continuos and undisturbed operation of our bearings we offer our following service:

Installation
- Assessment of the contact surfaces/ laser measurement
- Bearing installation
- Reference measurement
- Commissioning

Maintenance and inspection
- Wear measurement
- Check of bolts
- Lubricant analysis
- Seal exchange

Reconditioning
- Repair
- General overhaul

Others
- Trainings
- Technical support

Bearing inspection

Preventing damage
Wear measurements enable early detection of technical problems before they result in unscheduled plant stoppages. Unnecessary repair costs and expensive production downtimes are thus avoided. We therefore recommend regular bearing wear measurements in order to assess the condition of a bearing.

The wear which affects the raceway system makes itself felt in a change of the axial motion or the axial reduction. Depending on the application or bearing version, this increase in wear can be determined by measuring the tilting clearance or by taking reduction measurements.

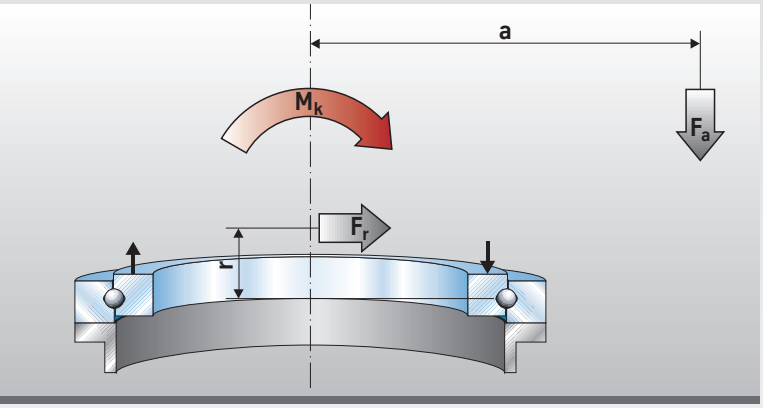


Figure 4: Loading principle of the tilting clearance measurement (axial motion)

Figure 5: Basic setup for measuring the tilting clearance

Measuring the tilting clearance
To determine the wear, we recommend carrying out tilting clearance measurements wherever possible. The loading principle for such measurements is shown in figure 4.

The measurements are taken between the lower companion structure and the bearing ring which is bolted to the superstructure (figure 5). The measurements must be taken as close to the raceway system as possible in order to minimize the impact of elastic deformations in the companion structure.

The procedure is as follows:
- Take a reference measurement when the equipment is put into operation.
- Mark the measuring points around the circumference starting from a defined position.
- First apply the maximum retrograde moment in order to set the dial gauges to zero (the gauges must have a measuring accuracy of 0.01 mm). Then apply a forward tilting moment, with load uptake if necessary.
- Swivel the superstructure and repeat the measurements at the marked measuring points (see table 7 on page 19).

English

Maximum permissible increase in bearing clearance (uniform wear)
These increases in bearing clearance are not permissible for special applications, e.g. 50% of the listed values for fairground ride slewing bearings (contact ThyssenKrupp Rothe Erde).

Table 4: BF* 01, 08 (double-row ball bearings/axial ball bearings)

Measuring method	Ball diameter mm										
	18	20	22	25	30	35	40	45	50	60	70
	max. permissible wear values up to mm										
Axial reduction measurement	1.8				2.2		3.0			3.8	
Tilting clearance measurement	2.5				3.0		4.0			5.0	

*BF = design type (see www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

Table 5: BF* 06, 09, 25, 23, 28 (ball bearings/profile bearings)

Measuring method	Ball diameter mm									
	20	22	25	30	35	40	45	50	60	70
	max. permissible wear values up to mm									
Axial reduction measurement	1.6		2.0			2.6			3.3	
Tilting clearance measurement	2.0		2.6			3.2			4.0	

*BF = design type (see www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

Table 6: BF* 12, 13, 19 (roller bearing slewing rings)

Measuring method	Roller diameter mm													
	16	20	25	28	32	36	40	45	50	60	70	80	90	100
	max. permissible wear values up to mm													
Axial reduction measurement	0.8		1.2			1.6			2.0			2.4		
Tilting clearance measurement	1.4		2.0			2.8			3.5			4.2		

*BF = design type (see www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

Inspecting the gearing
Gear teeth become smoothed and worn in the course of use. A permissible wear limit depends very much on the application. Experience indicates that a wear value of up to 0.1 x module per flank is permissible.

Measuring the axial reduction
Where tilting clearance measurements are not possible we recommend the axial reduction measurement method. In this case the center of the load combinations lies within the race diameter of the bearing. The loading principle is shown in figure 6.

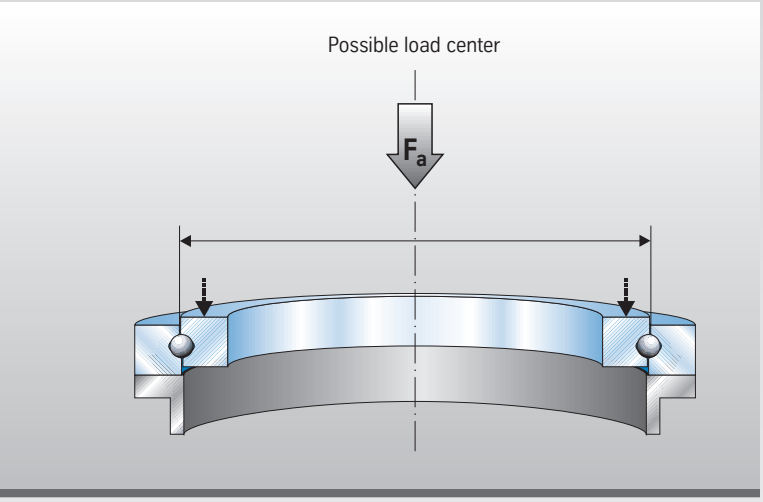


Figure 6: Loading principle of the axial reduction measurement

The measurements are taken between the lower companion structure and the bearing ring which is bolted to the superstructure (figures 7, 8). The procedure is similar to that for measuring the tilting clearance:

- Here too, record reference values when the equipment is put into operation.
- Mark the measuring points around the circumference starting from a defined position.

Repeat the tilting clearance or axial reduction measurements under the same conditions at appropriate intervals, after first checking the bearing fastening bolts. The difference between the current measurement and the reference measurement is the wear which has occurred in the intervening period. If the wear values show a rising trend, you should carry out the measurements more often.

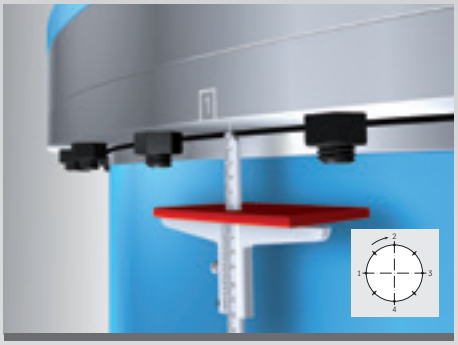


Figure 7: Basic setup for measuring the axial reduction with a depth gauge

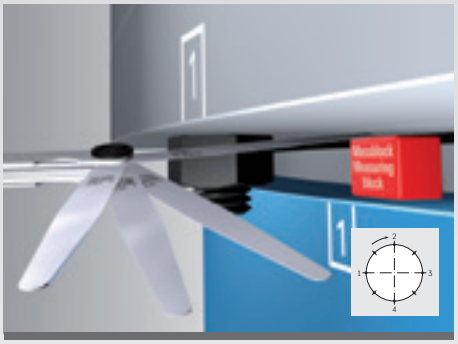


Figure 8: Basic setup for measuring the axial reduction with a feeler gauge

Advantage Given conclusive assessment of the bearing's condition, worn parts can be replaced in good time.
In conjunction with optimum spare parts management, it is thus possible to avoid incidents of damage and lengthy downtimes.

Note If the permissible wear values (tables 4, 5 and 6 on page 13) are exceeded, we recommend that the equipment should be shut down.

English

The alternative:
IWM (integrated wear measuring device)
ThyssenKrupp Rothe Erde always focuses on developing innovative solutions for permanently monitoring the condition of a bearing in order to further optimize the function and reliability of plant operations. The integrated wear measuring device for slewing bearings is a patented invention which enables online inspection of the maximum permissible axial clearance or axial reduction of a slewing connection.

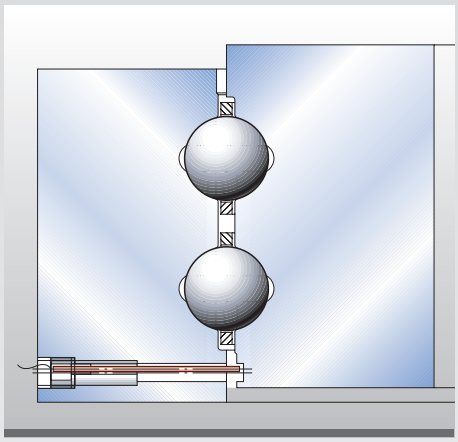


Figure 9

Advantage It is no longer necessary to interrupt operations in order to determine the axial clearance.

A pin made of stainless steel is located in the peak load area of the raceways. The electrically isolated pin is mounted in one ring and protrudes into a groove in the other ring. The maximum tolerated clearance can be adjusted by means of the groove width.

If the clearance changes by an impermissible amount, the ring and the pin will make contact with each other. The pin's electrical connection results in a signal being triggered when the pin touches the other ring. This signal indicates that the permissible relative movement of the rings has been reached and that it is time to inspect the bearing.

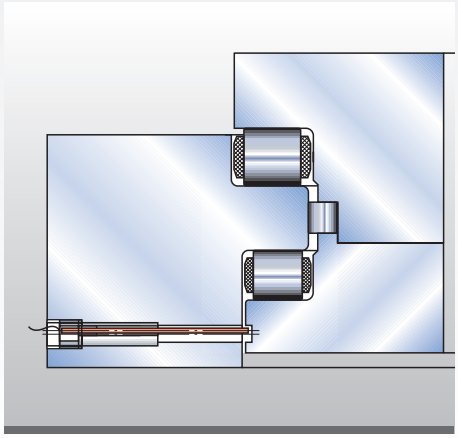


Figure 10

Advantage The deformation of the companion structure and the elasticity of the bolt connections do not significantly influence the measurement result. The elastic approximation of the raceways, the axial clearance of the bearing and the out-of-flatness of the contact surface are compensated. Costs for maintenance personnel are minimized.

Figure 11: Grease sampling set

Grease sampling set
Grease samples are taken in parallel with, i.e. at the same time as, the inspection measurements. The analysis of the used grease provides additional information about the raceway condition.

Bearings with grease sampling ports

	⚠ CAUTION
	Risk of skin irritation caused by lubricants • Safety gloves must be worn when handling lubricants • Pay attention to the producer's data

The grease sampling set comprises a plastic tube, various cap plugs, a suction device, a sample box for up to 5 grease samples, and an information sheet. The procedure is described in detail.

English

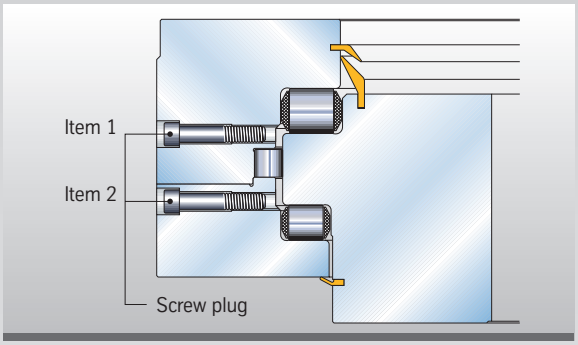


Figure 12: Three-row roller bearing slewing ring with grease sampling ports

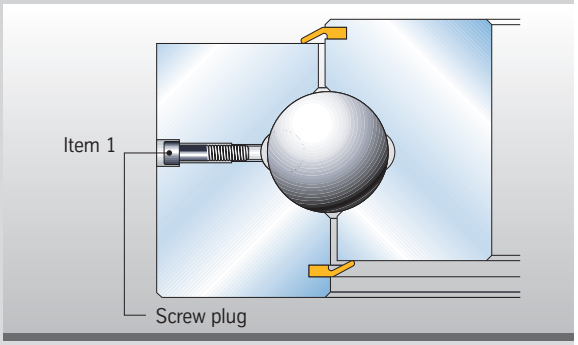


Figure 13: Single-row ball bearing with grease sampling port

Take the grease samples from the main loading zone.

Remove the screw plug (M16 EN ISO 4762) selected for taking the sample: item 1 and if necessary item 2 opposite (figures 12 and 13).

Before taking the grease sample, cut the supplied tube at an angle of 45° so that it is slightly longer than the grease sampling port. Then insert the tube into the raceway area of the port (figure 14).

Make sure that the surface cut at 45° faces in the opposite direction to the direction of rotation (figure 15).

The sampling ports must be closed again with the screw plugs.

When the sample has been taken, close both tube ends with the plastic caps.

Number the grease sample and place it in the labeled sample box.

Add the necessary information (see the grease sampling set in figure 11 on page 16) to the top of the sample box.

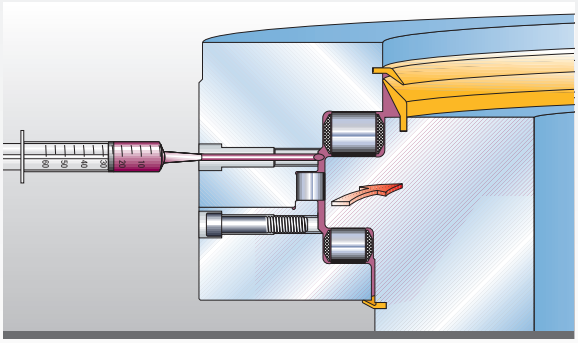


Figure 14: Taking a sample

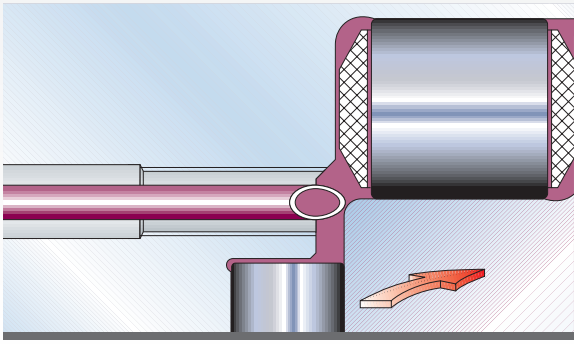


Figure 15: Detail of the sampling

Bearings without grease sampling ports
If there are no grease sampling ports provided on the bearing, one or more grease samples are taken at the seal. This area near a grease nipple must be cleaned. The sample should be taken preferably in the main working area and/or offset 180° to it.

During regreasing at the prepared grease nipple (without rotation of the bearing), the first grease escaping from the sealing lip is taken as the sample (figure 16). 3 ccm are enough.

Note Be careful when taking the sample or the result may be falsified by contamination.

Figure 16: Taking a sample of grease from the sealing lip

Fe limit values
A limit value for Fe contamination in the lubricant depends greatly on the operating parameters and the lubrication intervals. Depending on the application, the value can be as high as 20000 ppm.

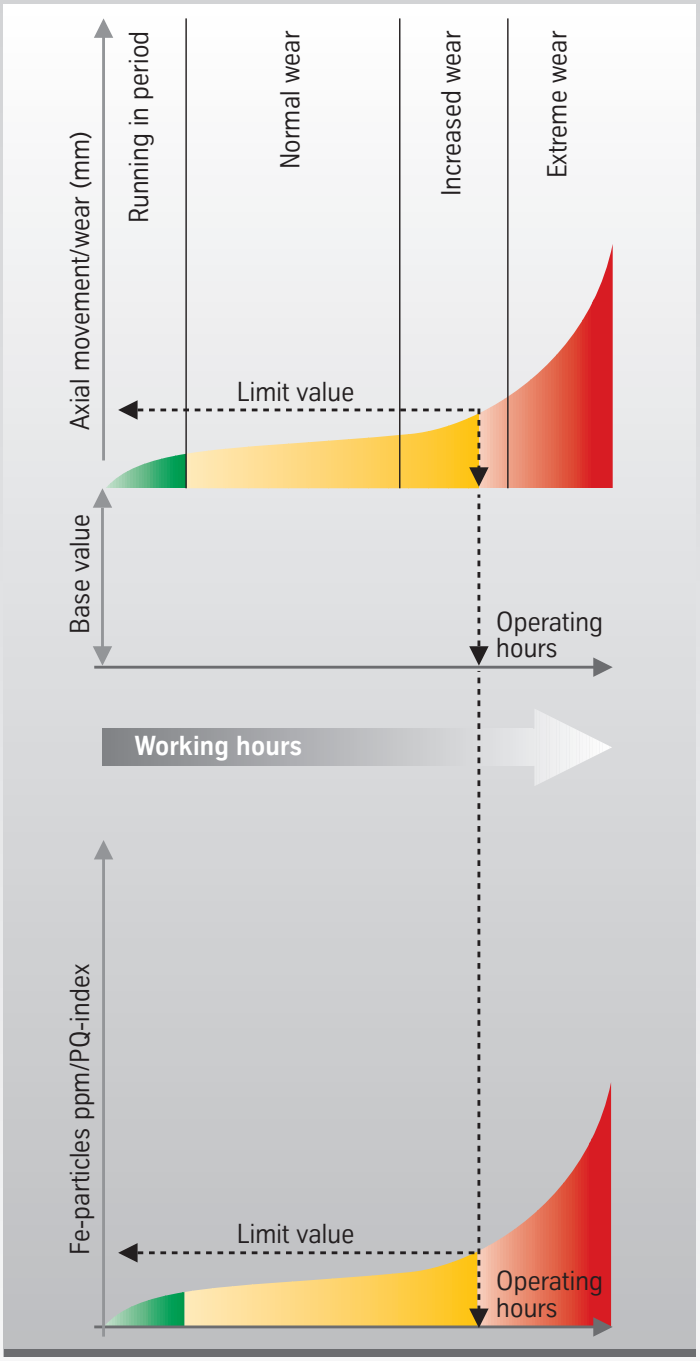


Figure 17: Wear curves

Wear curves
The diagrams show the increase in wear and the increases in Fe particles and the PQ index as a function of the operating hours (figure 17).

For standard applications see the values in tables 4 – 6 on page 13. When the limit values are reached, please contact ThyssenKrupp Rothe Erde.

English

Table 7: Measurement table

Customer:				Application:			Location:		
ThyssenKrupp Rothe Erde drawing no.:				ThyssenKrupp Rothe Erde order no.:			Year of manufacture:		
Date									
Operating hours	0								
Measuring point	Basic measurement	1	2	3	4	5	6	7	
1 Main load area									
180° opposite									
2 Main load area									
180° opposite									
3 Main load area									
180° opposite									
4 Main load area									
180° opposite									
Grease sample no. / Fe particles ppm / PQ index 1									
2									
3									
4									
5									
Grease									
Lubrication system Quantity/interval									
Comments									

The measurement values, analysis values and bearing-specific information should be entered in a separate table (see table 7) and forwarded to ThyssenKrupp Rothe Erde.

ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Service
Beckumer Strasse 87
59555 Lippstadt
Germany
service.rotheerde@thyssenkrupp.com

ThyssenKrupp Rothe Erde sends the grease samples to an approved, qualified laboratory.

Advantage Short processing time and notification by e-mail about the analysis results and wear measurement.

For the **grease sampling** set please contact the following address:

ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Tremoniastrasse 5–11
44137 Dortmund
Germany
Telephone +49 (2 31) 1 86 - 0
Telefax +49 (2 31) 1 86 - 25 00
sales.rotheerde@thyssenkrupp.com

Disposal at end of useful life

ATTENTION

Disposal may involve environmental risks
- Follow the directives for waste disposal
- Mind the national laws

Bearing to be dismantled. Grease, seals and plastic parts to be disposed of in accordance with waste guidelines. Bearing rings and rolling elements to be taken to the relevant material recycling points.

Einbau · Schmierung · Wartung (ESW)

Gilt nicht für Lager mit spezifisch erstellten ESW-Anweisungen – bei Ersatzlagerlieferung ist es zwingend erforderlich, dass der Anlagenhersteller zu Einbau, Schmierung und Wartung kontaktiert wird.

ThyssenKrupp Rothe Erde bietet einen umfangreichen Großwälzlager-Service an (siehe Druckschrift Rothe Erde® Großwälzlager-Service oder www.thyssenkrupp-rotheerde.com).

Transport und Handling

GEFAHR

Lebensgefahr durch schwebende Last
- NICHT unter die Last treten
- Geeignetes Anschlagmittel wählen
- Geeignetes Hebemittel wählen
- Geeignete Transportbohrungen sind in der Lagerzeichnung dargestellt

Wie jedes andere Maschinenelement erfordern auch Großwälzlager sorgfältige Behandlung. Der Transport und die Lagerung darf nur in horizontalem Zustand vorgenommen werden. Bei entsprechenden Lagern sind Ringschrauben/Wirbelböcke in die vorhandenen Transportbohrungen bzw. Befestigungsbohrungen einzubringen. In Sonderfällen, wie z. B. bei Schrägtransport, wird innere Aussteifung (Transportkreuze) vorgesehen. Das Lagergewicht ist auf der Kiste bzw. Palette zu ersehen. Radiale Stöße sind unbedingt zu vermeiden.

Einlagerung

HINWEIS

Sensible Oberfläche
- Nicht mit scharfem Messer die Verpackung öffnen
- Oberfläche kann beschädigt werden

In überdachten Lagerplätzen ca. 6 Monate. In geschlossenen, temperierten (Temperatur > 12 °C) Räumen ca. 12 Monate. Lagerung im Freien ist nicht zulässig.

Längere Einlagerungszeiten erfordern eine Sonderkonservierung. Nach längerer Einlagerungszeit des Großwälzlagers können durch Ansaugen der Dichtlippe Reibmomenterhöhungen auftreten. Durch leichtes vorsichtiges Anheben der Dichtlippe mit einem stumpfen Gegenstand am gesamten Umfang und durch mehrmaliges Drehen des Großwälzlagers über 360° rechts und links reduziert sich das Reibmoment auf Normalwert.

Auslieferungszustand

- Laufsystem
  Die Großwälzlager werden mit einem der Fette gefüllt (siehe Tabelle 3, Seite 25) ausgeliefert (wenn nicht Sonderschmierstoff und spezielle Fettmengen vorgesehen sind).

- Außenflächen
  Die Außenflächen sind mit Cortec VpCI 369/H10 konserviert.

- Verzahnung
  Die Verzahnung ist nicht gefettet. Die Konservierung erfolgt wie bei den Außenflächen.

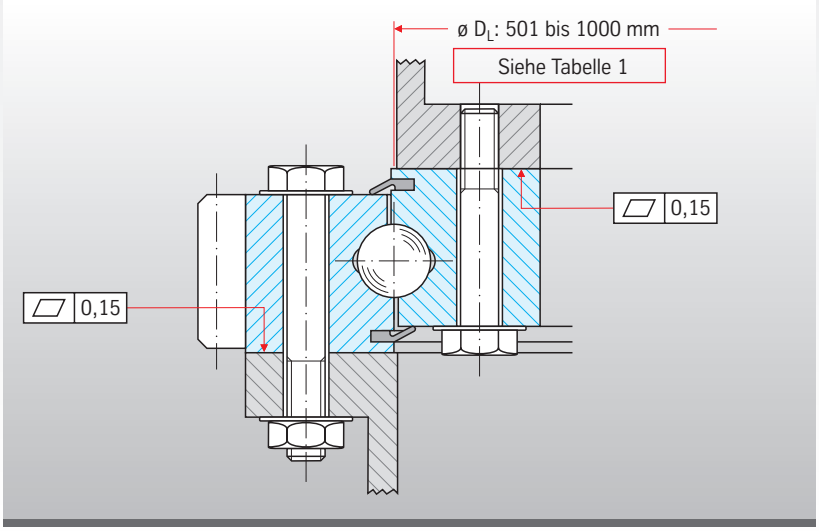


Bild 1: Beispiel für Ebenheitsabweichung gemäß DIN EN ISO 1101

Einbau · Schmierung · Wartung (ESW)
Gilt nicht für Lager mit spezifisch erstellten ESW-Anweisungen – bei Ersatzlagerlieferung ist es zwingend erforderlich, dass der Anlagenhersteller zu Einbau, Schmierung und Wartung kontaktiert wird.

Einbau

⚠ HINWEIS

Mögliche Hautreizungen durch Konservierungsmittel
- Beim Entfernen Handschuhe tragen
- Mitgeltende Unterlagen des Herstellers beachten

⚠ GEFAHR

Quetschgefahr beim Ablegen der Last
- Vor dem Ablegen den Ablageort kontrollieren
- Auf Mitarbeiter achten

Eine ebene, fett- und ölfreie Auflagefläche ist für den Lagereinbau eine Voraussetzung. Schweißperlen, Gratbildung, Farbe und sonstige Unebenheiten müssen entfernt werden. Die Lagerringe müssen vollständig von der Anschlusskonstruktion unterstützt werden.

ThyssenKrupp Rothe Erde empfiehlt eine Überprüfung der Auflagefläche mit einem Nivellier- oder Lasergerät (wird von ThyssenKrupp Rothe Erde als Dienstleistung angeboten). Die zulässigen Werte der Ebenheit sind der Tabelle 1 zu entnehmen. Spitzenbildungen in kleinen Sektoren sind zu vermeiden, d.h. der Kurvenverlauf darf im Bereich 0°–180° nur einmal gleichmäßig ansteigen und wieder abfallen.

Tabelle 1: Zulässige Ebenheitsabweichung gemäß DIN EN ISO 1101 der Auflageflächen

Laufkreis Ø in mm D_L	Ebenheit gemäß DIN EN ISO 1101 je Auflagefläche in mm für		
	BF 01 Zweireihige Kugel-Drehverbindungen BF 08 Axial-Kugellager	BF 06 Einreihige Kugel-Drehverbindungen Vierpunktlager BF 09 Doppel-Vierpunktlager BF 25, 23, 28 Profillager*	BF 19 BF 13 Rollen-Drehverbindungen BF 12 Kombilager
bis 500	0,15	0,10	0,07
bis 1000	0,20	0,15	0,10
bis 1500	0,25	0,19	0,12
bis 2000	0,30	0,22	0,15
bis 2500	0,35	0,25	0,17
bis 4000	0,40	0,30	0,20
bis 6000	0,50	0,40	0,30
bis 8000	0,60	0,50	0,40

BF ist die Abkürzung für Bauform und bezieht sich auf die ersten beiden Stellen der Zeichnungsnummer.
Für Sonderausführungen als Genauigkeitslager mit hoher Laufgenauigkeit und geringer Lagerluft dürfen die zulässigen Werte der Tabelle 1 nicht verwendet werden, bitte Rücksprache mit ThyssenKrupp Rothe Erde: www.thyssenkrupp-rotheerde.com
*) Für Normal-Lager BF 25, BF 23 sind doppelte Werte zugelassen.

Einbau · Schmierung · Wartung (ESW)
Gilt nicht für Lager mit spezifisch erstellten ESW-Anweisungen – bei Ersatzlagerlieferung ist es zwingend erforderlich, dass der Anlagenhersteller zu Einbau, Schmierung und Wartung kontaktiert wird.

Bei Überschreitung der Werte wird eine mechanische Bearbeitung der Lageranschlussflächen an der Anschlusskonstruktion notwendig. Die Einbaulage der Großwälzlager muss der Zeichnungslage entsprechen.

Die Entfernung der Konservierung kann mit einem alkalischen Reiniger durchgeführt werden. Lösungsmittel nicht an die Dichtungen und in die Laufbahn gelangen lassen. Obere und untere Auflagefläche des Großwälzlagers sowie Verzahnung von der Konservierung säubern.

Hinweis Die Konservierung kann leicht mit einem z. B. biologisch abbaubaren alkalischen Reiniger entfernt werden.

Vorteil Schnelle Entfernung der Konservierung und geringe Umweltbelastung.

Härteschlupf
Die ungehärtete Stelle zwischen Beginn und Ende der Laufbahnhärtung ist durch ein eingeschlagenes „S“ am Innen- bzw. Außendurchmesser jedes Lagerringes gekennzeichnet. Beim verzahnten Ring ist der Härteschlupf auf der Axialfläche markiert. Die Schlupfstelle „S“ soll am Ring mit Punktlast außerhalb der Hauptbelastungszone liegen. Ist der Hauptarbeitsbereich für den Anwendungsfall bekannt, so ist die Schlupfstelle des umfangsbelasteten Ringes auch außerhalb der Hauptbelastungszone zu positionieren.

Verzahnung

⚠ GEFAHR

Quetschgefahr durch offenliegende Zahnräder
- Nicht in den Wirkungsbereich greifen

Es ist zu gewährleisten, dass das Zahnflankenspiel an den drei grün gekennzeichneten Zähnen mindestens 0,03 – 0,04 x Modul beträgt. Nach dem endgültigen Festziehen des Lagers ist das Flankenspiel noch einmal über den ganzen Umfang zu überprüfen. Am Ritzel ist eine Kopfkantenrundung und Kopfflankenrücknahme vorzusehen (siehe Kapitel „Verzahnung“ im Katalog Rothe Erde® Großwälzlager oder www.thyssenkrupp-rotheerde.com).

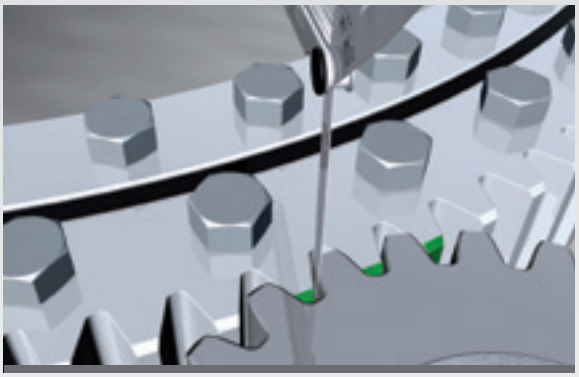


Bild 2: Messen des Flankenspiels

Einbau · Schmierung · Wartung (ESW)
Gilt nicht für Lager mit spezifisch erstellten ESW-Anweisungen – bei Ersatzlagerlieferung ist es zwingend erforderlich, dass der Anlagenhersteller zu Einbau, Schmierung und Wartung kontaktiert wird.

Tabelle 2

Gewinde-/ Schrauben-durchmesser	Bohrungs-durchmesser mm	Anziehdrehmomente Nm bei Schrauben der Festigkeitsklasse $\mu_G \approx \mu_K = 0{,}14$	
		für hydr. + elektr. M_d-Schrauber	für M_d-Schlüssel
	DIN EN 20273	10.9	10.9
M 12	14	137	123
M 14	16	218	196
M 16	17,5	338	304
M 18	20	469	422
M 20	22	661	594
M 24	26	1136	1022
M 27	30	1674	1506
M 30	33	2274	2046
		Grade 8	Grade 8
UNC 5/8" – 11	18	286	260
UNC 3/4" – 10	21	506	460
UNC 7/8" – 9	25	803	730
UNC 1" – 8	27,5	1210	1100
UNC 1 1/8" – 7	32	1716	1560
UNC 1 1/4" – 7	35	2410	2190
		Grade 8	Grade 8
UNF 5/8" – 18	18	320	290
UNF 3/4" – 16	21	560	510
UNF 7/8" – 14	25	902	820
UNF 1" – 12	27,5	1330	1210
UNF 1 1/8" – 12	32	1936	1760
UNF 1 1/4" – 12	35	2685	2440

Verschraubung/Schraubverbindung
Schraubenbohrungen von Lager und Anschlusskonstruktion müssen übereinstimmen, ansonsten erfolgt eine unzulässige Verspannung. Durchgangsbohrungen sind nach DIN EN 20273, Reihe mittel, auszulegen – siehe Tabelle 2.

Einbau · Schmierung · Wartung (ESW)
Gilt nicht für Lager mit spezifisch erstellten ESW-Anweisungen – bei Ersatzlagerlieferung ist es zwingend erforderlich, dass der Anlagenhersteller zu Einbau, Schmierung und Wartung kontaktiert wird.

Befestigungsschrauben
Befestigungsschrauben, Muttern und Scheiben (ohne Oberflächenbehandlung) normal in Festigkeitsklasse 10.9 nach DIN ISO 267. Vorgegebene Anzahl und Durchmesser sind unbedingt einzuhalten. Schrauben über Kreuz sorgfältig auf vorgeschriebene Werte vorspannen, Tabelle 2, Seite 23 zeigt einige Anhaltswerte. Die Flächenpressung unter dem Schraubenkopf bzw. der Mutter darf die zulässigen Grenzwerte nicht überschreiten (siehe Kapitel „Befestigungsschrauben“ im Katalog Rothe Erde® Großwälzlager oder www.thyssenkrupp-rotheerde.com auch bezüglich der Mindest-Klemmlänge). Bei Überschreitung der Grenzflächenpressung müssen Unterlegscheiben geeigneter Größe und Festigkeit vorgesehen werden. Bei Sacklochgewinden muss die Mindesteinschraubtiefe gewährleistet sein. Wird ein Schraubenspannzylinder verwendet, sind bei den Schrauben oder Stehbolzen die nötigen Gewindeüberstände zu beachten und die entsprechenden Unterlegscheiben einzusetzen (siehe Kapitel „Schrauben“ im Katalog Rothe Erde® Großwälzlager oder www.thyssenkrupp-rotheerde.com).

Die Festlegung der Anziehdrehmomente richtet sich nicht nur nach der Festigkeitsklasse der Schrauben und nach dem Anziehverfahren, sondern ist auch abhängig von der Reibung im Gewinde und an den Auflageflächen zwischen Schraubenkopf und Mutter. Die in der Tabelle 2, Seite 23 angegebenen Anziehdrehmomente sind Richtwerte, die auf leicht geölte Gewinde und Auflageflächen bezogen sind.

Trockene Gewinde erfordern höhere, stark geölte Gewinde niedrigere Anziehdrehmomente. Die Werte können deshalb sehr stark schwanken. Dies gilt besonders für Gewinde größer M 30 bzw. 1¼". Ab dieser Größe wird die Verwendung von Schraubenspannzylindern empfohlen. Bei nicht ausreichender Reibschlusssicherheit ist ein geeigneter Reibwertverbesserer oder Formschluss erforderlich. Anschweißen der Großwälzlager ist nicht zulässig.

Schmierung und Wartung
Die Schmiernippel müssen alle gut zugänglich sein, evtl. sind Schmierleitungen vorzusehen. ThyssenKrupp Rothe Erde empfiehlt automatische Zentralschmieranlagen. Schmierung des Laufsystems und der Verzahnung ist unmittelbar nach Einbau durchzuführen. Hierzu, sowie zu jeder späteren Schmierung, sind Schmierstoffe der Tabelle 3, Seite 25 zu verwenden. Bei diesen Laufbahnfetten handelt es sich ausschließlich um KP 2 K-Fette, d.h. lithiumverseifte Mineralöle der NLGI-Klasse 2 mit EP-Zusätzen. Die in der Tabelle 3, Seite 25 aufgeführten Schmierstoffe für die Laufbahn sind untereinander mischbar. Die Reihenfolge der genannten Schmierstoffe erfolgt alphabetisch. Die Fettfüllung vermindert Reibung, schützt gegen Korrosion und ist Bestandteil der Abdichtung.

Deshalb immer so reichlich nachschmieren, dass sich am ganzen Umfang der Lagerspalte bzw. Dichtungen ein Fettkragen aus frischem Fett bildet. Lager beim Nachschmieren drehen oder ausreichend schwenken.

Schmierstoffe

⚠ VORSICHT

Mögliche Hautreizungen durch Schmierstoffe
- Beim Umgang mit Schmierstoffen Handschuhe tragen
- Mitgeltende Unterlagen des Herstellers beachten

Schmierstoffspezifische Fragen sind mit dem jeweiligen Schmierstoffhersteller zu klären.

Die in der Tabelle 3, Seite 25 aufgeführten Fette sind für unsere Großwälzlager freigegeben und hinsichtlich der Verträglichkeit mit den von ThyssenKrupp Rothe Erde eingesetzten Materialien für Distanzhalter und Dichtungen geprüft. Die Fettliste hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Einbau · Schmierung · Wartung (ESW)
Gilt nicht für Lager mit spezifisch erstellten ESW-Anweisungen – bei Ersatzlagerlieferung ist es zwingend erforderlich, dass der Anlagenhersteller zu Einbau, Schmierung und Wartung kontaktiert wird.

Tabelle 3: Schmierstoffe

ARAL	●	Aralub HLP 2	243 K bis 393 K (−30 °C bis +120 °C)
	▲	Castrol Molub-Alloy OG 936 SF Heavy	243 K bis 373 K (−30 °C bis +100 °C)
Castrol	●	Spheerol EPL 2	253 K bis 413 K (−20 °C bis +140 °C)
	▲	Castrol Molub-Alloy OG 9790/2500-0	253 K bis 363 K (−20 °C bis +90 °C)
KLÜBER LUBRICATION	●	Centoplex EP 2	253 K bis 403 K (−20 °C bis +130 °C)
	▲	Grafloscon C-SG 0 ultra	243 K bis 473 K (−30 °C bis +200 °C)
LUBRITECH	●	Lagermeister EP 2	253 K bis 403 K (−20 °C bis +130 °C)
	▲	Ceplattyn KG 10 HMF	263 K bis 413 K (−10 °C bis +140 °C)
Mobil	●	Mobilux EP 2	253 K bis 393 K (−20 °C bis +120 °C)
	▲	Mobilgear OGL 461	253 K bis 393 K (−20 °C bis +120 °C)
Shell	●	Gadus S2 V220 2	248 K bis 403 K (−25 °C bis +130 °C)
	▲	Gadus S2 OGH NLGI 0/00	263 K bis 473 K (−10 °C bis +200 °C)
TOTAL	●	Multis EP 2	248 K bis 393 K (−25 °C bis +120 °C)
	▲	Copal OGL 0	248 K bis 423 K (−25 °C bis +150 °C)

● Laufbahnfett
▲ Verzahnungsfett

Bei Verwendung anderer Schmierstoffe ist eine Eignungsbestätigung beim Schmierstoffhersteller einzuholen. Die Eigenschaften müssen mindestens denen der in Tabelle 3 aufgeführten Fette entsprechen und die Verträglichkeit mit den von uns verwendeten Materialien muss gegeben sein. Bei Verwendung von automatischen Schmieranlagen muss der Schmierstoffhersteller die Förderbarkeit bestätigen. Bei Tieftemperatureinsatz sind Sonderschmierstoffe erforderlich.

Schmierstoffe sind wassergefährdende Produkte. Sie dürfen nicht in den Boden, in das Grundwasser oder in die Kanalisation gelangen.

Einbau · Schmierung · Wartung (ESW)
Gilt nicht für Lager mit spezifisch erstellten ESW-Anweisungen – bei Ersatzlagerlieferung ist es zwingend erforderlich, dass der Anlagenhersteller zu Einbau, Schmierung und Wartung kontaktiert wird.

Nachschmierung des Laufsystems
Die Nachschmierung muss unter Drehung oder ausreichender Schwenkung des Lagers erfolgen, bis frisches Fett am gesamten Umfang an den Dichtlippen oder Labyrinthen austritt. Es gehört zur Aufgabe des Wartungspersonals, durch gezielte Überprüfung des Schmierzustandes der Laufbahnen individuelle Verbrauchsmengen und Intervalle festzulegen. Unter extremen Bedingungen, wie z. B. in den Tropen, bei hohem Feuchtigkeitsanfall, großer Staub- und Schmutzeinwirkung, starken Temperaturschwankungen sind die Nachschmierungen zu erhöhen und die Intervalle zu verkürzen.

Für Drehgestell-Lagerungen von Schienen- und Straßenfahrzeugen sowie Lager für Windenergieanlagen gelten Sondervorschriften.

Bei teilmontierten Lagern, oder falls zwischen Lagereinbau und Geräteinbetriebnahme Stillstandszeiten auftreten, müssen entsprechende Wartungen vorgenommen werden, wie z. B. die Nachschmierung unter Drehung oder ausreichender Schwenkung spätestens nach 3 Monaten bzw. in weiteren Abständen von 3 Monaten. Vor und nach längerer Außerbetriebsetzung des Gerätes ist eine Nachschmierung unbedingt erforderlich.

Gerätereinigung
Bei Säuberung des Gerätes ist darauf zu achten, dass kein Reinigungsmittel oder Wasser die Dichtungen beschädigt oder in die Laufbahnen eindringt.

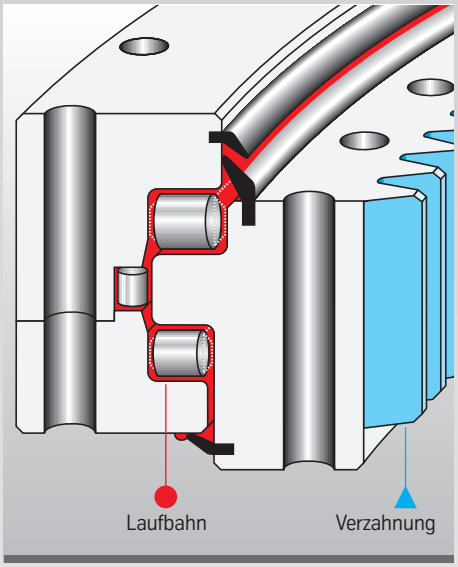


Bild 3

Nachschmierung der Verzahnung
Wir empfehlen eine automatische Verzahnungsschmierung. Die Zahnflanken müssen immer einen ausreichenden Fettfilm aufweisen. Es gehört zur Aufgabe des Wartungspersonals, durch gezielte Überprüfung des Schmierzustandes der Verzahnung die individuellen Verbrauchsmengen und Intervalle festzulegen.

Hinweis Eine gute Schmierung ist für das Laufsystem und die Verzahnung unbedingt erforderlich. Nur so kann eine zufriedenstellende Gebrauchsdauer erreicht werden.

Vorteil Optimaler Schmierstoffeinsatz und Intervalle erhöhen die Anlageverfügbarkeit.

Überprüfung der Schrauben
Es ist zu gewährleisten, dass über die gesamte Lebensdauer des Großwälzlagers eine ausreichend hohe Schraubenvorspannkraft erhalten bleibt. Aufgrund von praktischen Erfahrungen, zum Ausgleich von Setzerscheinungen, ist ein Nachziehen bzw. Nachspannen der Schrauben mit dem erforderlichen Anziehdrehmoment bzw. Vorspannkraft empfehlenswert.

Einbau · Schmierung · Wartung (ESW)
Gilt nicht für Lager mit spezifisch erstellten ESW-Anweisungen – bei Ersatzlagerlieferung ist es zwingend erforderlich, dass der Anlagenhersteller zu Einbau, Schmierung und Wartung kontaktiert wird.

Überprüfung des Laufsystems

GEFAHR

Bei Überschreiten der maximal zulässigen Verschleißgrenzen besteht Unfall und Lebensgefahr
- Bei Erreichen der Verschleißgrenzen ist das Gerät außer Betrieb zu setzten

SICHERHEITSHINWEISE
- Im Betrieb muss sichergestellt werden, dass die Verschleißgrenzen des Lagers nicht erreicht werden. Bezüglich weiterer Informationen (Skizzen/Prozeduren) siehe www.thyssenkrupp-rotheerde.com.
- Der eingetretene Verschleiß ist regelmäßig zu ermitteln und zu dokumentieren
- Die Vorgehensweise ist im Handbuch beschrieben
- Bei offen Fragen ist Rücksprache mit ThyssenKrupp Rothe Erde zu halten

Bei Inbetriebnahme empfehlen wir eine Kippspiel- oder Absenkmessung durchzuführen (siehe Kapitel „Lagerinspektion“ im Katalog Rothe Erde® Großwälzlager oder www.thyssenkrupp-rotheerde.com). Es ist sicherzustellen, dass die Verschleißgrenzen des Lagers nicht erreicht werden. Wir empfehlen, diese Messung in geeigneten Intervallen zu wiederholen. Zusätzlich kann eine Gebrauchsfettprobe entnommen und analysiert werden.

Überprüfung der Dichtung
Dichtungen mindestens alle 6 Monate kontrollieren, bei Beschädigungen muss ein Dichtungsaustausch erfolgen.

ThyssenKrupp Rothe Erde Service Unterstützung
Für den kontinuierlichen und störungsfreien Betrieb unserer Großwälzlager bieten wir Ihnen folgenden Service an:

Einbau
- Beurteilung der Auflageflächen/ Laservermessung
- Lagermontage
- Referenzmessung
- Inbetriebnahme

Wartung und Inspektion
- Verschleißmessung
- Schraubenkontrolle
- Schmierstoffanalyse
- Dichtungswechsel

Instandsetzung
- Reparatur
- Generalüberholung

Sonstiges
- Schulungen
- Technische Unterstützung

Lagerinspektion

Schäden vorbeugen
Verschleißmessungen ermöglichen eine Früherkennung von technischen Problemen, bevor diese zu ungeplanten Anlagenstillständen führen. So werden unnötige Instandsetzungskosten und teure Produktionsausfälle vermieden. Zur Bewertung des Lagerzustandes empfehlen wir daher regelmäßige Lagerverschleißmessungen.

Der Verschleiß des Laufsystems macht sich durch eine Veränderung der Axialbewegung oder Absenkung bemerkbar. Diese Verschleißerhöhung kann je nach Anwendungsfall/ Lagerausführung durch die Messung des Kippspiels oder durch Absenkmessungen ermittelt werden.

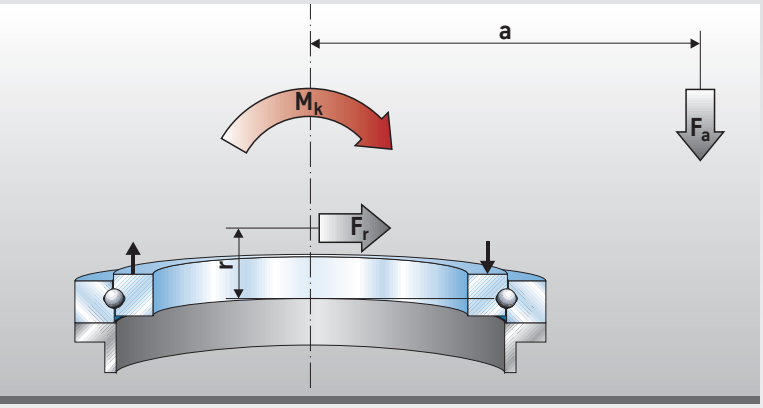


Bild 4: Belastungsprinzip der Kippspielmessung (Axialbewegung)

Bild 5: Prinzipieller Aufbau der Kippspielmessung

Messung des Kippspiels
Wenn möglich, empfehlen wir zur Verschleißbestimmung die Messung des Kippspiels. Das Belastungsprinzip für eine solche Messung zeigt Bild 4.

Es wird zwischen der unteren Anschlusskonstruktion und dem mit der Oberkonstruktion verschraubten Lagerring (Bild 5) gemessen. Um dabei den Einfluss von elastischen Verformungen der Anschlusskonstruktion zu minimieren, muss die Messung möglichst nahe am Laufsystem des Lagers stattfinden.

Das Verfahren wird folgendermaßen ausgeführt:
- Bei Inbetriebnahme wird eine Referenzmessung durchgeführt.
- Von einer festgelegten Position aus werden die Messpunkte am Umfang markiert.
- Für die Null-Einstellung der Messuhren, die eine Messgenauigkeit von 0,01 mm aufweisen sollten, ist zunächst das maximale rückdrehende Moment aufzubringen. Anschließend ist – ggf. durch Lastaufnahme – ein nach vorne kippendes Moment zu erzeugen.
- Nach dem Schwenken der Oberkonstruktion wird die Messung in den markierten Messpositionen wiederholt.
(siehe Tabelle 7, Seite 35)

Deutsch

Maximal zulässige Vergrößerung der Lagerspiele (gleichmäßiger Verschleiß)
Für besondere Anwendungsfälle (Rücksprache ThyssenKrupp Rothe Erde) sind diese Lagerspielvergrößerungen nicht zulässig, z. B. Großwälzlager für Fahrgeschäfte 50 % der aufgeführten Werte.

Tabelle 4: BF* 01, 08 (zweireihiges Kugellager/Axialkugellager)

Messverfahren	Kugeldurchmesser mm										
	18	20	22	25	30	35	40	45	50	60	70
	max. zulässige Verschleißwerte bis mm										
Absenkmessung	1,8				2,2		3,0			3,8	
Kippspielmessung	2,5				3,0		4,0			5,0	

*BF = Bauform (siehe Register oder www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

Tabelle 5: BF* 06, 09, 25, 23, 28 (Kugellager/Profillager)

Messverfahren	Kugeldurchmesser mm									
	20	22	25	30	35	40	45	50	60	70
	max. zulässige Verschleißwerte bis mm									
Absenkmessung	1,6		2,0			2,6			3,3	
Kippspielmessung	2,0		2,6			3,2			4,0	

*BF = Bauform (siehe Register oder www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

Tabelle 6: BF* 12, 13, 19 (Rollendrehverbindung)

Messverfahren	Rollendurchmesser mm													
	16	20	25	28	32	36	40	45	50	60	70	80	90	100
	max. zulässige Verschleißwerte bis mm													
Absenkmessung	0,8		1,2			1,6			2,0		2,4			
Kippspielmessung	1,4		2,0			2,8			3,5		4,2			

*BF = Bauform (siehe Register oder www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

Überprüfung der Verzahnung
Im Laufe der Gebrauchsdauer treten Einlaufglättung und Verzahnungsverschleiß auf. Ein zulässiger Verschleißgrenzwert ist stark vom Einsatzfall abhängig. Erfahrungsgemäß kann der zulässige Verschleiß bis zu 0,1 x Modul pro Zahnflanke betragen.

Absenkmessung
Wo die Messung des Kippspiels nicht möglich ist, empfehlen wir die Absenkmessung. Dabei liegt der Schwerpunkt aus den Lastkombinationen innerhalb des Laufkreisdurchmessers des Lagers. Das Belastungsprinzip ist in Bild 6 dargestellt.

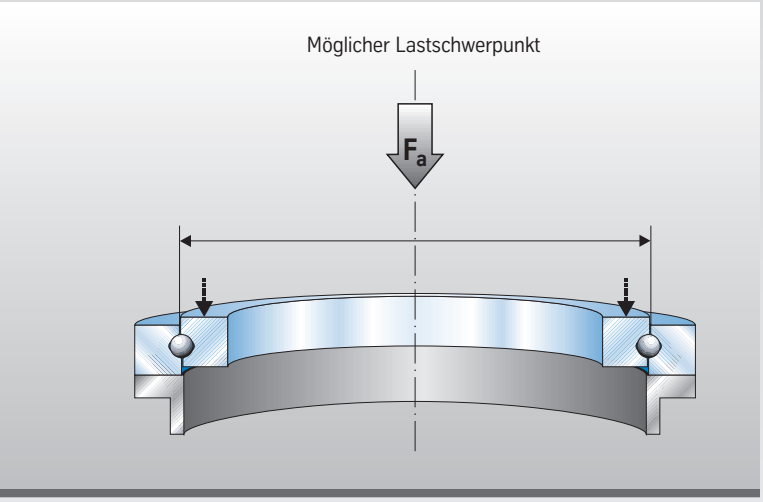


Bild 6: Belastungsprinzip der Absenkmessung

Gemessen wird zwischen der unteren Anschlusskonstruktion und dem mit der Oberkonstruktion verschraubten Lagerring (Bilder 7, 8). Der Ablauf ähnelt dem bei der Messung des Kippspiels:

- Auch hier werden bei der Inbetriebnahme des Gerätes Referenzwerte ermittelt.
- Von einer festgelegten Position aus werden die Messpunkte am Umfang markiert.

In geeigneten Zeitabständen sollte nach Überprüfung der Lagerbefestigungsschrauben eine Wiederholung der Kippspiel- oder Absenkmessung unter gleichen Bedingungen durchgeführt werden. Die jeweilige Differenz zur Referenzmessung gibt den zwischenzeitlich eingetretenen Verschleiß an. Bei ansteigenden Verschleißwerten sollte in kürzeren Abständen gemessen werden.

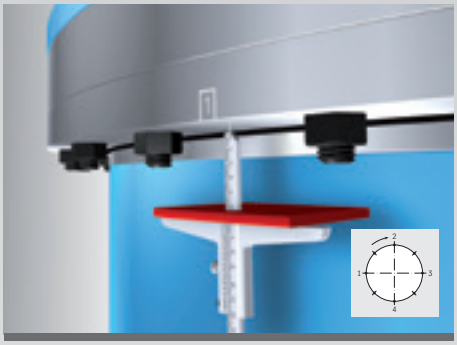


Bild 7: Prinzipieller Aufbau der Absenkmessung mit Tiefenmessschieber

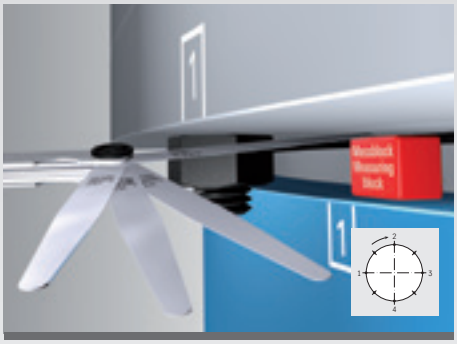


Bild 8: Prinzipieller Aufbau der Absenkmessung mit Fühlerlehre

Vorteil Durch die eindeutige Bewertung des Lagerzustandes können verschlissene Teile rechtzeitig ausgetauscht werden. Zusammen mit einem optimalen Ersatzteil-Management können daher Schadensfälle und längere Stillstandszeiten vermieden werden.

Hinweis Werden die zulässigen Verschleißwerte (Tabellen 4, 5 und 6, Seite 29) überschritten, empfehlen wir eine Stilllegung des Gerätes.

Deutsch

Die Alternative:
Integrierte Verschleiß-Messeinrichtung (IWM)
Um die Funktionalität und Betriebssicherheit der Anlagen weiter zu optimieren, arbeitet ThyssenKrupp Rothe Erde unablässig an innovativen Lösungen für die permanente Zustandsüberwachung. Die integrierte Verschleiß-Messeinrichtung für Großwälzlager ist eine patentierte Erfindung, sie ermöglicht eine Online-Überprüfung des maximal zulässigen Axialspiels bzw. der Absenkung der Drehverbindung.

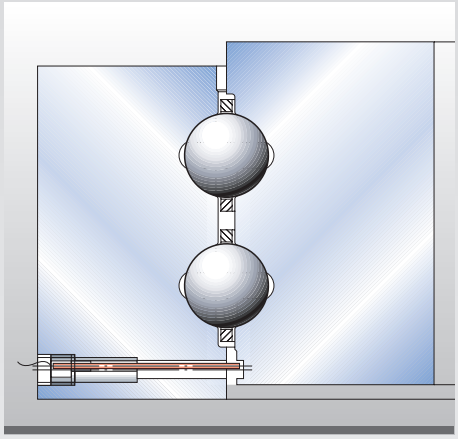


Bild 9

Vorteil Betriebsunterbrechungen zur Erfassung des Axialspiels sind nicht notwendig.

Im Bereich der Scheitellast der Laufbahnen befindet sich ein Stift aus nicht rostendem Stahl. Dieser ist – elektrisch isoliert – in einen Ring montiert. Der Stift ragt in eine Nut, die sich im Gegenring befindet. Das maximal zulässige Spiel ist über die Nutbreite einstellbar.

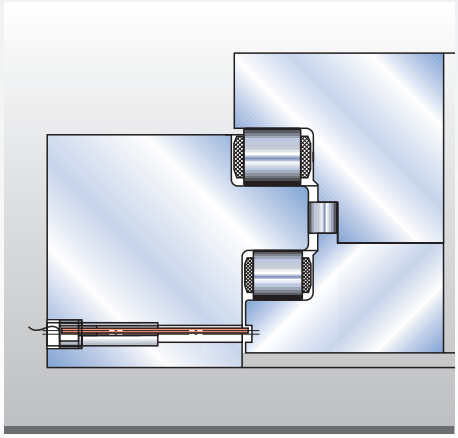


Bild 10

Ändert sich das Spiel unzulässig stark, geraten Ring und Stift in Kontakt. Durch die elektrische Verbindung des Stiftes, wird bei der Berührung von Stift und Gegenring ein Signal ausgelöst. Dieses Signal zeigt an, dass die zulässige Relativ-Verschiebung der Ringe erreicht und eine Lagerprüfung notwendig ist.

Vorteil Die Verformung der Anschlusskonstruktion oder Elastizitäten der Schraubverbindungen beeinflussen das Messergebnis nicht wesentlich. Die elastische Annäherung der Laufbahnen, das Axialspiel des Lagers und die Ebenheitsabweichung der Auflagefläche werden kompensiert. Kosten für das Wartungspersonal werden minimiert.

Bild 11: Fettprobenentnahmeset

Fettprobenentnahmeset
Parallel, d.h. zeitgleich zu den Inspektionsmessungen, werden Gebrauchtfettproben entnommen. Die Gebrauchtfettanalyse ergibt weitere Information über den Laufbahnzustand.

Lager mit Fettentnahmebohrungen

	⚠ VORSICHT **Mögliche Hautreizungen durch Schmierstoffe** • Beim Umgang mit Schmierstoffen Handschuhe tragen • Mitgeltende Unterlagen des Herstellers beachten

Das Fettprobenentnahmeset besteht aus einem Plastikschlauch, diversen Verschlusskappen, einer Saugvorrichtung und einer Probenbox für max. 5 Fettproben sowie einem Info-Blatt. Die Vorgehensweise wird detailliert beschrieben.

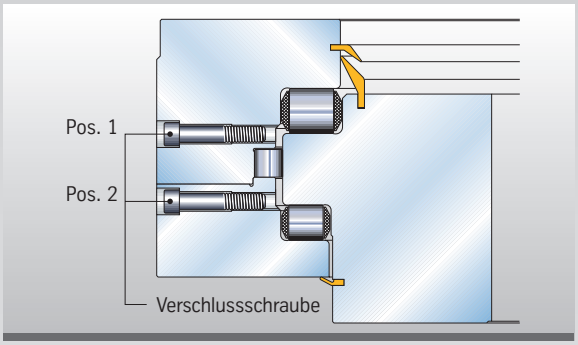


Bild 12: Dreireihige Rollendrehverbindung mit Fettentnahmebohrungen

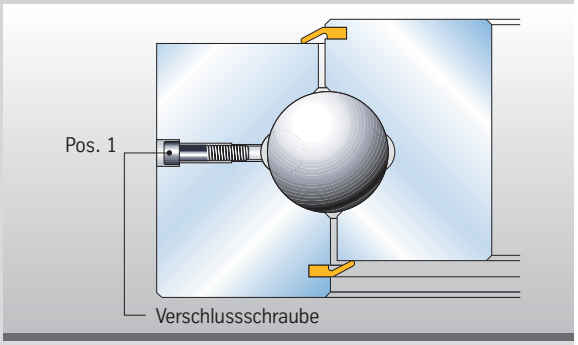


Bild 13: Einreihiges Kugellager mit Fettentnahmebohrung

Die Fettproben müssen aus der Hauptbelastungszone entnommen werden.

Die für die Probenentnahme ausgewählte Verschlussschraube (M16 EN ISO 4762) wird entfernt (Bilder 12 und 13), Position 1 und ggf. gegenüber, Position 2.

Vor Entnahme der Fettprobe ist der mitgelieferte Schlauch, geringfügig länger als die Gesamtlänge der Fettentnahmebohrung, schräg (45°) abzuschneiden. Der Schlauch wird bis in den Laufbahnbereich in die entsprechende Bohrung eingeführt (Bild 14).

Dabei muss die 45°-Schnittfläche entgegen der Drehrichtung positioniert werden (Bild 15).

Die Entnahmebohrungen sind mit den Verschlussschrauben wieder zu verschließen.

Nach der Fettentnahme werden beide Schlauchenden mit den Plastikkappen verschlossen.

Die Fettprobe wird nummeriert und in die gekennzeichnete Probenbox abgelegt.

Die Probenbox wird mit den notwendigen Informationen (siehe Fettprobenentnahmeset, Bild 11, Seite 32) auf der Oberseite versehen.

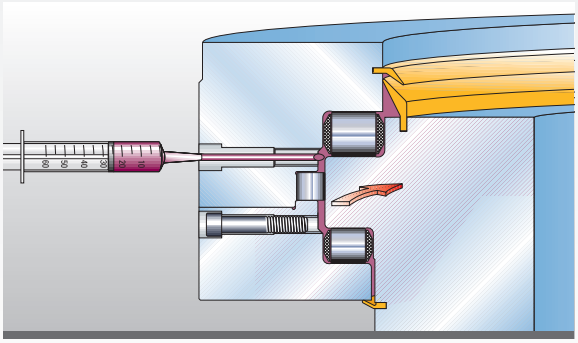


Bild 14: Entnahme

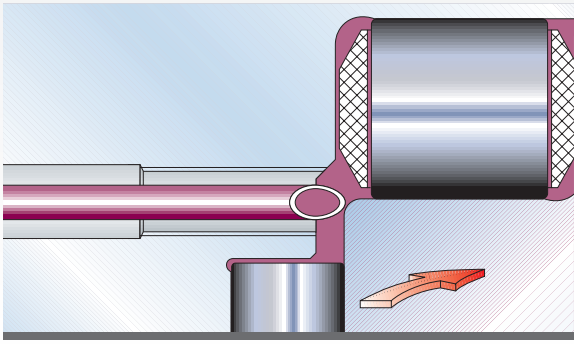


Bild 15: Detailausschnitt Entnahme

Lager ohne Fettentnahmebohrungen
Wenn keine Fettentnahmebohrungen am Lager vorgesehen sind, werden eine oder mehrere Fettproben an der Dichtung entnommen. Dieser Bereich wird in Nähe eines Schmiernippels gereinigt. Bevorzugt sollte die Entnahme im Hauptarbeitsbereich und/oder 180° versetzt, erfolgen.

Während der Nachschmierung an dem o.g. Schmiernippel (ohne Drehung des Lagers) wird das erste austretende Fett an der Dichtlippe entnommen (Bild 16). Eine Menge von 3 ccm ist ausreichend.

Hinweis Achten Sie bitte auf eine sorgfältige Entnahme, ansonsten erhalten Sie eine Ergebnisverfälschung durch Verunreinigung.

Bild 16: Fettentnahme an der Dichtlippe

Fe-Grenzwerte
Ein Grenzwert für zulässige Fe-Kontaminierung des Schmierstoffs ist im starken Maß von den Betriebsparametern und Nachschmierintervallen abhängig. Je nach Einsatzfall kann der Wert bis zu 20 000 ppm betragen.

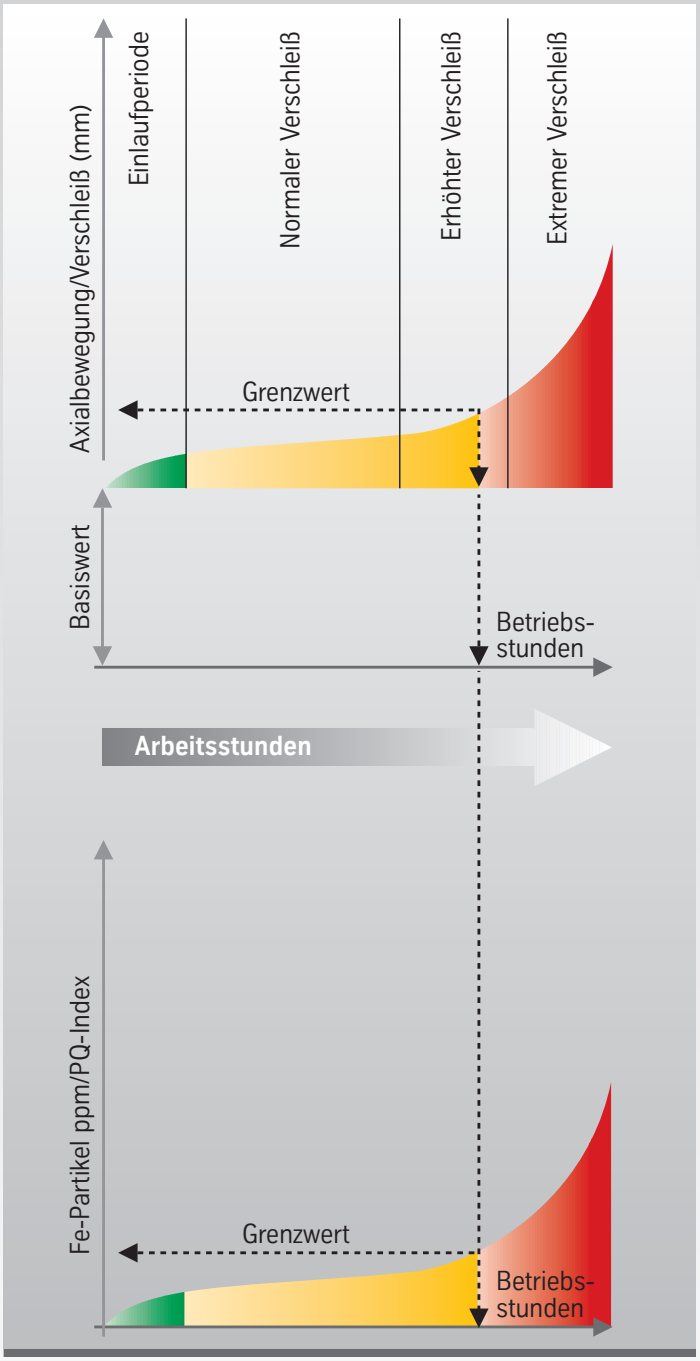


Bild 17: Verschleißkurven

Verschleißkurven
Das Diagramm zeigt die Verschleißzunahme, bzw. Fe-Partikel- und PQ-Index-Zunahme in Abhängigkeit von den Betriebsstundenzahlen (Bild 17).

Für Standardanwendungsfälle siehe Werte in den Tabellen 4 – 6, Seite 29. Bei Erreichen der Grenzwerte bitte ThyssenKrupp Rothe Erde kontaktieren.

Tabelle 7: Messtabelle

Kunde:			Anwendung:			Standort:		
ThyssenKrupp Rothe Erde Zeichnungsnummer:			ThyssenKrupp Rothe Erde Auftragsnummer:			Fertigungsjahr:		
Datum								
Betriebsstunden	0							
Messpunkt	Basis-messung	1	2	3	4	5	6	7
			Wiederholungsmessung (alle 12 Monate)					
1 Hauptbelastungsbereich								
1 180° gegenüber								
2 Hauptbelastungsbereich								
2 180° gegenüber								
3 Hauptbelastungsbereich								
3 180° gegenüber								
4 Hauptbelastungsbereich								
4 180° gegenüber								
Fettentnahmenummer / Fe-Partikel ppm/ PQ-Index 1								
2								
3								
4								
5								
Fett								
Schmiersystem Menge/Intervall								
Bemerkungen								

Die Mess- und Analysewerte sowie die lagerspezifischen Infomationen sollten in eine separate Tabelle (siehe Tabelle 7) eingetragen und ThyssenKrupp Rothe Erde zur Verfügung gestellt werden. Die Probenbox bitte an ThyssenKrupp Rothe Erde senden.

ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Service
Beckumer Straße 87
59555 Lippstadt
service.rotheerde@thyssenkrupp.com

ThyssenKrupp Rothe Erde sendet die Fettproben an ein geprüftes und qualifiziertes Labor.

Vorteil Kurze Bearbeitungszeit und Informationsaufgabe per E-Mail zu dem Analyseergebnis sowie der Verschleißmessung.

Fordern Sie das
Fettprobenentnahmeset
unter folgender Adresse an:

ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Tremoniastraße 5–11
44137 Dortmund
Telefon (0231) 186-0
Telefax (0231) 186-2500
sales.rotheerde@thyssenkrupp.com

Entsorgung nach Gebrauchsende

HINWEIS

Bei der Entsorgung können Gefahren für die Umwelt entstehen
- Abfallrichtlinien beachten
- Nationale Rechtsvorschriften beachten

Lager nach Gebrauchsende demontieren. Fett, Dichtungen und Kunststoffteile entsprechend den gültigen Abfallrichtlinien entsorgen. Lagerringe und Wälzkörper sind der stofflichen Verwertung (Material Recycling) zuzuführen.

Montage · Graissage · Entretien (MGE)

Non valable pour les couronnes accompagnées de notices MGE spécifiques ; en cas de livraison de pièces de rechange, contacter impérativement le constructeur de l'installation pour tout ce qui concerne le montage, le graissage et l'entretien.

ThyssenKrupp Rothe Erde offre un service très large dans le domaine de la couronne d'orientation (voir la brochure intitulée Rothe Erde® Slewing Bearing Service ou se rendre sur notre site www.thyssenkrupp-rotheerde.com).

Transport et manutention

DANGER

Danger de mort – Charge en suspension

- NE PAS se placer sous la charge
- Choisir des moyens d'élingage adéquats
- Choisir des moyens de levage adéquats
- Les trous de transport adéquats sont représentés sur le dessin de la couronne

Comme tout composant de machine, une couronne d'orientation doit être manipulée avec soin. Le transport et le stockage doivent par conséquent se faire exclusivement en position horizontale. Sur ces couronnes, insérer des anneaux de manutention ou des consoles à équerres dans les trous prévus pour le transport ou les trous de fixation. Dans certains cas particuliers comme par exemple le transport en position oblique, il faut prévoir une entretoise intérieure (croix de transport). Il faut bien entendu inclure le poids de la caisse ou de la palette dans celui de la couronne. Les chocs radiaux doivent absolument être évités.

Stockage

REMARQUE

Surface sensible

- Ne pas ouvrir l'emballage avec un couteau tranchant
- La surface risque d'être endommagée

Environ 6 mois dans un lieu de stockage couvert. Environ 12 mois dans des locaux tempérés (plus de 12 °C) et fermés. Le stockage à l'air libre est interdit.

Des durées de stockage plus longues requièrent une protection spéciale. Après une période de stockage prolongée des couronnes, un phénomène d'aspiration peut se produire au niveau de la lèvre des joints et ainsi entraîner une hausse du couple de frottement. En soulevant légèrement avec précaution la lèvre du joint sur toute la circonférence au moyen d'un outil non coupant et en tournant la couronne plusieurs fois à 360° dans les deux sens, le couple de frottement diminuera et reviendra à sa valeur normale.

Etat de livraison

- Système de roulement
  Les couronnes d'orientation sont livrées remplies avec l'une des graisses figurant dans le tableau N° 3 (voir page 41). Se référer à ce dernier si aucun type de lubrifiant particulier ni de quantité spéciale de graisse ne sont prescrits).

- Surfaces extérieures
  Les surfaces extérieures sont protégées avec du Cortec VpCI 369/H10.

- Denture
  La denture n'est pas graissée. Le traitement de celle-ci est le même que celui des surfaces extérieures.

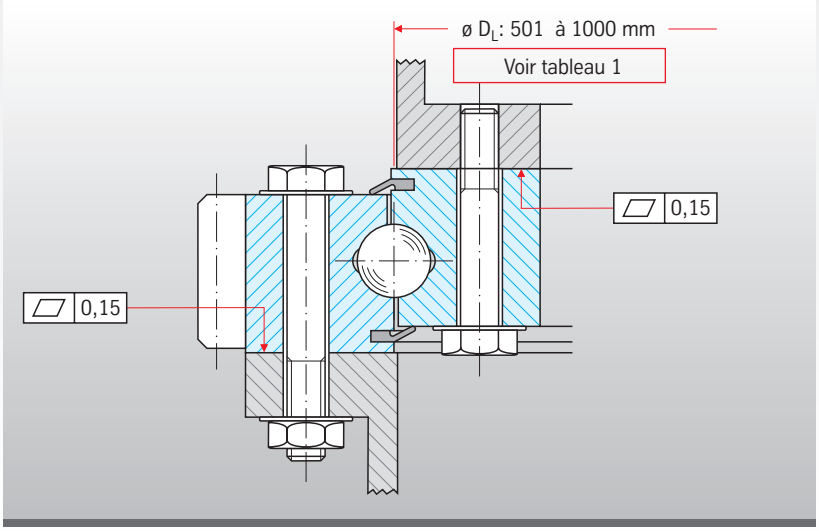


Figure 1 : Exemple illustrant l'écart de planéité selon la norme DIN EN ISO 1101

Montage · Graissage · Entretien (MGE)
Non valable pour les couronnes accompagnées de notices MGE spécifiques ;
en cas de livraison de pièces de rechange, contacter impérativement le constructeur
de l'installation pour tout ce qui concerne le montage, le graissage et l'entretien.

Montage

⚠ REMARQUE

Certains agents conservateurs peuvent entraîner des irritations cutanées

- Porter des gants lors de l'enlèvement
- Observer les autres documents applicables fournis par le fabricant

⚠ DANGER

Risque d'écrasement à la dépose de la charge

- Avant de la déposer, contrôler l'emplacement prévu
- Vérifier qu'aucun collaborateur ne s'y trouve

Le montage d'une couronne exige impérativement une surface d'appui plane, exempte de graisse et d'huile. Éliminer toutes perles de soudures, bavures, traces de peinture ou d'éventuelles aspérités. Les bagues des couronnes doivent être complètement soutenues par les constructions d'appui.

ThyssenKrupp Rothe Erde recommande une vérification des constructions d'appui à l'aide d'un niveau ou d'un appareil laser (prestation que propose ThyssenKrupp Rothe Erde). Les écarts admissibles de planéité indiqués dans le tableau n° 1 sont à respecter. La formation de « pics » sur de petits secteurs est à éviter. En d'autres termes, une courbe ne pourra présenter qu'une seule fois une ascension et une descente régulières dans la plage de 0° à 180°.

Tableau 1 : Écart de planéité admissible des surfaces d'appui, selon la norme DIN EN ISO 1101

Diamètre de roulement Ø in mm D_L	Planéité selon la norme DIN EN ISO 1101 pour chaque surface d'appui, en mm pour		
	BF 01 Couronnes d'orientation à 2 rangées de billes BF 08 Mouvement axial	BF 06 Couronnes d'orientation à 1 rangée de billes contact quatre points BF 09 – Double contact quatre point BF 25, 23, 28 Appuis profilés*	BF 19 BF 13 Couronnes d'orientation à rouleaux BF 12 Appui combiné
jusqu'à 500	0,15	0,10	0,07
jusqu'à 1000	0,20	0,15	0,10
jusqu'à 1500	0,25	0,19	0,12
jusqu'à 2000	0,30	0,22	0,15
jusqu'à 2500	0,35	0,25	0,17
jusqu'à 4000	0,40	0,30	0,20
jusqu'à 6000	0,50	0,40	0,30
jusqu'à 8000	0,60	0,50	0,40

BF est l'abréviation indiquant la forme de construction de la couronne se référant aux deux premiers chiffres du numéro de plan.
Les valeurs admissibles du tableau 1 ne devront pas être appliquées pour les modèles spéciaux utilisés comme couronnes de précision, avec précision de roulement élevée et faible jeu de palier, prière de consulter ThyssenKrupp Rothe Erde : www.thyssenkrupp-rotheerde.com
*) Pour les couronnes classiques de type de construction BF 25, BF 23, des valeurs doublées peuvent être admises.

Montage · Graissage · Entretien (MGE)
Non valable pour les couronnes accompagnées de notices MGE spécifiques ;
en cas de livraison de pièces de rechange, contacter impérativement le constructeur de l'installation pour tout ce qui concerne le montage, le graissage et l'entretien.

En cas de dépassement de ces valeurs, un réusinage des surfaces de raccord des couronnes sera nécessaire. La position de montage des couronnes d'orientation doit correspondre au dessin.

La couche de protection peut être éliminée à l'aide d'un produit de nettoyage alcalin. Le solvant ne doit ni être en contact avec les joints ni entrer à l'intérieur de la couronne. La denture et les surfaces d'appui supérieure et inférieure de la couronne d'orientation doivent être débarrassées de leur couche de protection.

Remarque La couche de protection peut s'éliminer facilement, par ex. à l'aide d'un nettoyant alcalin biodégradable.

Avantage Élimination rapide de la couche de protection sans grand impact sur l'environnement.

Joint de trempe
La partie non trempée entre le début et la fin de la piste ayant reçu un traitement thermique est marquée par un « S ». Celui-ci est poinçonné sur le diamètre intérieur ou extérieur de chaque bague de la couronne d'orientation. Sur une bague dentée, le joint de trempe est marqué sur la surface axiale. Le joint de trempe repéré par la lettre « S » doit être positionné en dehors de la zone la plus chargée. Si la zone de travail principale est connue pour ce cas d'application, la partie du joint de la bague sollicitée sur sa circonférence sera également en dehors de la zone la plus chargée.

Denture

⚠ DANGER

Risque d'écrasement dû aux roues dentées à découvert
- Ne pas intervenir dans la zone d'action

Il est impératif de garantir un jeu de flanc à flanc de dent correspondant au minimum à 0,03–0,04 x le module à l'endroit où se trouvent les trois dents marquées par un repère vert. Après avoir serré à fond la couronne, procéder impérativement à une nouvelle vérification de ce jeu sur toute la circonférence. Sur le pignon, prévoir un arrondissement des arêtes au sommet des dents (voir le chapitre « Gearing » dans le catalogue Rothe Erde® Slewing Bearings ou visiter le site www.thyssenkrupp-rotheerde.com).

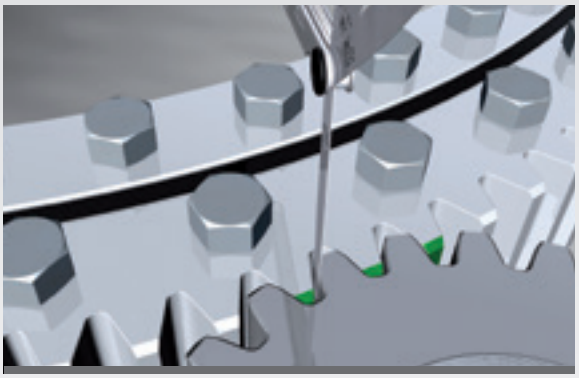


Figure 2: mesure du jeu des flancs de dents

Montage · Graissage · Entretien (MGE)

Non valable pour les couronnes accompagnées de notices MGE spécifiques ;
en cas de livraison de pièces de rechange, contacter impérativement le constructeur
de l'installation pour tout ce qui concerne le montage, le graissage et l'entretien.

Tableau 2

Diamètre de la vis/ du filetage	Diamètre de perçage mm	Couple de serrage en Nm pour vis d'une classe de résistance $\mu_G \approx \mu_K = 0{,}14$	
		pour tendeur hydraulique + électrique M_d	pour clé dynamo M_d
	DIN EN 20273	10.9	10.9
M 12	14	137	123
M 14	16	218	196
M 16	17,5	338	304
M 18	20	469	422
M 20	22	661	594
M 24	26	1136	1022
M 27	30	1674	1506
M 30	33	2274	2046
		Qualité 8	**Qualité 8**
UNC 5/8" – 11	18	286	260
UNC 3/4" – 10	21	506	460
UNC 7/8" – 9	25	803	730
UNC 1" – 8	27,5	1210	1100
UNC 1 1/8" – 7	32	1716	1560
UNC 1 1/4" – 7	35	2410	2190
		Qualité 8	**Qualité 8**
UNF 5/8" – 18	18	320	290
UNF 3/4" – 16	21	560	510
UNF 7/8" – 14	25	902	820
UNF 1" – 12	27,5	1330	1210
UNF 1 1/8" – 12	32	1936	1760
UNF 1 1/4" – 12	35	2685	2440

Serrage des vis/Raccords vissés

Les trous des vis dans la couronne doivent coïncider avec ceux des constructions d'appui au risque sinon d'obtenir un gauchissement non admissible. Les perçages sont à réaliser selon la norme DIN EN 20 273, valeurs moyennes – voir Tableau 2.

Montage · Graissage · Entretien (MGE)
Non valable pour les couronnes accompagnées de notices MGE spécifiques ;
en cas de livraison de pièces de rechange, contacter impérativement le constructeur de l'installation pour tout ce qui concerne le montage, le graissage et l'entretien.

Vis de fixation
Vis de fixation, écrous et rondelles (sans traitement de surface), normalement de classe 10.9 selon DIN ISO 267. Respecter impérativement le diamètre et le nombre prévus. Serrer avec précaution les vis en croix aux valeurs prescrites, le tableau n° 2 à la page 39 indiquant quelques valeurs de référence. La pression superficielle sous la tête du boulon ou de l'écrou ne doit en aucun cas dépasser les valeurs limites admissibles (voir le chapitre « Fastening bolts » du catalogue Rothe Erde® Slewing Bearings ou visiter le site ou www.thyssenkrupp-rotheerde.com), pour la longueur minimale de serrage également). En cas de dépassement, prévoir des rondelles correspondant à la taille et à la résistance mécaniques requises. Pour les trous taraudés borgnes, la profondeur de vissage minimale devra être garantie. En cas de serrage avec un vérin hydraulique, observer pour les vis et les boulons d'entretoise les préconisations requises et utiliser les rondelles correspondante (voir le chapitre « Bolts » dans le catalogue Rothe Erde® Slewing Bearings ou visiter le site www.thyssenkrupp-rotheerde.com).

La détermination des couples de serrage ne dépend pas que de la qualité des vis ou du procédé de serrage, mais aussi des frottements au niveau du filetage et des surfaces d'appui entre la tête de la vis et l'écrou. Les valeurs indiquées dans le tableau n° 2 de la page 39 représentent avant tout des ordres de grandeur qui concernent des filetages et des surfaces d'appui légèrement huilés.

Un filetage bien huilé demande un couple de serrage moins important qu'un filetage sec. Les valeurs peuvent par conséquent beaucoup varier, en particulier quand il s'agit de vis supérieures à M 30 ou 1¼". À partir de cette taille, nous recommandons fortement d'utiliser avant tout un cylindre hydraulique. En cas de risque de glissement trop important de la couronne sur ses constructions d'appui, un traitement avec un produit améliorant le co-efficient de frottement ou une liaison mécanique adéquat(e) s'impose. Un soudage des couronnes d'orientation est à proscrire.

Graissage et Maintenance
Les buses de graissage doivent toutes être accessibles ; prévoir éventuellement des conduits pour la graisse. ThyssenKrupp Rothe Erde recommande des graissages automatiques centralisés. Le premier graissage du système de roulement et de la denture est à effectuer immédiatement après le montage. Pour ce faire, comme pour chaque graissage ultérieur, utiliser les lubrifiants indiqués dans le tableau n° 3 à la page 41. Ces graisses de chemins de roulement sont exclusivement de type KP 2 K ; il s'agit en fait d'huiles minérales saponifiées de classe énergétique NLGI classe 2, à base de lithium et avec des additifs EP. Les graisses destinées aux chemins de roulement, mentionnées dans le tableau n° 3 à la page 41, sont miscibles entre elles. Les lubrifiants sont désignés par ordre alphabétique. Le graissage réduit les frottements, joue un rôle de protection anti corrosion et contribue à l'étanchéité.

Il ne faut donc pas hésiter à graisser généreusement et à former un cordon de graisse fraîche le long du joint et sur le pourtour des fentes entre les deux bagues de la couronne. Tourner cette dernière lors du graissage, ou à défaut, la faire pivoter suffisamment.

Lubrifiants

⚠ PRUDENCE

Certains lubrifiants peuvent entraîner des irritations cutanées
- Porter des gants lors de la manipulation de lubrifiants
- Observer les autres documents applicables fournis par le fabricant

Toute question relative aux lubrifiants doit être clarifiée avec le fabricant respectif.

Les graisses mentionnées dans le tableau n° 3 de la page 41 sont approuvées pour nos couronnes et contrôlées en termes de compatibilité avec les matériaux constituant les pièces intercalaires et les joints. Cette liste de graisses n'est pas exhaustive.

Montage · Graissage · Entretien (MGE)
Non valable pour les couronnes accompagnées de notices MGE spécifiques ;
en cas de livraison de pièces de rechange, contacter impérativement le constructeur de l'installation pour tout ce qui concerne le montage, le graissage et l'entretien.

Tableau 3 : Lubrifiants

ARAL	●	Aralub HLP 2	243 K à 393 K (−30 °C à +120 °C)
	▲	Castrol Molub-Alloy OG 936 SF Heavy	243 K à 373 K (−30 °C à +100 °C)
Castrol	●	Spheerol EPL 2	253 K à 413 K (−20 °C à +140 °C)
	▲	Castrol Molub-Alloy OG 9790/2500-0	253 K à 363 K (−20 °C à +90 °C)
KLÜBER LUBRICATION	●	Centoplex EP 2	253 K à 403 K (−20 °C à +130 °C)
	▲	Grafloscon C-SG 0 ultra	243 K à 473 K (−30 °C à +200 °C)
LUBRITECH	●	Lagermeister EP 2	253 K à 403 K (−20 °C à +130 °C)
	▲	Ceplattyn KG 10 HMF	263 K à 413 K (−10 °C à +140 °C)
Mobil	●	Mobilux EP 2	253 K à 393 K (−20 °C à +120 °C)
	▲	Mobilgear OGL 461	253 K à 393 K (−20 °C à +120 °C)
Shell	●	Gadus S2 V220 2	248 K à 403 K (−25 °C à +130 °C)
	▲	Gadus S2 OGH NLGI 0/00	263 K à 473 K (−10 °C à +200 °C)
TOTAL	●	Multis EP 2	248 K à 393 K (−25 °C à +120 °C)
	▲	Copal OGL 0	248 K à 423 K (−25 °C à +150 °C)

● Graisse pour chemin de roulement
▲ Graisse pour denture

En cas d'utilisation d'autres lubrifiants, il faudra demander la confirmation du fabricant, Les propriétés doivent, au minimum, correspondre à celles des graisses indiquées au tableau 3 et la compatibilité avec les matériaux que nous employons doit être avérée. Si un graissage automatique est utilisé, le fabricant de la graisse doit con-firmer sa compatibilité. Lors d'une utilisation à basses températures, il faut lubrifier avec des graisses spéciales.

Les lubrifiants sont des produits dangereux pour l'eau. Ils ne doivent en aucun cas s'écouler dans le sol ni dans la nappe phréatique, les cours d'eau ou les canalisations.

Montage · Graissage · Entretien (MGE)
Non valable pour les couronnes accompagnées de notices MGE spécifiques ;
en cas de livraison de pièces de rechange, contacter impérativement le constructeur
de l'installation pour tout ce qui concerne le montage, le graissage et l'entretien.

Graissage du système de roulement
Le graissage doit toujours se faire avec la couronne en rotation, ou par défaut, en pivotement suffisant, jusqu'à ce que de la graisse fraîche sorte par la lèvre des joints ou par le labyrinthe. Il incombe au personnel d'entretien, en procédant à un contrôle ciblé de l'état de lubrification des chemins de roulement, de déterminer correctement pour chaque couronne la consommation nécessaire et à quels intervalles. En conditions extrêmes, par exemple sous les tropiques, sous des climats très humides, dans un environnement très sale et poussiéreux, avec des variations fortes de températures, etc., les quantités de graisses à injecter doivent être augmentées et les intervalles réduits.

En ce qui concerne les couronnes montées sur les éoliennes ou celles embarquées sur des engins ferroviaires ou routiers, les instructions spécifiques prévalent.

Dans le cas de couronnes partiellement montées, ou en cas d'arrêt machine entre le montage de la couronne et la mise en service de l'installation, il est important de prévoir un entretien approprié au plus tard au bout de 3 mois et par la suite, à trois mois d'intervalles. Cela peut être par exemple par un regraissage, la couronne se trouvant en rotation ou en pivotement suffisant. Avant et après des interruptions prolongées de l'installation, un nouveau graissage est absolument indispensable.

Nettoyage de l'appareil
Lors du nettoyage de l'appareil, veiller particulièrement à ce qu'aucun produit de lavage ne vienne endommager les joints ou ne pénètre à l'intérieur des chemins de roulement.

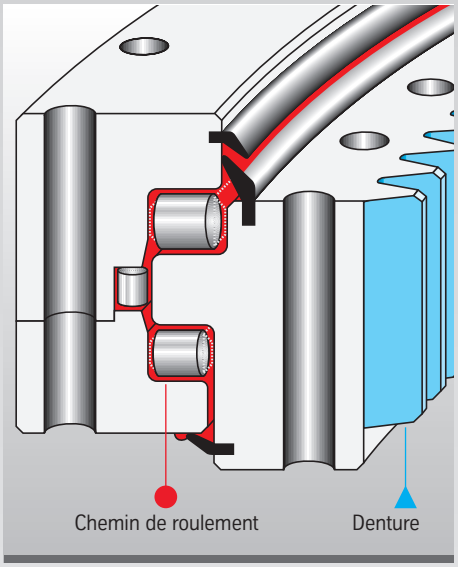


Figure 3

Graissage de la denture
Nous recommandons un graissage automatique de la denture. Les flancs des dents doivent constamment être recouverts d'un film de graisse suffisant. Il incombe également au personnel d'entretien, par un contrôle ciblé de l'état de la graisse de la denture, de déterminer au cas par cas la consommation nécessaire et les intervalles requis.

Remarque Un graissage de qualité est absolument indispensable pour le système de roulement et la denture. C'est la seule manière de garantir une durée d'utilisation satisfaisante.

Avantage Une gestion optimale des lubrifiants et des intervalles augmente la disponibilité de l'installation.

Contrôle des vis
Il faut s'assurer pendant toute la vie de la couronne d'orientation que les boulons présentent une force de précontrainte suffisamment élevée. Par expérience, il est recommandé de procéder au resserrement des vis en respectant parfaitement le couple de serrage et la force de précontrainte prescrits, afin de compenser les phénomènes de tassement.

Montage · Graissage · Entretien (MGE)
Non valable pour les couronnes accompagnées de notices MGE spécifiques ;
en cas de livraison de pièces de rechange, contacter impérativement le constructeur de l'installation pour tout ce qui concerne le montage, le graissage et l'entretien.

Contrôle du système de roulement

⚠ DANGER

Risque d'accident et danger de mort en cas de dépassement des limites d'usure maximales admissibles

- Mettre l'appareil hors service lorsque les limites d'usure sont atteintes

CONSIGNES DE SÉCURITÉ

- En service, s'assurer que limites d'usure de la couronne ne soient pas atteintes. En ce qui concerne d'autres informations (croquis / procédures), voir www.thyssenkrupp-rotheerde.com.
- Déterminer régulièrement l'usure survenue et la consigner sur document
- La procédure à suivre est décrite dans le manuel
- En cas de questions non éclaircies, prière de consulter ThyssenKrupp Rothe Erde.

Lors de la mise en service, nous recommandons de procéder à une mesure du jeu de renversement ou de l'affaissement (voir le chapitre « Bearing inspection » dans le catalogue Rothe Erde® Slewing Bearings ou visiter le site www.thyssenkrupp-rotheerde.com). S'assurer impérativement que les limites d'usure de la couronne ne soient pas atteintes. Nous recommandons de réitérer cette mesure à des périodicités adéquates. On peut, en outre, prélever un échantillon de graisse usagée pour analyse.

Contrôle des joints
Contrôler les joints au moins tous les 6 mois en les remplaçant impérativement s'ils sont détériorés

Service d'assistance de ThyssenKrupp Rothe Erde
Afin de garantir un service continu et sans accroc de nos couronnes d'orientation, nous vous proposons les services suivants :

Montage
- Évaluation des surfaces d'appui / mesure au laser
- Montage de la couronne
- Mesure de référence
- Mise en service

Maintenance et inspection
- Mesure de l'usure
- Contrôle des vis
- Analyse des lubrifiants
- Remplacement des joints

Remise en état
- Réparation
- Révision générale

Divers
- Formations
- Assistance technique

Inspection des couronnes

Prévenir les dommages
Les mesures d'usure permettent une détection précoce de problèmes techniques avant que ces derniers ne provoquent des immobilisations imprévues de l'installation. Des frais de remise en état et des pertes de production coûteuses pourront être ainsi évités. Aussi recommandons-nous, pour évaluer l'état des couronnes, de mesurer régulièrement leur usure.

L'usure du système de roulement se remarque par une modification du mouvement axial ou par un affaissement. Cette augmentation de l'usure peut être déterminée, selon le cas d'application ou l'exécution de la couronne, en procédant à des mesures du jeu de renversement ou de l'affaissement.

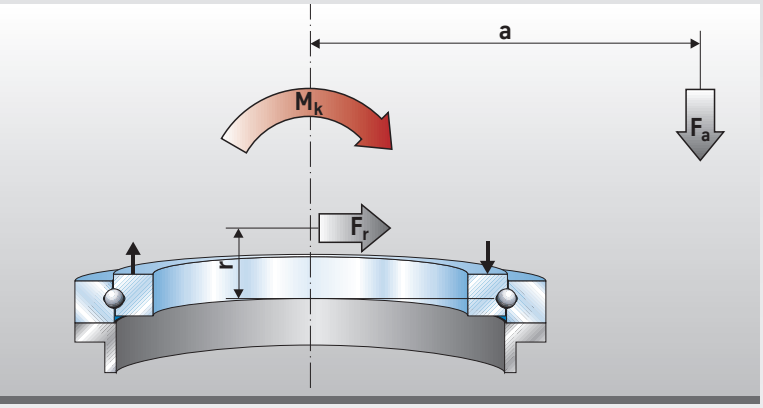


Figure 4 : Principe de sollicitation de la mesure du jeu de renversement (mouvement axial)

Figure 5 : Principe de base de la mesure du jeu de renversement

Mesure du jeu de renversement
Afin de déterminer l'usure, nous recommandons si possible de mesurer le jeu de renversement. La Figure 4 présente le principe de sollicitation pour une mesure de ce type.

La mesure sera effectuée entre la construction d'appui inférieure et la bague de couronne fixée à la construction supérieure (Figure 5). Afin de réduire au maximum l'effet de déformation élastique de la construction d'appui, la mesure devra se faire aussi près que possible du système de roulement de la couronne.

La procédure sera exécutée de la manière suivante :
- réalisation d'une mesure de référence lors de la mise en service
- marquage des points de mesure sur la circonférence à partir d'une position définie
- réglage du point zéro sur les comparateurs, lesquels doivent présenter une précision de mesure de 0,01 mm en appliquant d'abord le couple maximal de rotation inversée. Ensuite, générer un couple de renversement avant, en soulevant une charge le cas échéant.
- réitération de la mesure dans les positions de mesure marquées après le pivotement de la construction supérieure
(voir tableau n° 7 à la page 51).

Augmentation maximale admissible des jeux (usure uniforme)
Pour certains cas d'applications (prière de consulter ThyssenKrupp Rothe Erde), ces augmentations de jeux ne sont pas admises, par exemple. couronne d'orientation pour manèges 50 % des valeurs stipulées.

Tableau n° 4 : BF* 01, 08 (couronnes d'orientation à deux rangées de billes / roulement à billes axial)

Procédé de mesure	Diamètre des billes en mm										
	18	20	22	25	30	35	40	45	50	60	70
	Valeurs d'usure maximales admissibles jusqu'à (mm)										
Mesure de l'affaissement	1,8				2,2		3,0			3,8	
Mesure du jeu de renversement	2,5				3,0		4,0			5,0	

*BF = forme de construction (voir Index ou www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

Tableau n° 5 : BF* 06, 09, 25, 23, 28 (couronnes d'orientation à billes / appuis profilés)

Procédé de mesure	Diamètre des billes en mm									
	20	22	25	30	35	40	45	50	60	70
	Valeurs d'usure maximales admissibles jusqu'à (mm)									
Mesure de l'affaissement	1,6			2,0			2,6			3,3
Mesure du jeu de renversement	2,0			2,6			3,2			4,0

*BF = forme de construction (voir Index ou www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

Tableau n° 6 : BF* 12, 13, 19 (couronnes d'orientation à rouleaux)

Procédé de mesure	Diamètre des rouleaux en mm													
	16	20	25	28	32	36	40	45	50	60	70	80	90	100
	Valeurs d'usure maximales admissibles jusqu'à (mm)													
Mesure de l'affaissement	0,8		1,2			1,6			2,0			2,4		
Mesure du jeu de renversement	1,4		2,0			2,8			3,5			4,2		

*BF = forme de construction (voir Index ou www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

Contrôle de la denture
Des phénomènes de lissage au rodage et d'usure de la denture peuvent se produire au cours de l'utilisation. La valeur limite d'usure admissible dépend fortement du cas d'application. L'expérience a montré que l'usure admissible pouvait atteindre jusqu'à 0,1 fois le module par flanc de dent.

Mesure de l'affaissement
Si la mesure du jeu de basculement n'est pas possible, nous recommandons la mesure de l'affaissement. Le centre de gravité résultant des combinaisons des charges doit alors se situer au sein du diamètre de roulement de la couronne. Le principe de sollicitation est représenté sur la Figure 6.

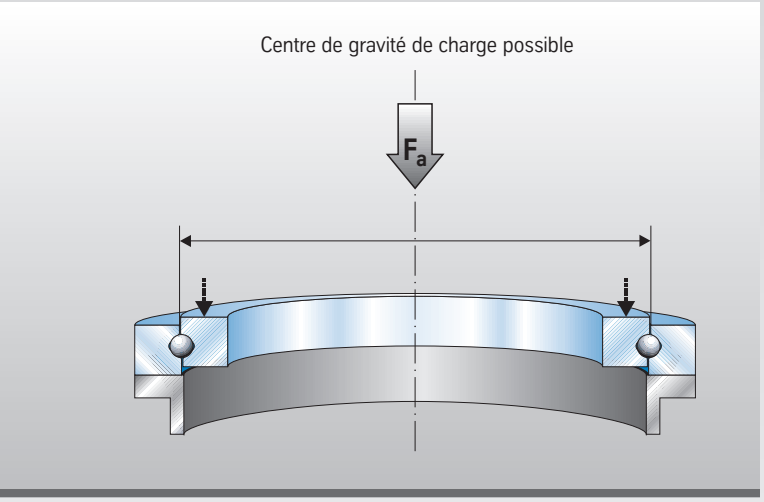


Figure 6 : Principe de sollicitation de la mesure d'affaissement

La mesure sera effectuée entre la construction d'appui inférieure et la bague de couronne fixée sur la construction d'appui supérieure (Figures 7, 8). Le déroulement est similaire à celui de la mesure du jeu de renversement :

- Là aussi, des valeurs de référence sont définies à la mise en service de l'appareil.
- À partir d'une position définie, les points de mesure sont marqués sur la circonférence.

Après avoir vérifié les vis de fixation de la couronne, la mesure du jeu de renversement ou de l'affaissement devra être réitérée à intervalles adéquats et dans des conditions identiques. La différence respective par rapport à la mesure de référence indique l'usure survenue entre-temps. Si les valeurs d'usure augmentent, il convient de mesurer à des intervalles plus rapprochés.

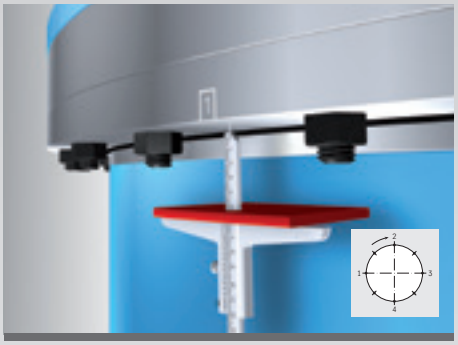


Figure 7 : Principe structurel de la mesure d'affaissement avec un pied à coulisse de profondeur

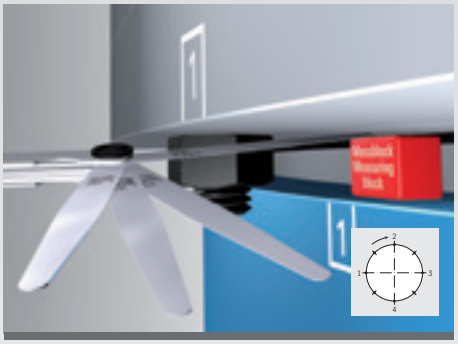


Figure 8 : Principe structurel de la mesure d'affaissement avec une jauge d'épaisseur

Avantage Cette évaluation sans équivoque de l'état de la couronne permet de remplacer en temps utile les pièces usées.
En combinaison avec un système optimal de gestion des pièces de rechange, il est ainsi possible d'éviter des dommages et des périodes d'immobilisation prolongées.

Remarque En cas de dépassement des valeurs d'usure admissibles (Tableaux n° 4, 5 et 6 à la page 45), nous recommandons de mettre l'appareil hors service

Français

Une alternative :
Le dispositif de mesure d'usure intégré (MUI)
Afin d'améliorer toujours plus la fonctionnalité et la sécurité opérationnelle des installations, ThyssenKrupp Rothe Erde travaille sans relâche à des solutions innovantes visant à surveiller en permanence leur état. Le dispositif de mesure d'usure intégré pour couronnes d'orientation est une invention brevetée qui permet une vérification en ligne du jeu axial maximal admissible ou de l'affaissement de la couronne d'orientation.

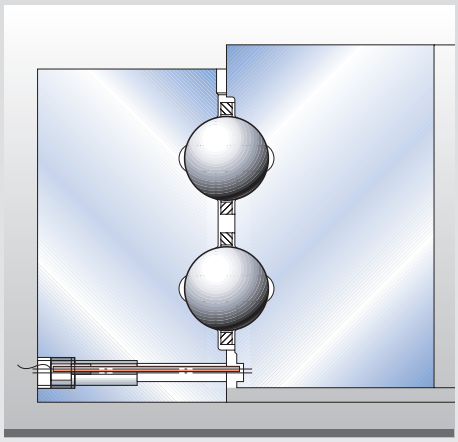


Figure 9

Avantage Il n'est pas nécessaire d'interrompre le service pour déterminer le jeu axial.

Une goupille en acier inox est prévue dans la zone de la charge au pic des chemins de roulement. Cette goupille, électriquement isolée, est montée dans une bague. La goupille s'insère dans une rainure située dans une contre-bague. Le jeu maximal admissible peut se régler avec la largeur de la rainure.

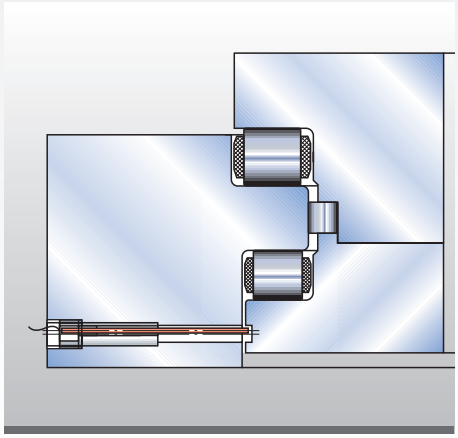


Figure 10

Si la valeur du jeu admissible est dépassée, la bague et la goupille entrent en contact. La liaison électrique de la goupille déclenche alors un signal. Ce signal indique que le décalage relatif admissible des bagues est atteint et qu'un contrôle des couronnes s'impose.

Avantage La déformation de la construction d'appui ou les propriétés élastiques des connexions vissées n'ont pas d'effet significatif sur le résultat de la mesure. Le rapprochement élastique des chemins de roulement, le jeu axial de la couronne et les écarts de planéité de la surface d'appui sont compensés. Les coûts de personnel de maintenance s'en trouvent réduits.

Figure 11 : Kit de prélèvement d'échantillon de graisse

Kit de prélèvement d'échantillon de graisse

Des échantillons de graisse usagée seront prélevés en parallèle, c'est-à-dire en même temps que les mesures d'inspection. L'analyse de la graisse usagée apporte d'autres informations sur l'état du chemin de roulement.

Couronnes avec trous de prélèvement de graisse

	⚠ PRUDENCE
	Certains lubrifiants peuvent entraîner des irritations cutanées • Porter des gants lors de la manipulation de lubrifiants • Observer les autres documents applicables fournis par le fabricant

Le kit de prélèvement d'échantillon de graisse est constitué d'un flexible en plastique, de divers capuchons, d'un dispositif d'aspiration et d'une boîte pouvant contenir au maximum 5 échantillons de graisse ainsi qu'une fiche d'information. La procédure à suivre y est décrite en détails.

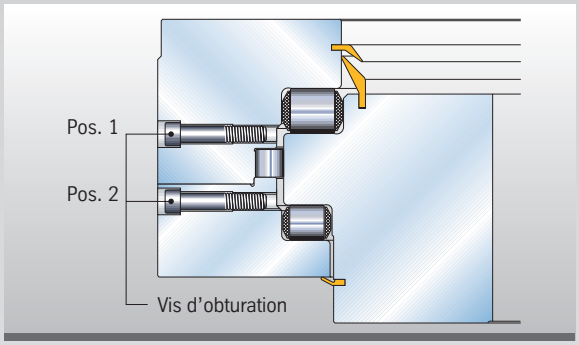


Figure 12 : Couronne d'orientation à trois rangées avec trous de prélèvement de graisse

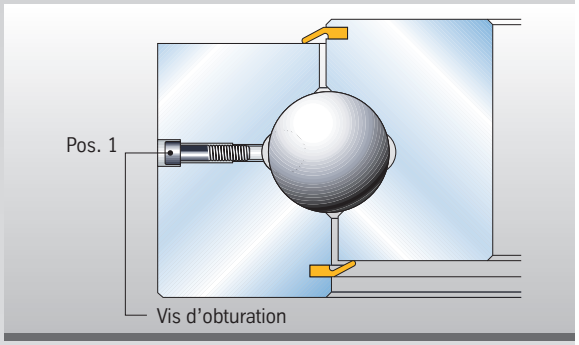


Figure 13 : Couronne d'orientation à une rangée de billes avec trou de prélèvement de graisse

Les échantillons de graisse devront être prélevés dans la zone la plus chargée.

Retirer la vis d'obturation choisie pour prélever l'échantillon (M16 EN ISO 4762) (Figures 12 et 13), position 1, et le cas échéant, position 2 à l'opposé.

Avant de prélever l'échantillon, couper en biais (à 45°) le flexible fourni à une longueur légèrement supérieure à la longueur totale du trou de prélèvement de graisse. Introduire le flexible dans le trou correspondant, jusqu'à la zone du chemin de roulement (Figure 14).

Positionner la surface sectionnée à 45° dans le sens opposé au sens de rotation (Figure 15).

Refermer les trous de prélèvement avec les vis d'obturation.

Une fois la graisse prélevée, obturer les deux extrémités du flexible avec les capuchons en plastique.

Numéroter l'échantillon de graisse et le déposer dans la boîte à échantillons étiquetée.

Inscrire sur le dessus de la boîte les informations requises (voir kit de prélèvement d'échantillon de graisse, Figure 11 page 48).

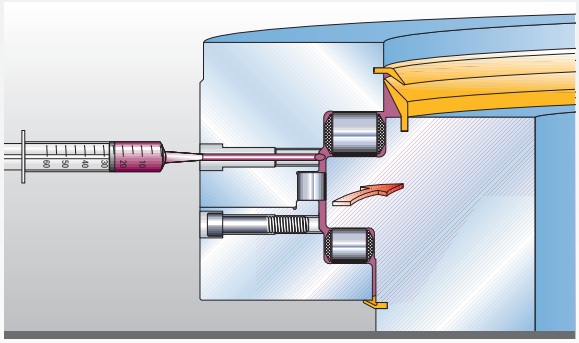


Figure 14 : Prélèvement

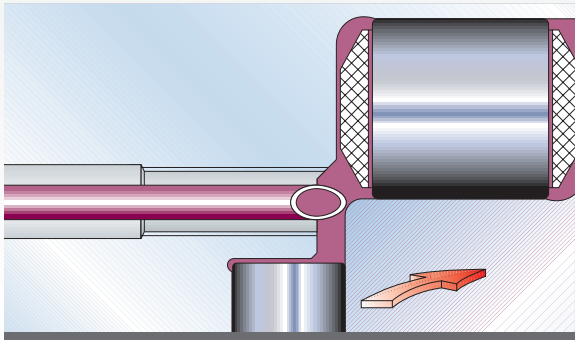


Figure 15 : Détail du prélèvement

Couronnes d'orientation sans trous de prélèvement de graisse
Si la couronne est dépourvue de trous, on prélèvera un ou plusieurs échantillons de graisse au niveau du joint. Nettoyer cette zone à proximité d'une buse de graissage. Effectuer le prélèvement de préférence dans la zone de travail principale, ou décalée de 180°.

Lors du graissage au niveau de la buse de graissage susmentionnée (sans rotation de la couronne), prélever la graisse fraîchement sortie de la lèvre des joints (Figure 16). Un volume de 3 cm³ est suffisant.

Remarque Veillez à exécuter le prélèvement avec précaution, faute de quoi le résultat risque d'être faussé à cause de la présence d'impuretés.

Figure 16 : Prélèvement de graisse au niveau de la lèvre du joint.

Valeurs limites de fer
La valeur limite admissible de contamination du lubrifiant par le fer dépend largement des paramètres de service et des intervalles de lubrification. Selon le cas d'application, la valeur pourra grimper jusqu'à 20 000 ppm.

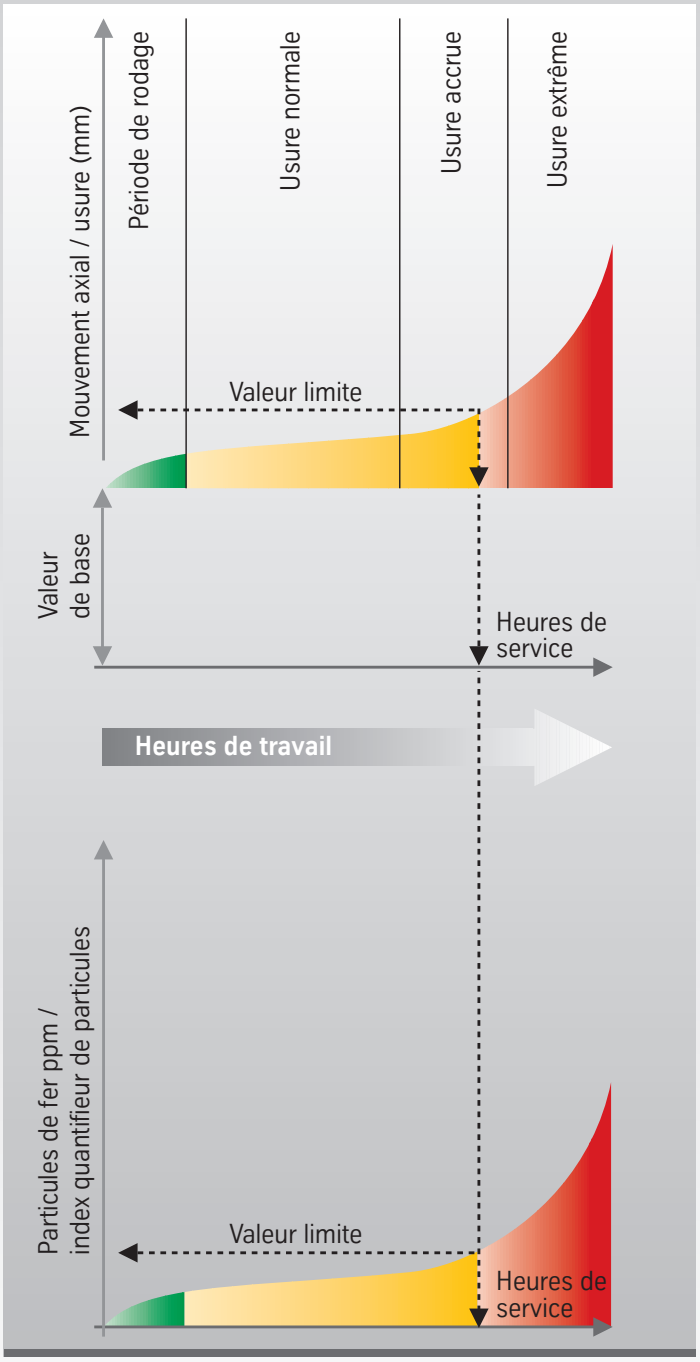


Figure 17 : Courbes d'usure

Courbes d'usure
Le diagramme montre l'augmentation de l'usure, respectivement l'augmentation des particules de fer et de l'index PQ en fonction du nombre d'heures de service (Figure 17).

Pour des cas d'applications standard, voir les valeurs aux tableaux n° 4 à 6, page 45. Prière de contacter ThyssenKrupp Rothe Erde si les valeurs limites sont atteintes.

Tableau n° 7 : Tableau de mesure

Customer:				Application:			Location:		
ThyssenKrupp Rothe Erde drawing no.:				ThyssenKrupp Rothe Erde order no.:			Year of manufacture:		
Date									
Operating hours	0								
Measuring point	Basic measurement	1	2	3	4	5	6	7	
1 Main load area									
1 180° opposite									
2 Main load area									
2 180° opposite									
3 Main load area									
3 180° opposite									
4 Main load area									
4 180° opposite									
Grease sample no. Fe particles ppm/ PQ index 1									
2									
3									
4									
5									
Grease									
Lubrication system Quantity/interval									
Comments									

Les valeurs de mesure et d'analyse, ainsi que les informations spécifiques à la couronne d'orientation, devront être consignées dans un tableau séparé (voir tableau n° 7) qui sera mis à la disposition de ThyssenKrupp Rothe Erde. Prière d'envoyer la boîte d' échantillons à ThyssenKrupp Rothe Erde.

ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Service
Beckumer Straße 87
59555 Lippstadt
service.rotheerde@thyssenkrupp.com

ThyssenKrupp Rothe Erde enverra les échantillons de graisse à un laboratoire approuvé et qualifié.

Avantage Traitement de courte durée et délivrance par courriel des informations concernant le résultat de l'analyse ainsi que la mesure de l'usure.

Demander le **kit de prélèvement d'échantillon de graisse** à l'adresse suivante:
ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Tremoniastraße 5–11
44137 Dortmund
Tél. +49 (231) 186-0
Fax +49 (231) 186-2500
sales.rotheerde@thyssenkrupp.com

Élimination après usage

REMARQUE

L'élimination peut entraîner des dangers pour l'environnement
- Respecter les directives sur le traitement des déchets
- Respecter les législations nationales

Démonter les couronnes après usage, et éliminer la graisse, les joints et les pièces en plastique selon les directives en vigueur sur le traitement des déchets. Les bagues et les corps roulants sont recyclables et à traiter en conséquence.

Montaje · Lubricación · Mantenimiento (MLM)

Instrucciones no válidas para rodamientos con especificaciones MLM especiales. En el suministro de rodamientos de repuesto es imprescindible ponerse en contacto con el fabricante del rodamiento para realizar su montaje, lubricación y mantenimiento.

ThyssenKrupp Rothe Erde ofrece un amplio servicio técnico para rodamientos de grandes dimensiones (ver impreso Rothe Erde® Slewing Bearing Service o www.thyssenkrupp-rotheerde.com).

Transporte y manejo

⚠ PELIGRO

Peligro de muerte por cargas en suspensión

- ¡NO ponerse debajo de la carga!
- Elegir el dispositivo de sujeción adecuado
- Elegir el equipo de elevación adecuado
- Los orificios de transporte adecuados vienen representados en el plano del rodamiento

Como cualquier otro componente de una máquina, los rodamientos de grandes dimensiones también requieren un cuidadoso manejo. Tanto el transporte como el almacenamiento se deben llevar a cabo exclusivamente con el rodamiento en posición horizontal. En los rodamientos que sea preciso se deberán colocar armellas/cáncamos giratorios en los orificios de transporte o fijación existentes. En casos especiales, como por ejemplo en caso de transporte inclinado, se deberán prever refuerzos interiores o crucetas de transporte. El peso del rodamiento figura en la caja o el palet. Evitar a toda costa golpes radiales.

Almacenamiento

ADVERTENCIA

Superficie delicada

- No abrir el embalaje con un cuchillo afilado porque se podría dañar la superficie
- La superficie podría resultar dañada

En espacios cubiertos se conserva durante aprox. 6 meses. En recintos cerrados y temperados (temperatura > 12 °C) aprox. 12 meses. No se permite el almacenamiento al aire libre.

Periodos de almacenamiento más prolongados requieren una conservación especial. Después de un almacenamiento prolongado del rodamiento de grandes dimensiones puede presentarse un incremento de la resistencia al giro en arranque y marcha por la succión del retén obturador. La resistencia al giro suele volver al valor normal levantando ligeramente con cuidado el retén por todo el perímetro con un objeto romo y girando la corona giratoria varias veces 360° a la izquierda y a la derecha.

Estado de entrega

- Sistema de rodadura
  Los rodamientos de grandes dimensiones se entregan lubricados con una de las grasas que figuran en la tabla 3 (página 57), salvo que se haya previsto un lubricante y cantidades determinadas de grasa.

- Superficies exteriores
  La superficies exteriores llevan protección Cortec VpCI 369/H10.

- Dentado
  El dentado no está engrasado. Se trata del mismo modo que las superficies exteriores.

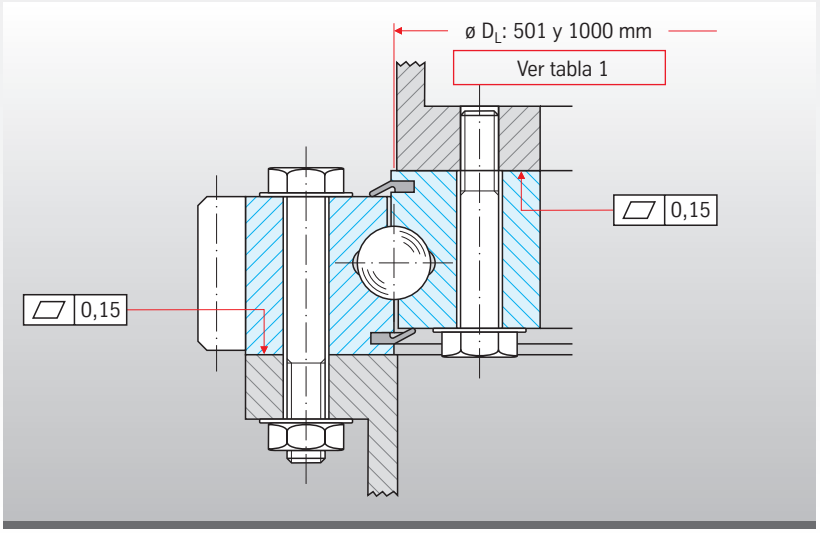


Figura 1: Ejemplo de desviación del plano conforme a DIN EN ISO 1101

Montaje · Lubricación · Mantenimiento (MLM)
Instrucciones no válidas para rodamientos con especificaciones MLM especiales. En el suministro de rodamientos de repuesto es imprescindible ponerse en contacto con el fabricante del rodamiento para realizar su montaje, lubricación y mantenimiento.

Montaje

⚠ ADVERTENCIA

Los conservantes pueden irritar la piel.
- Llevar guantes al retirarlos.
- Tener en cuenta la documentación vigente del fabricante

⚠ PELIGRO

Peligro de aplastamiento al depositar la carga
- Controlar el lugar de colocación antes de depositarla
- Asegurar que no haya empleados

Para el montaje de los rodamientos, es imprescindible disponer de una superficie de apoyo plana, libre de aceite y grasa. Eliminar a continuación perlas de soldadura, rebabas, pintura y otras irregularidades. Los aros de rodamiento deben estar asentados por completo en la estructura de apoyo.

ThyssenKrupp Rothe Erde recomienda comprobar la superficie de apoyo con un instrumento de nivelación o láser (ThyssenKrupp Rothe Erde lo ofrece como servicio). Los valores admisibles de la planeidad figuran en la tabla 1. Evitar valores pico en sectores pequeños, es decir, la evolución de los valores en el sector de 0°–180° sólo debe incrementarse o reducirse una vez de modo uniforme.

Tabla 1: Desviación admisible del plano conforme a DIN EN ISO 1101 de las superficies de apoyo

Diá. circunf. rodadura en mm D_L	Planitud conforme a DIN EN ISO 1101 por superficie de apoyo en mm para		
	BF 01 Uniones giratorias sobre bolas de dos hileras BF 08 Rodamientos axiales de bolas	BF 06 – Uniones giratorias sobre bolas de una hilera Rodamientos de cuatro apoyos BF 09 Rodamientos de cuatro apoyos dobles BF 25, 23, 28 – Rodamientos perfilados*	BF 19 BF 13 Uniones giratorias de rodillo BF 12 Rodamiento combinado
hasta 500	0,15	0,10	0,07
hasta 1000	0,20	0,15	0,10
hasta 1500	0,25	0,19	0,12
hasta 2000	0,30	0,22	0,15
hasta 2500	0,35	0,25	0,17
hasta 4000	0,40	0,30	0,20
hasta 6000	0,50	0,40	0,30
hasta 8000	0,60	0,50	0,40

BF es la abreviatura de la palabra alemana “Forma constructiva“, que hace referencia a los dos primeros dígitos del número de plano.
No se pueden aplicar los valores admisibles de la tabla 1 para modelos especiales como rodamientos de precisión con gran precisión de giro y poco juego de rodamiento, consultar con ThyssenKrupp Rothe Erde: www.thyssenkrupp-rotheerde.com
*) Para los rodamientos normales del tipo BF 25, BF 23 se admiten valores dobles.

Montaje · Lubricación · Mantenimiento (MLM)
Instrucciones no válidas para rodamientos con especificaciones MLM especiales. En el suministro de rodamientos de repuesto es imprescindible ponerse en contacto con el fabricante del rodamiento para realizar su montaje, lubricación y mantenimiento.

Si se superan estos valores será necesaria una mecanización de las superficies de asiento del rodamiento en la estructura de apoyo. La posición de montaje de los rodamientos de grandes dimensiones debe coincidir con lo indicado en el plano.

Los productos conservantes pueden eliminarse con un limpiador alcalino. Evitar el contacto del disolvente con las juntas y la pista de rodadura. Las superficies de asiento superior e inferior del rodamiento de grandes dimensiones, así como el dentado, se deberán limpiar para eliminar los productos conservantes.

Nota Los productos conservantes pueden eliminarse fácilmente, por ejemplo, con un limpiador alcalino biodegradable.

Ventaja Rápida eliminación de los productos conservantes y escaso impacto medioambiental.

Zona no templada
La zona que queda sin templar, situada entre el punto de comienzo y el de final del temple de la pista, está marcada con una „S“ troquelada en el diámetro interior o exterior de cada aro del rodamiento. En el aro dentado, la zona no templada queda indicada por la marca correspondiente en la superficie axial. En el aro que está sometido a carga puntual, su zona no templada „S“ deberá quedar situada fuera de la zona de incidencia principal de cargas. Si se conoce el ángulo de trabajo operativo del correspondiente caso de aplicación se deberá posicionar la zona no templada del aro sometido a carga fuera de la zona de máxima carga.

Dentado

⚠ PELIGRO

Peligro de aplastamiento por ruedas dentadas al descubierto
• No acceder a su radio de acción

Es preciso garantizar que la holgura entre flancos en los tres dientes marcados de color verde sea al menos 0,03-0,04 veces el módulo. Después de que se haya apretado definitivamente el rodamiento se deberá comprobar de nuevo la holgura entre flancos a lo largo de la totalidad del perímetro. En el piñón se ha de prever un redondeo de las aristas de la cabeza de los dientes y un afilado de los flancos de la cabeza del diente (ver capítulo "Gearing" en el catálogo Rothe Erde® Slewing Bearings o en www.thyssenkrupprotheerde.com).

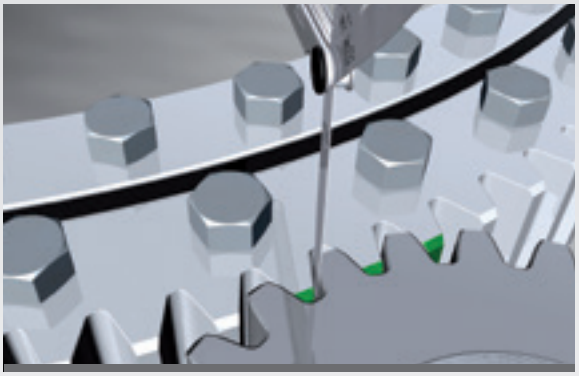


Figura 2: Medición de la holgura entre flancos

Montaje · Lubricación · Mantenimiento (MLM)

Instrucciones no válidas para rodamientos con especificaciones MLM especiales. En el suministro de rodamientos de repuesto es imprescindible ponerse en contacto con el fabricante del rodamiento para realizar su montaje, lubricación y mantenimiento.

Tabla 2

Diámetro rosca/tornillor	Diámetro taladro mm	Pares de apriete Nm para tornillos de grado de calidad $\mu_G \approx \mu_K = 0{,}14$	
		con atornilladores hidráulicos + eléctricos M_d	con llaves M_d
	DIN EN 20273	10.9	10.9
M 12	14	137	123
M 14	16	218	196
M 16	17,5	338	304
M 18	20	469	422
M 20	22	661	594
M 24	26	1136	1022
M 27	30	1674	1506
M 30	33	2274	2046
		Calidad 8	Calidad 8
UNC 5/8" – 11	18	286	260
UNC 3/4" – 10	21	506	460
UNC 7/8" – 9	25	803	730
UNC 1" – 8	27,5	1210	1100
UNC 1 1/8" – 7	32	1716	1560
UNC 1 1/4" – 7	35	2410	2190
		Calidad 8	Calidad 8
UNF 5/8" – 18	18	320	290
UNF 3/4" – 16	21	560	510
UNF 7/8" – 14	25	902	820
UNF 1" – 12	27,5	1330	1210
UNF 1 1/8" – 12	32	1936	1760
UNF 1 1/4" – 12	35	2685	2440

Atornillamiento/unión atornillada

Los taladros de fijación del rodamiento y de la estructura de apoyo deben coincidir, ya que de lo contrario el rodamiento podría quedar sometido a tensiones inadmisibles. Los taladros pasantes deben cumplir la norma DIN EN 20 273, serie intermedia, ver tabla 2.

Montaje · Lubricación · Mantenimiento (MLM)
Instrucciones no válidas para rodamientos con especificaciones MLM especiales. En el suministro de rodamientos de repuesto es imprescindible ponerse en contacto con el fabricante del rodamiento para realizar su montaje, lubricación y mantenimiento.

Tornillos de fijación
Tornillos de fijación, tuercas y arandelas (sin tratamiento superficial) normales dentro de la resistencia 10.9 conforme a DIN ISO 267. Cumplir obligatoriamente las cantidades y el diámetro previstos. Apretar los tornillos con cuidado en cruz hasta alcanzar los valores prescritos, la tabla 2 (página 55) muestra algunos valores de referencia. La presión superficial debajo de la cabeza del tornillo o debajo de la tuerca no deberá superar los valores límite admisibles (ver capítulo "Fastening bolts" en el catálogo Rothe Erde® Slewing Bearings o en www.thyssenkrupp-rotheerde.com, también respecto a la longitud de apriete mínima). En caso de sobrepasarse la presión superficial límite se han de prever arandelas de resistencia y tamaño adecuados. En caso de usar roscas de agujero ciego será preciso comprobar que se alcance la profundidad de roscado mínima. Si se utiliza un dispositivo hidráulico de sujeción, será preciso asegurarse de que sobresalgan las roscas de los tornillos o bulones de forma conveniente, además de colocar las arandelas correspondientes (ver capítulo "Bolts" en el catálogo Rothe Erde® Slewing Bearings o en www.thyssenkrupprotheerde.com).

El cálculo de los pares de apriete no sólo depende de la clase de resistencia de los tornillos y del procedimiento de apriete, sino que depende también de la fricción en la rosca y en las superficies de apoyo entre la cabeza del tornillo y la tuerca. Los pares de apriete indicados en la tabla 2 (página 55) son valores orientativos que se refieren a roscas y superficies de apoyo ligeramente engrasadas.

Las roscas secas necesitan pares de apriete superiores, mientras que las roscas fuertemente engrasadas necesitan pares de apriete inferiores. Por ello, los valores pueden variar considerablemente. Especialmente en el caso de roscas mayores de M 30 ó 1¼" . A partir de ese tamaño recomendamos el uso de dispositivos hidráulicos de sujeción. Si la seguridad de la unión por fricción fuera insuficiente será preciso mejorar de forma adecuada los valores de fricción o utilizar una fijación positiva. No se permite soldar los rodamientos de grandes dimensiones.

Lubricación y mantenimiento
Todos los engrasadores deben ser fácilmente accesibles, en caso necesario prever tubos de lubricación. ThyssenKrupp Rothe Erde recomienda las automáticas de lubricación central. El engrase del sistema de rodadura y del dentado deberán efectuarse inmediatamente después del montaje. Para ello y para cualquier engrase posterior se deberán utilizar los lubricantes indicados en la tabla 3 (página 57). En el caso de estas grasas para pistas de rodadura se trata exclusivamente de grasas del tipo KP 2 K, es decir, de grasas minerales saponificadas con litio, correspondientes a la clase NLGI-2, con aditivos EP. Los lubricantes indicados en la tabla 3 (página 57) para la pista de rodadura pueden mezclarse entre sí. El orden de los lubricantes mencionados es alfabético. El relleno de grasa disminuye el rozamiento, protege contra la corrosión y forma parte de la obturación.

Por ello siempre se deberá inyectar grasa en cantidad suficiente para que en todo el perímetro de la ranura del rodamiento y las juntas se forme un collarín de grasa fresca. Durante la operación de reengrase deberá girarse u oscilar lo suficiente el rodamiento.

Lubricantes

⚠ PRECAUCIÓN

Los lubricantes pueden irritar la piel.
- Llevar guantes a la hora de manipular lubricantes.
- Tener en cuenta la documentación vigente del fabricante

Aclarar las cuestiones específicas de los lubricantes con el fabricante pertinente.

Las grasas indicadas en la tabla 3 (página 57) han sido autorizadas para nuestros rodamientos de gran tamaño y comprobadas en los que respecta a la compatibilidad con los materiales para distanciadores y juntas utilizados por ThyssenKrupp Rothe Erde. La lista de grasas no pretende ser completa.

Tabla 3: Lubricantes

ARAL	●	Aralub HLP 2	243 K hasta 393 K (−30 °C hasta +120 °C)
	▲	Castrol Molub-Alloy OG 936 SF Heavy	243 K hasta 373 K (−30 °C hasta +100 °C)
Castrol	●	Spheerol EPL 2	253 K hasta 413 K (−20 °C hasta +140 °C)
	▲	Castrol Molub-Alloy OG 9790/2500-0	253 K hasta 363 K (−20 °C hasta +90 °C)
KLÜBER LUBRICATION	●	Centoplex EP 2	253 K hasta 403 K (−20 °C hasta +130 °C)
	▲	Grafloscon C-SG 0 ultra	243 K hasta 473 K (−30 °C hasta +200 °C)
LUBRITECH	●	Lagermeister EP 2	253 K hasta 403 K (−20 °C hasta +130 °C)
	▲	Ceplattyn KG 10 HMF	263 K hasta 413 K (−10 °C hasta +140 °C)
Mobil	●	Mobilux EP 2	253 K hasta 393 K (−20 °C hasta +120 °C)
	▲	Mobilgear OGL 461	253 K hasta 393 K (−20 °C hasta +120 °C)
Shell	●	Gadus S2 V220 2	248 K hasta 403 K (−25 °C hasta +130 °C)
	▲	Gadus S2 OGH NLGI 0/00	263 K hasta 473 K (−10 °C hasta +200 °C)
TOTAL	●	Multis EP 2	248 K hasta 393 K (−25 °C hasta +120 °C)
	▲	Copal OGL 0	248 K hasta 423 K (−25 °C hasta +150 °C)

● Grasa en la pista de rodadura
▲ Grasa en el dentado

Si se utilizan otros lubricantes será preciso solicitar al fabricante de los mismos una confirmación de que son apropiados. Las propiedades deben cumplir como mínimo las de las grasas listadas en la tabla 3 y debe garantizarse la compatibilidad con los materiales utilizados por nuestra empresa. En caso de que se utilicen instalaciones automáticas de engrase, el fabricante del lubricante deberá confirmar su operatividad para este sistema. Temperaturas muy bajas requieren lubricantes especiales.

Los lubricantes se consideran productos contaminantes para el agua. No deberán penetrar en el subsuelo, las aguas subterráneas o las canalizaciones.

Montaje · Lubricación · Mantenimiento (MLM)
Instrucciones no válidas para rodamientos con especificaciones MLM especiales. En el suministro de rodamientos de repuesto es imprescindible ponerse en contacto con el fabricante del rodamiento para realizar su montaje, lubricación y mantenimiento.

Relubricación del sistema de rodadura
La relubricación debe efectuarse girando u oscilando lo suficiente el rodamiento hasta que la grasa fresca salga por todo el perímetro a través de los retenes o laberintos. Forma parte de las funciones del personal de mantenimiento determinar las cantidades indicadas de consumo y los intervalos mediante comprobaciones concretas del estado de lubricación de las pistas de rodadura. En condiciones extremas, como por ejemplo en zonas tropicales, con elevada humedad, o en caso de abundancia de polvo y suciedad o si existen fuertes cambios de temperatura, será preciso aumentar la cantidad de lubricante y reducir los intervalos.

Para bogies en vehículos rodantes y tranvías, así como rodamientos para instalaciones de energía eólica rigen normas especiales.

En el caso de que transcurra un largo periodo de tiempo entre el montaje del rodamiento y la puesta en marcha del equipo, es imprescindible llevar a cabo los correspondientes trabajos de mantenimiento, como por ejemplo efectuar un engrasado con giro o suficiente oscilación como muy tarde después de 3 meses y siguiendo luego intervalos de 3 meses. Lubricar antes y después de tener el aparato fuera de servicio durante un periodo largo de tiempo.

Limpieza del equipo
Cuando se proceda a la limpieza del equipo será preciso asegurarse de que ningún detergente o agua deteriore las juntas o penetre en las pistas de rodadura.

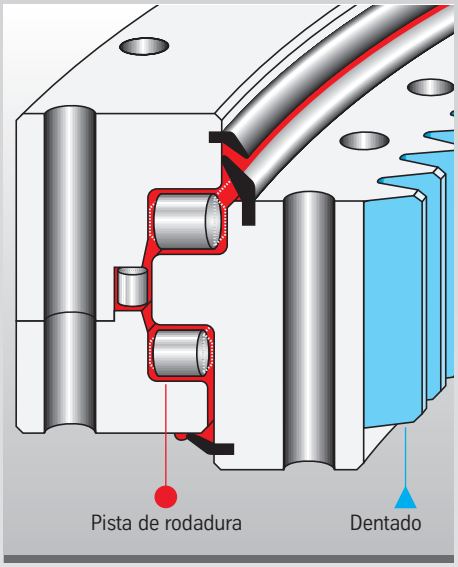


Figura 3

Relubricación del dentado
Recomendamos una lubricación automática del dentado. Los flancos de los dientes deben presentar siempre una capa de grasa abundante. Forma parte de las funciones del personal de mantenimiento determinar las cantidades indicadas de consumo y los intervalos mediante comprobaciones concretas del estado de lubricación del dentado.

Nota Es imprescindible que el sistema de rodadura y el dentado estén bien lubricados. Sólo así se podrá garantizar una duración de uso adecuada.

Ventaja El uso de lubricantes e intervalos óptimos aumentan la disponibilidad de la instalación.

Comprobar los tornillos
Es preciso garantizar que los tornillos mantienen la suficiente fuerza aplicada durante toda la vida útil de los rodamientos de gran tamaño. En virtud de la experiencia que se tiene en la práctica, y con el fin de compensar los fenómenos de asiento, se recomienda volver a apretar los tornillos con el par de apriete o fuerza tensora necesarios.

Montaje · Lubricación · Mantenimiento (MLM)

Instrucciones no válidas para rodamientos con especificaciones MLM especiales. En el suministro de rodamientos de repuesto es imprescindible ponerse en contacto con el fabricante del rodamiento para realizar su montaje, lubricación y mantenimiento.

Comprobación del sistema de rodadura

⚠ PELIGRO

Si se sobrepasan los límites de desgaste máximos permitidos existe peligro de accidente y de muerte

- Si se sobrepasan los límites de desgaste, apagar el aparato

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

- Durante el servicio es preciso comprobar que no se alcancen los límites de desgaste del rodamiento. Para más información (figuras/procedimientos) ver www.thyssenkrupp-rotheerde.com.
- Determinar y documentar periódicamente el desgaste producido
- El procedimiento viene descrito en el manual
- Si queda alguna pregunta pendiente, será preciso ponerse en contacto con ThyssenKrupp Rothe Erde

Recomendamos realizar una medición del juego angular o del asentamiento en el momento de la puesta en servicio (ver capítulo "Bearing inspection" en el catálogo Rothe Erde® Slewing Bearings o en www.thyssenkrupp-rotheerde.com). Es preciso garantizar que no se alcancen los límites de desgaste del rodamiento. Recomendamos repetir esta medición en intervalos adecuados. Adicionalmente se puede tomar una muestra de la grasa utilizada y analizarla.

Comprobación de las juntas

Comprobar las juntas como mínimo cada 6 meses y en caso de daños cambiarlas.

Servicio de asistencia ThyssenKrupp Rothe Erde

Para que nuestros rodamientos de grandes dimensiones funcionen de manera continua y sin averías, le ofrecemos el siguiente servicio:

Montaje
- Evaluación de la superficie de apoyo/ medición por láser
- Montaje del rodamiento
- Medición de referencia
- Puesta en marcha

Mantenimiento e inspección
- Medición de desgaste
- Control de los tornillos
- Análisis del lubricante
- Cambio de junta

Puesta a punto
- Reparación
- Revisión general

Otros
- Cursos de formación
- Asistencia técnica

Inspección de rodamiento

Evitar daños
Las mediciones del desgaste permiten detectar a tiempo los posibles problemas técnicos antes de que estos provoquen inesperadas paradas de la instalación. De este modo se evitan costes innecesarios de puesta a punto y los costosos fallos en la producción. Por lo tanto, para evaluar el estado del rodamiento recomendamos realizar periódicamente mediciones del desgaste del rodamiento.

El desgaste del sistema de rodadura se detecta porque cambia el movimiento axial o porque se produce un asentamiento notable. Este aumento en el desgaste se puede determinar, en función del caso de aplicación/modelo del rodamiento, midiendo el juego angular o el asentamiento.

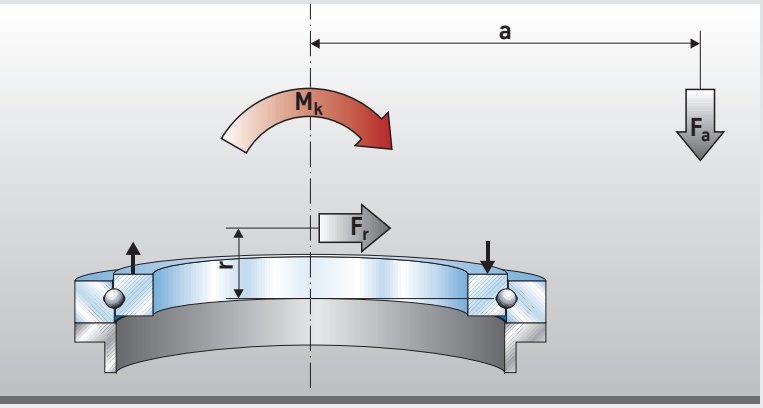


Figura 4: Principio de carga para la medición de la holgura de vuelco (movimiento axial)

Figura 5: Estructura básica de la medición de la holgura de vuelco

Medición de la holgura de vuelco
Siempre que sea posible, para determinar el desgaste recomendamos la medición de la holgura de vuelco. La figura 4 ilustra el principio de carga para este tipo de medición.

Se mide entre la estructura de apoyo inferior y el aro del rodamiento atornillado a la estructura superior (fig. 5). Para minimizar la influencia de las deformaciones elásticas de la estructura de apoyo, la medición se debe realizar lo más cerca posible al sistema de rodadura del rodamiento.

El procedimiento es el siguiente:
- Se efectúa una medición de referencia en la puesta en marcha.
- Desde una posición determinada se marcan los puntos de medición en el perímetro.
- Para poner a cero los relojes contadores, los cuales deben presentar una precisión de medición de 0,01 mm, en primer lugar se ha de generar el par máximo de rotación. A continuación, se debe generar (de ser necesario, con ayuda de una carga) un par de giro dirigido hacia el frente.
- Tras girar la estructura superior, se repite la medición en las posiciones marcadas. (véase tabla 7, página 67)

Incremento máximo permitido de holguras (desgaste uniforme)
Para casos de aplicaciones especiales (consultar a ThyssenKrupp Rothe Erde) no están permitidos estos incrementos de las holguras de rodamiento, p. ej. rodamientos de grandes dimensiones para atracciones 50 % de los valores indicados.

Tabla 4: BF* 01, 08 (rodamiento de bolas de dos hileras/rodamiento de bolas axial)

Procedimiento de medición	Diámetro de la bola mm										
	18	20	22	25	30	35	40	45	50	60	70
	Valores de desgaste máx. admisibles hasta mm										
Medición de asentamiento	1,8				2,2		3,0			3,8	
Medición de la oscilación de vuelco	2,5				3,0		4,0			5,0	

*BF = diseño (consultar Registro o www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

Tabla 5: BF* 06, 09, 25, 23, 28 (rodamiento de bolas/rodamiento perfilado)

Procedimiento de medición	Diámetro de la bola mm									
	20	22	25	30	35	40	45	50	60	70
	Valores de desgaste máx. admisibles hasta mm									
Medición de asentamiento	1,6		2,0			2,6			3,3	
Medición de la oscilación de vuelco	2,0		2,6			3,2			4,0	

*BF = diseño (consultar Registro o www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

Tabla 6: BF* 12, 13, 19 (unión giratoria sobre rodillos)

Procedimiento de medición	Diámetro de los rodillos mm													
	16	20	25	28	32	36	40	45	50	60	70	80	90	100
	Valores de desgaste máx. admisibles hasta mm													
Medición de asentamiento	0,8		1,2			1,6			2,0			2,4		
Medición de la oscilación de vuelco	1,4		2,0			2,8			3,5			4,2		

*BF = diseño (consultar Registro o www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

Comprobación del dentado
A lo largo del tiempo se produce un alisamiento de la entrada y desgaste del dentado. El valor límite de desgaste admisible depende en gran medida del caso de aplicación. Por experiencia, el desgaste admisible puede ser de hasta 0,1 veces el módulo por flanco del diente.

Medición de asentamiento
Cuando no sea posible medir la holgura, recomendamos medir el asentamiento/descenso. El punto de gravedad de las combinaciones de carga se encuentra en el interior del diámetro del círculo de rodadura del rodamiento. El principio de carga está representado en la figura 6.

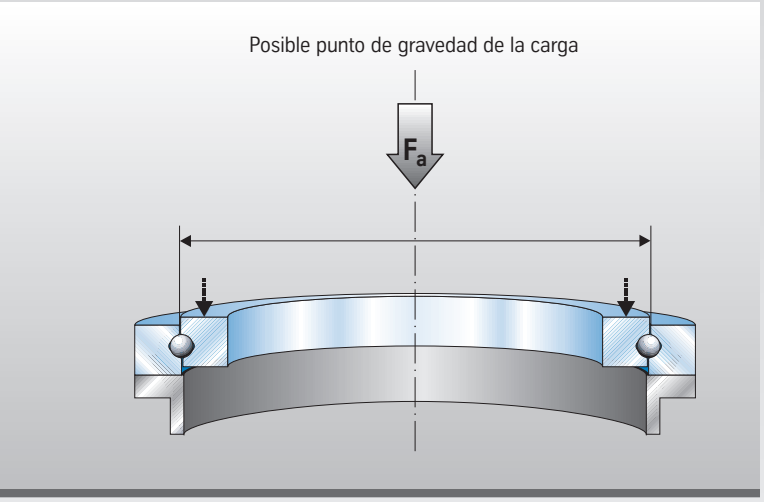


Figura 6: Principio de carga para la medición de asentamiento

Se mide entre la estructura de apoyo inferior y el aro del rodamiento atornillado a la estructura superior (fig. 7, 8). El proceso es similar al de la medición de la holgura de vuelco:

- También en este caso se han de determinar valores de referencia en el momento de la puesta en marcha del equipo.
- Desde una posición determinada se marcan los puntos de medición en el perímetro.

La medición del asentamiento y de la oscilación de vuelco es preciso repetirla en intervalos predeterminados bajo las mismas condiciones y después de comprobar los tornillos de fijación del rodamiento. La diferencia con respecto a la medición de referencia indica el desgaste que se ha producido entretanto. Si los valores de desgaste crecen, se debería, realizar mediciones en intervalos más cortos.

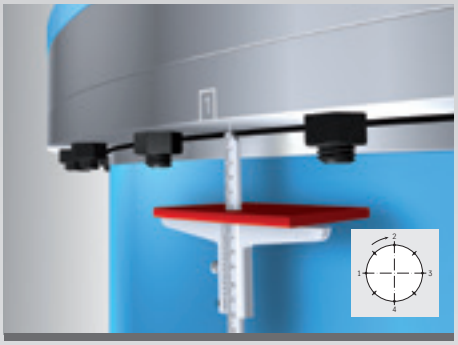


Figura 7: Estructura principal de la medición de asentamiento con calibrador de profundidades

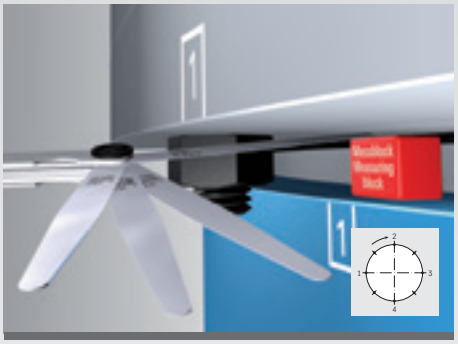


Figura 8: Estructura principal de la medición de asentamiento con calibre sensor

Ventaja Gracias a la evaluación inequívoca del estado del rodamiento se pueden cambiar a tiempo las piezas desgastadas.
De este modo y combinado con una gestión óptima de piezas de repuestos, se pueden evitar averías y paros prolongados del aparato.

Nota Si se sobrepasan los valores de desgaste admisibles (tablas 4, 5 y 6, página 61), recomendamos parar el aparato.

La alternativa:
Dispositivo integrado de medición del desgaste (IWM)
Persiguiendo su objetivo de seguir optimizando la funcionalidad y seguridad en el funcionamiento de los equipos, ThyssenKrupp Rothe Erde trabaja de manera incesante en encontrar soluciones innovadoras para vigilar de manera permanente el estado. El dispositivo integrado de medición del desgaste para rodamientos de grandes dimensiones es un invento patentado que permite comprobar de manera online el juego axial máximo permitido o el asentamiento de la unión giratoria.

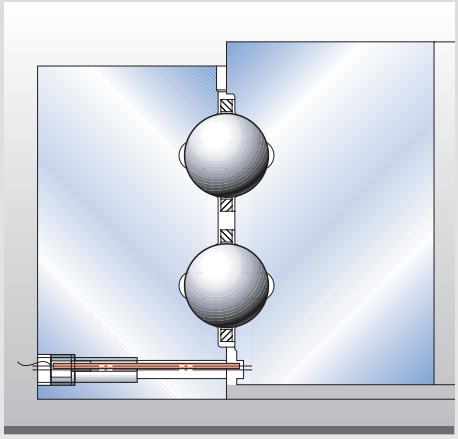


Figura 9

Ventaja No es necesario interrumpir la producción para registrar el juego axial.

En el área de la carga sobre el vértice de las pistas de rodadura se encuentra un perno de acero inoxidable. Este está aislado eléctricamente y montado en un aro. El perno llega a una ranura que se encuentra en el contraanillo. El juego máximo admisible se puede ajustar al ancho de la ranura.

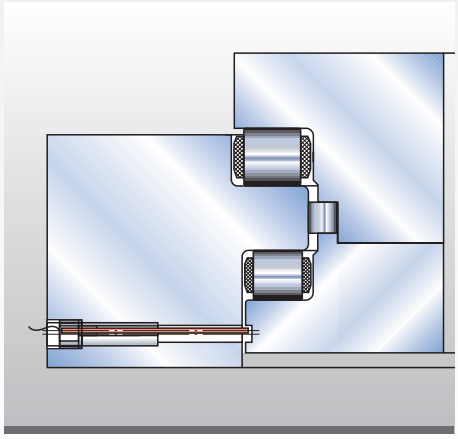


Figura 10

Si el juego cambia de manera drástica, el anillo y el perno entran en contacto. Gracias a la conexión eléctrica del perno, cuando este entra en contacto con el contraanillo se dispara una señal. Esta señal indica que el movimiento relativo admisible alcanza los aros y resulta necesario comprobar el rodamiento.

Ventaja La deformación de la estructura de unión o las elasticidades de las atornilladuras no influyen de manera significante en el resultado de medición. El acercamiento elástico de las pistas de rodadura, el juego axial del rodamiento y la desviación del plano de la superficie de apoyo se compensan, minimizando así los costes del personal de mantenimiento.

Figura 11: Juego para la toma de muestras de grasa

Juego para la toma de muestras de grasa

Paralelamente, es decir, al mismo tiempo que se realizan las mediciones de inspección, se toman muestras de la grasa utilizada. El análisis de la grasa utilizada ofrece más información sobre el estado del sistema de rodadura.

Rodamiento con taladros para la toma de grasa

⚠ PRECAUCIÓN

Los lubricantes pueden irritar la piel.

- Llevar guantes a la hora de manipular lubricantes.
- Tener en cuenta la documentación vigente del fabricante

El juego para la toma de muestras de grasa se compone de un tubo de plástico, diversas tapas de plástico, un dispositivo succionador y una caja de muestras con capacidad máx. para 5 muestras de prueba, así como una hoja informativa. Se describe detalladamente el modo de proceder.

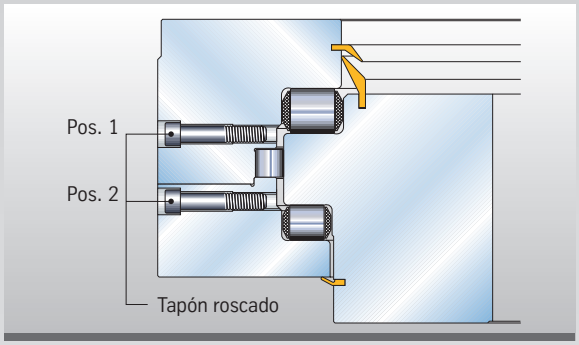


Figura 12: Unión giratoria de rodillos de tres hileras con orificios para la toma de grasa

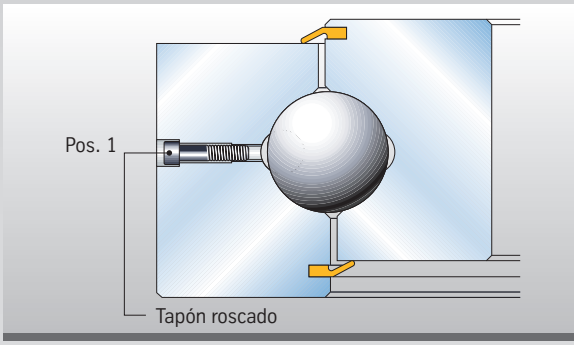


Figura 13: Rodamiento de bolas de una hilera con orificio para la toma de grasa

Las tomas de grasa se deben extraer de la zona de carga principal.

Se quita el tapón roscado seleccionado para la toma de muestras (M16 EN ISO 4762) (figuras 12 y 13), posición 1 y, si es necesario también, posición 2.

Antes de la toma de la muestra de grasa, cortar oblicuamente (45°) el tubo suministrado, que es un poco más largo que la longitud total del orificio para la toma de grasa. El tubo se introduce en el orificio pertinente hasta la superficie de rodadura (fig. 14).

La superficie de corte de 45° se debe colocar en dirección contraria al sentido de giro (fig. 15).

Cerrar de nuevo los orificios para la toma con los tapones roscados.

Tras la toma de muestras, cerrar los dos extremos del tubo con los tapones de plástico.

La muestra de grasa se numera y coloca en la caja de muestras etiquetada.

En la parte superior de la caja de muestras se indica la información necesaria (véase juego para la toma de muestras de grasa, figura 11, página 64).

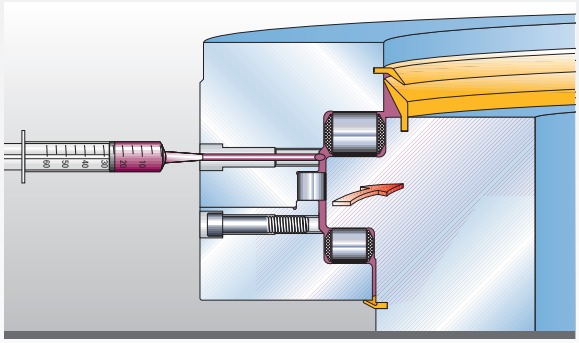


Figura 14: Toma de muestras

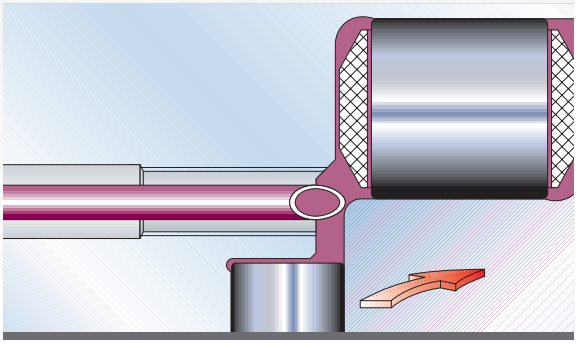


Figura 15: Sección detallada toma de muestras

Rodamiento sin orificios para la toma de grasa
Si el rodamiento no dispone de orificios para la toma de grasa, se tomarán una o varias muestras de grasa de la junta. Este área se limpia en la proximidad de un racor de lubricación. Preferiblemente se deberá tomar la muestra en el área principal de trabajo y/o desplazado 180°.

Durante la relubricación en el racor de lubricación anteriormente mencionado (sin giro del rodamiento), se toma la primera grasa que salga de la falda de obturación (fig. 16). Es suficiente con una cantidad de 3 cm^3.

Nota Es preciso asegurarse de sacar con cuitado la toma, de lo contrario las posibles impurezas podrían falsificar el resultado.

Figura 16: Toma de grasa en la falda de obturación

Valores límite Fe
Un valor límite para la contaminación Fe admisible del lubricante depende en gran medida de los parámetros de servicio y de los intervalos de relubricación. Dependiendo del caso de aplicación, el valor puede ser de hasta 20 000 ppm.

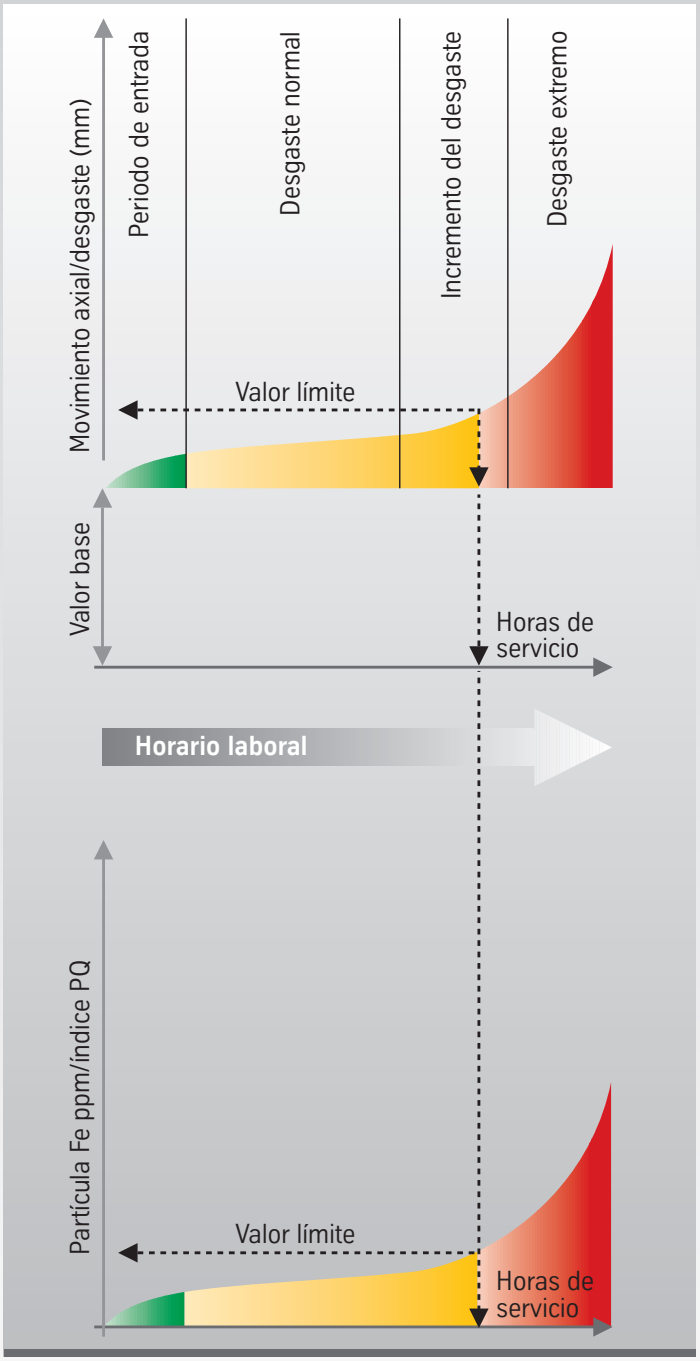


Figura 17: Curvas de desgaste

Curvas de desgaste
El diagrama muestra el incremento de desgaste, o bien el incremento de partículas Fe e índice PQ en función de las horas de servicio (fig. 17).

Para casos de aplicación estándar, ver valores en las tablas 4 – 6, página 61. Cuando se llegue a los valores límite es preciso ponerse en contacto con ThyssenKrupp Rothe Erde.

Tabla 7: Tabla de medición

Customer:				Application:			Location:		
ThyssenKrupp Rothe Erde drawing no.:				ThyssenKrupp Rothe Erde order no.:			Year of manufacture:		
Date									
Operating hours	0								
Measuring point	Basic measurement	1	2	3	4	5	6	7	
1 Main load area									
180° opposite									
2 Main load area									
180° opposite									
3 Main load area									
180° opposite									
4 Main load area									
180° opposite									
Grease sample no. / Fe particles ppm/ PQ index	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
Grease									
Lubrication system Quantity/interval									
Comments									

Español

Los valores de medición y análisis, así como la información específica del rodamiento se deberán apuntar en una tabla adicional (ver tabla 7) y poner a disposición de ThyssenKrupp Rothe Erde. Enviar la caja de muestras a ThyssenKrupp Rothe Erde.

ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Service
Beckumer Straße 87
59555 Lippstadt
service.rotheerde@thyssenkrupp.com

ThyssenKrupp Rothe Erde envía las muestras de grasa a un laboratorio cualificado y homologado.

Ventaja Poco tiempo de tramitación e información por e-mail de los resultados del análisis así como de la medición de desgaste.

Solicite el **juego para la toma de muestras de grasa** a la siguiente dirección:
ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Tremoniastraße 5–11 · 44137 Dortmund
Núm. tel. +49 (231) 186-0
Fax +49 (231) 186-2500
sales.rotheerde@thyssenkrupp.com

Eliminación después del uso

ADVERTENCIA

La eliminación puede resultar nociva para el medio ambiente
- Tener en cuenta las directivas en materia de residuos
- Tener en cuenta las disposiciones legales nacionales

Desmontar los rodamientos al finalizar su uso. Eliminar grasa, juntas y piezas de plástico según las directrices vigentes para cada residuo. Los aros de rodamiento y elementos de rodadura se consideran aprovechables (reciclaje de material).

Montagem · Lubrificação · Manutenção (MLM)

Não é válido para rolamentos com instruções de MLM elaboradas especificamente – no caso de fornecimento de rolamentos de substituição, é indispensável que o fabricante do equipamento seja consultado sobre montagem, lubrificação e manutenção.

A ThyssenKrupp Rothe Erde oferece um serviço abrangente de rolamentos de grande porte (vide impresso Rothe Erde® Slewing Bearing Service ou www.thyssenkrupp-rotheerde.com).

Transporte e manuseio

PERIGO

Perigo de morte por carga suspensa
- NÃO andar sob carga suspensa
- Selecionar meios de elevação adequados
- Selecionar um equipamento de elevação adequado
- Furos de transporte adequados estão indicados no desenho dos rolamentos

Como qualquer outro elemento de máquina também os rolamentos de grande porte requerem manuseio cuidadoso. Somente é permitido realizar o transporte e a armazenagem em posição horizontal. No caso de transporte de rolamentos com furação correspondente, deverão ser inseridos tirantes roscados e olhais nos furos de transporte ou de fixação existentes. Em casos especiais, como p.ex no caso de transporte em posição inclinada, são previstos reforços internos (cruzetas de transporte). O peso do rolamento consta da marcação da caixa ou do estrado. Impactos radiais devem ser evitados.

Armazenagem

NOTA

Superfície sensível
- Não abrir a embalagem com faca afiada
- A superfície pode ser danificada

Em lugares de armazenamento cobertos, cerca de 6 meses. Em recintos fechados, climatizados (temperatura > 12 °C), cerca de 12 meses. Não é admissível a armazenagem ao ar livre.

Períodos maiores de armazenagem requerem conservação especial. Após períodos prolongados de armazenamento, rolamentos de grandes dimensões podem apresentar resistência ao giro em conseqüência de aderência do lábio de vedação. Levantando ligeiramente o lábio de vedação de forma cuidadosa a todo o redor por meio de um objeto cego e girando repetidas vezes o rolamento ao longo de 360° tanto no sentido horário como no sentido anti-horário reduz a resistência ao giro ao valor normal.

Estado de fornecimento

- Sistema de giro das pistas
  Os rolamentos de grande porte são fornecidos com uma das graxas (vide tabela 3, página 73) (se não for previsto um lubrificante especial e quantidades específicas de graxa).

- Superfícies externas
  As superfícies externas são conservadas com Cortec VpCI 369/H10.

- Engrenagem
  Os dentes não são engraxados. A conservação é feita como nas superfícies externas.

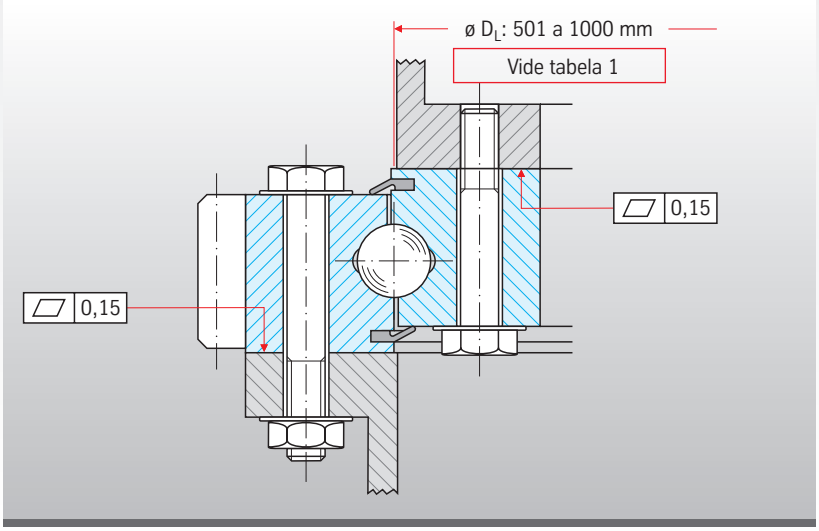


Figura 1: Exemplo de desvio de planeza segundo DIN EN ISO 1101

Montagem

⚠ NOTA

Irritações cutâneas possíveis causadas pelo agente de conservação
- Usar luvas para a remoção
- Observar a documentação vigente do fabricante

⚠ PERIGO

Perigo de esmagamento ao pousar a carga
- Antes de pousar, controlar o lugar de deposição
- Ter em atenção os colaboradores

É fundamental para a montagem do rolamento uma superfície plana, livre de graxa e óleo. É preciso remover pingos de solda, formação de rebarbas, tinta e outras irregularidades. Os anéis do rolamento devem estar plenamente apoiados nas bases de apoio estrutura da máquina.

A ThyssenKrupp Rothe Erde recomenda uma verificação das superfícies de apoio com um aparelho de nivelamento ou laser (oferecido pela ThyssenKrupp Rothe Erde como prestação de serviço). Os valores admissíveis da planicidade constam da tabela 1. Deverão ser evitadas formações de pico em setores pequenos, ou seja, o decorrer da curva na faixa de 0°–180° somente poderá alterar uma vez uniformemente.

Tabela 1: Tolerância de planicidade segundo DIN EN ISO 1101 das superfícies de apoio

Diâmetro do centro da pista em mm D_L	Planicidade segundo DIN EN ISO 1101 por superfície de apoio em mm para		
	BF 01 Rolamentos de dupla carreira de esferas BF 08 Rolamento axial	BF 06 Rolamentos de uma carreira de esferas com quatro pontos de transmissão de carga BF 09 Rolamentos duplos com quatro pontos de transmissão de carga BF 25, 23, 28 Rolamentos perfilados*	BF 19 BF 13 Rolamentos de roletes BF 12 Rolamentos combinados
Até 500	0,15	0,10	0,07
Até 1000	0,20	0,15	0,10
Até 1500	0,25	0,19	0,12
Até 2000	0,30	0,22	0,15
Até 2500	0,35	0,25	0,17
Até 4000	0,40	0,30	0,20
Até 6000	0,50	0,40	0,30
Até 8000	0,60	0,50	0,40

BF = É uma abreviação do termo “Baufom” (significa projeto) e refere aos primeiros 2 dígitos do número do desenho.
Os valores admissíveis da tabela 1 não podem ser aplicados a rolamentos de alta precisão e de folga mínima, é favor consultar a ThyssenKrupp Rothe Erde: www.thyssenkrupp-rotheerde.com
*) Para rolamentos normais BF 25, BF 23 são permissíveis o dobro do valor.

Montagem · Lubrificação · Manutenção (MLM)
Não é válido para rolamentos com instruções de MLM elaboradas especificamente – no caso de fornecimento de rolamentos de substituição, é indispensável que o fabricante do equipamento seja consultado sobre montagem, lubrificação e manutenção.

Se forem ultrapassados os valores acima haverá necessidade de usinagem mecânica das superfícies de apoio do rolamento. A posição de montagem dos rolamentos de grande porte precisa corresponder à posição do desenho.

A remoção do material de conservação pode ser efetuada com um detergente alcalino. Não deixar chegar solventes às vedações e à pista de rolamento. Limpar as superfícies superior e inferior de encosto do rolamento de grande porte, bem como os dentes, do material de conservação.

Indicação O material de conservação pode ser facilmente removido, por exemplo, com um detergente alcalino biodegradável.

Vantagem Remoção rápida do material de conservação e reduzido impacto para o ambiente.

Zona não temperada
O ponto não temperado entre o início e o término da têmpera da pista de rolamento é identificado por um “S” puncionado no diâmetro interno ou externo de cada anel do rolamento. No anel dentado, a linha “S” é marcada na face axial. A linha “S” deverá estar posicionada no anel com carga pontual fora da zona principal de carga. Se for conhecida a área de trabalho operacional do correspondente caso de aplicação, a zona não temperada do anel com carga periférica deverá ser posicionada fora da área de carga principal.

Engrenagem

⚠ PERIGO

Perigo de esmagamento pelas engrenagens expostas
- Mantenha as mão longe das partes móveis

Deverá ser assegurado que a folga do flanco dos dentes nos três dentes marcados na cor verde seja de 0,03 – 0,04 x módulo como mínimo. Após o aperto definitivo do rolamento, deverá ser novamente verificada a folga do flanco através de toda a circunferência. No pinhão deverá ser previsto um arredondamento da borda de cabeça e um recuo do flanco de cabeça (vide capítulo “Gearing” no catálogo “Rothe Erde® Slewing Bearings” ou www.thyssenkrupprotheerde.com).

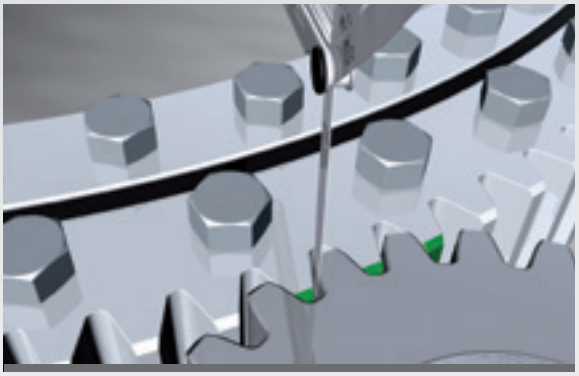


Figura 2: Medição de folga entre flancos (Backlash)

Tabela 2

Diâmetro da rosca/ parafuso	Diâmetro do furo mm	Torques de aperto em Nm em parafusos da classe de resistência $\mu_G \approx \mu_K = 0{,}14$	
		para tensionadores de parafusos M_d hidr. e elétr.	para chaves M_d
	DIN EN 20273	10.9	10.9
M 12	14	137	123
M 14	16	218	196
M 16	17,5	338	304
M 18	20	469	422
M 20	22	661	594
M 24	26	1136	1022
M 27	30	1674	1506
M 30	33	2274	2046
		Grau 8	Grau 8
UNC 5/8" – 11	18	286	260
UNC 3/4" – 10	21	506	460
UNC 7/8" – 9	25	803	730
UNC 1" – 8	27,5	1210	1100
UNC 1 1/8" – 7	32	1716	1560
UNC 1 1/4" – 7	35	2410	2190
		Grau 8	Grau 8
UNF 5/8" – 18	18	320	290
UNF 3/4" – 16	21	560	510
UNF 7/8" – 14	25	902	820
UNF 1" – 12	27,5	1330	1210
UNF 1 1/8" – 12	32	1936	1760
UNF 1 1/4" – 12	35	2685	2440

Fixação/ligação parafusada
Os furos do rolamento e os furos das bases de apoio devem coincidir, caso contrário o rolamento pode sofrer uma deformação inadmissível. Deverá ser feitos furos passantes de acordo com DIN EN 20 273, série do meio – vide tabela 2.

Montagem · Lubrificação · Manutenção (MLM)
Não é válido para rolamentos com instruções de MLM elaboradas especificamente – no caso de fornecimento de rolamentos de substituição, é indispensável que o fabricante do equipamento seja consultado sobre montagem, lubrificação e manutenção.

Parafusos de fixação
Parafusos de fixação, porcas e arruelas (sem tratamento de superfície) na classe de resistência normal 10.9 de acordo com DIN ISO 267. É indispensável observar a quantidade e os diâmetros pré-especificados. Aperto prévio dos parafusos cuidadosamente de modo cruzado com os valores prescritos, a tabela 2, página 71 mostra alguns valores de orientação. Não é permitido que a pressão da área sob a cabeça do parafuso ou da porca ultrapasse os valores-limite admissíveis (vide capítulo "Fastening bolts" no catálogo "Rothe Erde® Slewing Bearings" ou www.thyssenkrupp-rotheerde.com também referente ao comprimento de aperto mínimo). No caso de ser excedido o limite de pressão da área, será necessário prever a utilização de arruelas de tamanho e resistência adequados. No caso de roscas de furo cego, o comprimento mínimo de aparafusamento deve ser assegurado. Se for usado um tensionador para aperto dos parafusos, deverão ser observadas as saliências de rosca necessárias para os parafusos ou cavilhas roscadas nas pontas e deverão ser empregadas arruelas correspondentes (vide capítulo "Bolts" no catálogo "Rothe Erde® Slewing Bearings" ou www.thyssenkrupp-rotheerde.com).

A definição dos torques de aperto é orientada não apenas segundo a classe de resistência dos parafusos e o método de aperto, como também depende do atrito na rosca e nas faces de contato entre a cabeça do parafuso e a porca. Os torques de aperto indicados na tabela 2, página 71, são valores de orientação, que se referem a roscas e faces de contato levemente oleadas.

Roscas secas exigem torques de aperto maiores, roscas fortemente oleadas, menores. Por este motivo poderá haver variações muito fortes dos valores. Isto é válido especialmente para roscas maiores que M 30 ou 1¼".
A partir deste tamanho é recomendada a utilização de tensionadores hidráulicos de para-fusos. Em caso de insuficiente atrito na fixa-ção do rolamento, é necesário melhorar o coeficiente de atrito de forma adequada. Não é admissível soldagem dos rolamentos de grande porte.

Lubrificação e manutenção
Todas as engraxadeiras de lubrificação precisam estar bem acessíveis, eventualmente poderão ser fornecidos tubos de lubrificação. A ThyssenKrupp Rothe Erde recomenda a instalação de lubrificação central automatizada. A lubrificação do sistema de giro e dos dentes deve ser efetuada imediatamente após a montagem. Para este fim, bem como em cada lubrificação posterior, deverão ser utilizados os lubrificantes da tabela 3, página 73. Para as pistas do rolamento deve-se utilizar exclusivamente de graxas KP 2 K, ou seja, óleos minerais saponificados com lítio da classe NLGI 2 com aditivos EP. Os lubrificantes para a pista de rolamento indicados na tabela 3, página 73, podem ser misturados entre si. Os lubrificantes estão mencionados em ordem alfabética. O abastecimento com graxa diminui o atrito, protege contra a corrosão e é uma parte integrante da vedação.

Por este motivo a lubrificação deverá ser sempre com abundância, até que se forme um colarinho de graxa ao redor dos vãos existentes entre os anéis e as juntas. Rotacionar o rolamento durante a operação de lubrificação.

Lubrificantes

⚠ CUIDADO

Risco de irritações cutâneas possíveis causadas pelos lubrificantes
- Usar luvas para o manuseio de lubrificantes
- Observar a documentação vigente do fabricante

Questões específicas de lubrificantes de-verão ser esclarecidas junto ao respectivo fabricante de graxas.

As graxas mencionadas na tabela 3, página 73, são aprovadas para uso nos nossos rolamentos de grande porte e foram testadas com relação à compatibilidade com os materiais empregados pela ThyssenKrupp Rothe Erde para espaçadores e vedações. A lista de graxas não tem pretensão de exaustividade.

Tabela 3: Lubrificantes

ARAL	●	Aralub HLP 2	243 K até 393 K (–30 °C até +120 °C)
	▲	Castrol Molub-Alloy OG 936 SF Heavy	243 K até 373 K (–30 °C até +100 °C)
Castrol	●	Spheerol EPL 2	253 K até 413 K (–20 °C até +140 °C)
	▲	Castrol Molub-Alloy OG 9790/2500-0	253 K até 363 K (–20 °C até +90 °C)
KLÜBER LUBRICATION	●	Centoplex EP 2	253 K até 403 K (–20 °C até +130 °C)
	▲	Grafloscon C-SG 0 ultra	243 K até 473 K (–30 °C até +200 °C)
LUBRITECH	●	Lagermeister EP 2	253 K até 403 K (–20 °C até +130 °C)
	▲	Ceplattyn KG 10 HMF	263 K até 413 K (–10 °C até +140 °C)
Mobil	●	Mobilux EP 2	253 K até 393 K (–20 °C até +120 °C)
	▲	Mobilgear OGL 461	253 K até 393 K (–20 °C até +120 °C)
Shell	●	Gadus S2 V220 2	248 K até 403 K (–25 °C até +130 °C)
	▲	Gadus S2 OGH NLGI 0/00	263 K até 473 K (–10 °C até +200 °C)
TOTAL	●	Multis EP 2	248 K até 393 K (–25 °C até +120 °C)
	▲	Copal OGL 0	248 K até 423 K (–25 °C até +150 °C)

● Lubrificação das pistas
▲ Lubrificação da engrenagem

Em caso de utilização de outros lubrificantes, é preciso obter do fabricante de lubrificantes a confirmação de que o lubrificante é adequado. As características têm que corresponder pelo menos às exigências das graxas relacionadas na tabela 3 e o lubrificante tem que ser compatível com os materiais por nós utilizados. Em caso de utilização de equipamentos automáticos de lubrificação, o fabricante do lubrificante deve confirmar a capacidade de vazão. Em caso de emprego a baixas temperaturas são necessários lubrificantes especiais.

Lubrificantes são substâncias perigosas à água. Deve ser evitado o contato com o solo, lençol freático ou esgoto.

Montagem · Lubrificação · Manutenção (MLM)
Não é válido para rolamentos com instruções de MLM elaboradas especificamente – no caso de fornecimento de rolamentos de substituição, é indispensável que o fabricante do equipamento seja consultado sobre montagem, lubrificação e manutenção.

Lubrificação do sistema de giro
A lubrificação periódica precisa ser realizada durante a rotação do rolamento, até que a graxa fresca saia a todo o redor nos lábios de vedação ou labirintos. É de responsabilidade do pessoal da manutenção determinar as quantidades individuais necessárias e intervalos mediante um controle específico da situação de engraxamento das pistas de rolamento. Sob condições extremas, como p.ex. nos trópicos, em caso de elevada incidência de umidade, grande efeito de poeira e sujeira, fortes oscilações de temperatura, deverão ser aumentadas as lubrificações posteriores e diminuídos os intervalos.

Para rolamentos de truques de veículos ferroviários e rodoviários bem como para rolamentos de torres de geração de energia eólica há prescrições específicas em vigor.

Com rolamentos parcialmente montados ou no caso de ocorrerem períodos de paralisação entre a montagem de rolamentos e a colocação em operação do equipamento, precisarão ser realizadas manutenções correspondentes, como p.ex. a relubrificação mediante rotação após um máximo de 3 meses ou em intervalos adicionais de 3 meses. Antes e após paralisações maiores do equipamento é indispensável a relubrificação.

Limpeza do equipamento
Na limpeza do equipamento deverá ser observado que não haja danos às vedações pelo agente de limpeza ou água ou sua penetração nas pistas de rolamento.

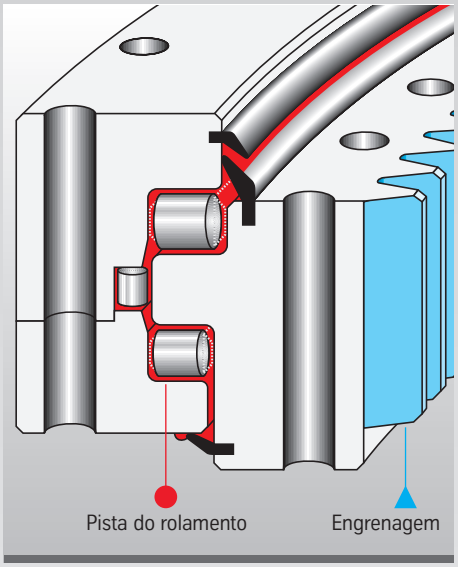


Figura 3

Lubrificação dos dentes
Recomendamos uma lubrificação automática nos dentes. Os flancos de dentes precisam sempre manter uma película suficiente de graxa. É de responsabilidade do pessoal da manutenção determinar as quantidades individuais necessárias e intervalos mediante um controle específico da situação de engraxamento dos dentes.

Indicação Uma boa lubrificação é indispensável para o sistema de giro e engrengaem. Só assim é possível conseguir um tempo de serviço satisfatório.

Vantagem Intervalos e utilização do lubrificante ideais aumentam a disponibilidade da instalação.

Verificação dos parafusos
Deverá ser assegurado que através de todo período de vida útil do rolamento de grande porte o torqueamento dos parafusos de fixação será mantido Em função da experiência prática, para a compensação de fenômenos de assentamento, é recomendável um reaperto ou tensionamento posterior dos parafusos com o torque de aperto ou a força de tensionamento necessária.

Montagem · Lubrificação · Manutenção (MLM)
Não é válido para rolamentos com instruções de MLM elaboradas especificamente – no caso de fornecimento de rolamentos de substituição, é indispensável que o fabricante do equipamento seja consultado sobre montagem, lubrificação e manutenção.

Verificação do sistema de giro

⚠ PERIGO

Em caso de serem excedidos os limites de desgaste máximos permissíveis, existe perigo de cidente e de morte

- Em caso de serem atingidos os limites de desgaste, o equipamento deve ser retirado de serviço

INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA

- É preciso assegurar que os limites de desgaste do rolamento não sejam atingidos durante o funcionamento. Com relação a outras informações (desenhos de projeto/procedimentos) vide www.thyssenkrupp-rotheerde.com.
- O desgaste ocorrido deve ser determinado e documentado regularmente
- O procedimento está descrito no manual
- Para as questões em aberto a ThyssenKrupp Rothe Erde deve ser consultada

Ao colocar em operação, recomendamos efetuar uma medição da folga de inclinação ou de redução axial (vide capítulo “Bearing inspection“ no catálogo da Rothe Erde® Slewing Bearings ou www.thyssenkrupp-rotheerde.com). É preciso assegurar que os limites de desgaste do rolamento não são atingidos. Recomendamos que esta medição seja repetida com intervalos adequados. Adicionalmente pode ser retirada e analisada uma amostra da graxa utilizada.

Verificação da vedação
Controlar as vedações pelo menos de 6 em 6 meses, no caso de danos é preciso substituir as vedações.

Serviço de apoio da ThyssenKrupp Rothe Erde
Para a operação continua e sem falhas de nossos rolamentos de grande porte, oferecemos o seguinte serviço:

Montagem
- Avaliação das faces de contato / medição a laser
- Intslação dos rolamentos
- Medição de referência
- Colocação em operação

Manutenção e inspeção
- Medição do desgaste
- Controle dos parafusos
- Análise dos lubrificantes
- Troca de vedação

Recondicionamento
- Recuperação
- Revisão geral

Outros
- Treinamentos
- Apoio técnico

Inspeção de rolamentos

Prevenir danos
Medições de desgaste permitem o reconhecimento precoce dos problemas técnicos antes de causarem a paralisação completa não planejada das instalações. Desta forma, são evitados os custos das reparações desnecessárias e as interrupções dispendiosas da produção. Por isso, para avaliar o estado dos rolamentos, recomendamos medições regulares do desgaste dos rolamentos.

O desgaste do sistema de giro manifestase através de uma alteração do movimento axial ou redução axial. Este aumento de desgaste pode ser determinado, de acordo com a situação de utilização / modelo de rolamento, através da medição da folga de inclinação ou de medições da redução axial.

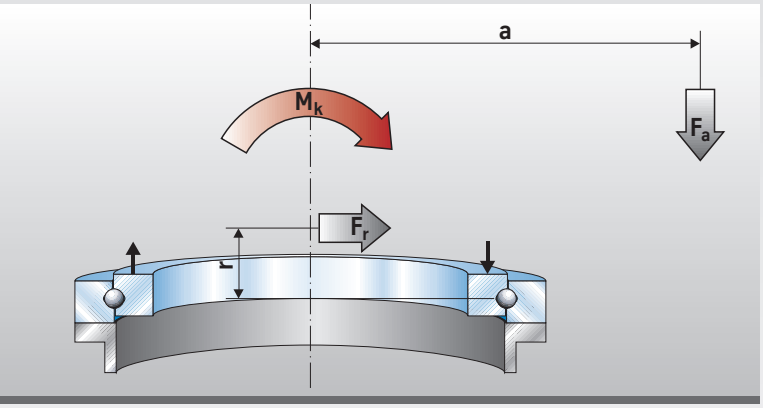


Figura 4: Princípio de carga da medição da folga de inclinação (movimento axial)

Figura 5: Configuração básica de medição da folga de inclinação

Medição da folga de inclinação
Se for possível, recomendamos a medição da folga de inclinação para a determinação de desgaste. A figura 4 mostra o princípio de carga para essa medição.

A medição é efetuada entre a estrutura de união inferior e o anel do rolamento aparafusado com a estrutura superior (imagem 5). Neste caso, para minimizar a influência das deformações elásticas da estrutura de união, a medição tem de ser efetuada tão próximo quanto possível do sistema de giro do rolamento.

O método é executado da seguinte maneira:
- Ao colocar em operação é executada uma medição de referência.
- Os pontos de medição são marcados na circunferência a partir de uma posição definida.
- Para o ajuste zero dos relógios indicadores de medida que devem apresentar uma exatidão de medição de 0,01 mm, deve ser aplicado em primeiro lugar o momento máximo de rotação inversa. Depois deve ser gerado- eventualmente através de admissão de carga – um momento de inclinação para a frente.
- Após girar a estrutura superior, a medição é repetida nas posições de medição marcadas. (vide tabela 7, página 83)

Aumento máximo admissível das folgas dos rolamentos (desgaste regular)
Para situações de utilização especiais (consultar a ThyssenKrupp Rothe Erde) estes aumentos das folgas dos rolamentos não são admissíveis, p. ex., rolamentos de grande porte para empresas de diversão (p. ex. carrosséis) 50 % dos valores mencionados.

Tabela 4: BF* 01, 08 (rolamento com duas carreiras de esferas/Rolamento axial de esferas)

Método de medição	Diâmetro de esferas em mm										
	18	20	22	25	30	35	40	45	50	60	70
	Valores de desgaste máx. admissíveis até mm										
Medição de folga axial	1,8				2,2		3,0			3,8	
Medição de folga de inclinação	2,5				3,0		4,0			5,0	

*BF = modelo (vide registro ou www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

Tabela 5: BF* 06, 09, 25, 23, 28 (rolamento de esferas/rolamento de perfil)

Método de medição	Diâmetro de esferas em mm									
	20	22	25	30	35	40	45	50	60	70
	Valores de desgaste máx. admissíveis até mm									
Medição de folga axial	1,6		2,0			2,6			3,3	
Medição de folga de inclinação	2,0		2,6			3,2			4,0	

*BF = modelo (vide registro ou www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

Tabela 6: BF* 12, 13, 19 (união rotativa de roletes)

Método de medição	Diâmetro de roletes em mm													
	16	20	25	28	32	36	40	45	50	60	70	80	90	100
	Valores de desgaste máx. admissíveis até mm													
Medição de folga axial	0,8		1,2			1,6			2,0			2,4		
Medição de folga de inclinação	1,4		2,0			2,8			3,5			4,2		

*BF = modelo (vide registro ou www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

Verificação dos dentes
Com o decorrer da vida útil ocorre o alisamento e o desgaste dos dentes. Um valor adicional de limite de desgaste depende fortemente da situação de utilização. A experiência tem mostrado que o desgaste admissível pode ser até 0,1 x módulo por flanco dos dentes.

Medição de folga axial
Nos casos em que não é possível a medição da folga de inclinação, recomendamos a medição de folga axial. Neste caso, o centro de gravidade resultante da combinação de carga encontra-se no centro das pistas de rotação do rolamento. O princípio de carga é apresentado na figura 6.

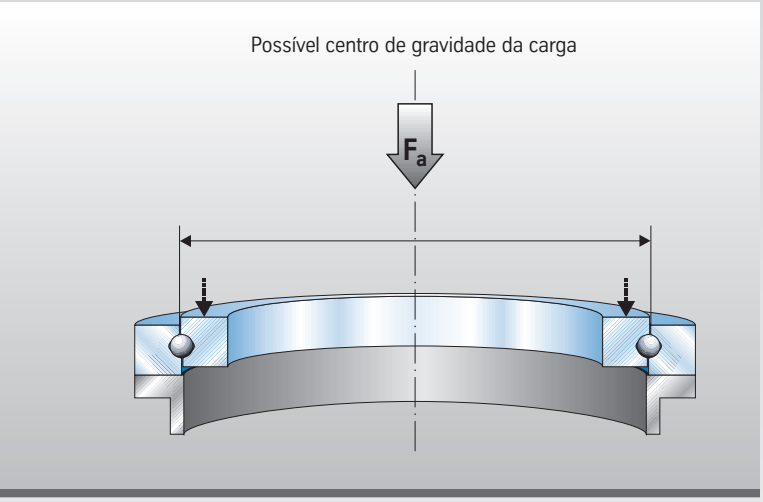


Figura 6: Princípio de carga da medição de folga axial

É efetuada a medição entre a estrutura de união inferior e o anel do rolamento aparafusado com a estrutura superior (imagens 7, 8). A sequência assemelha-se à sequência de medição da folga de inclinação:

- Neste caso, também deve-se anotar os valores de referência ao colocar o equipamento em operação.
- Os pontos de medição na circunferência são marcados a partir de uma posição definida.

Após verificação dos parafusos de fixação do rolamento, deverá ser efetuada uma repetição da medição da folga de inclinação ou de folga axial nas mesmas condições, com intervalos de tempo adequados. A respectiva diferença entre a medição atual e os valores de referência indica o desgaste ocorrido. Em caso de aumento dos valores de desgaste, a medição deverá ser efetuada com intervalos de tempo mais curtos.

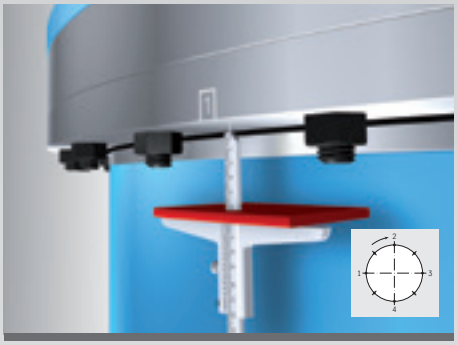


Figura 7: Configuração básica de medição da folga axial com relógio de profundidade

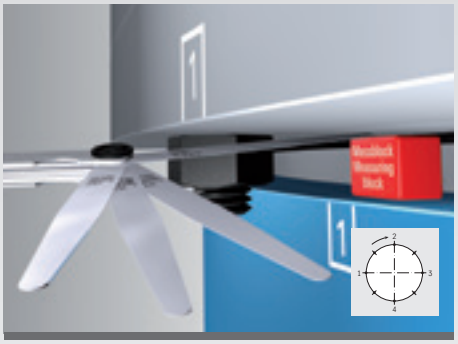


Figura 8: Configuração básica de medição da folga axial com lâminas de folga

Vantagem Devido à avaliação clara do estado do rolamento, os componentes desgastados podem ser substituídos a tempo. Por isso, juntamente com uma boa gestão de peças de reposição, é possível evitar as situações com danos e os tempos de paralisação prolongada.

Indicação Se os valores de desgaste admissíveis forem excedidos (tabelas 4, 5 e 6, página 77), recomendamos a paralização do equipamento.

A alternativa:
Dispositivo de medição de desgaste integrado (IWM)
Para otimizar a funcionalidade e segurança operacional dos equipamentos, a ThyssenKrupp Rothe Erde trabalha incessantemente em soluções inovadoras para o monitoramento constante do estado do rolamento. O dispositivo de medição do desgaste integrado para os rolamentos de grande porte é uma invenção patenteada, ela permite o monitoramento online da folga axial máxima admissível ou redução axial do rolamento de giro.

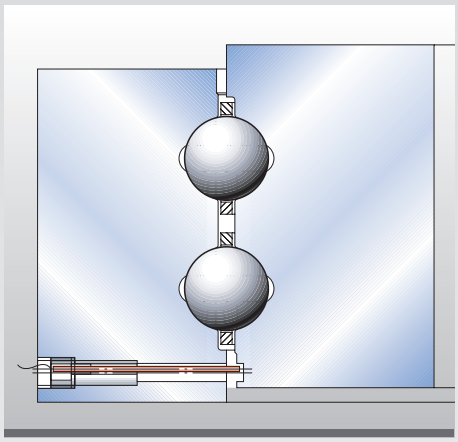


Figura 9

Vantagem Não são necessárias interrupções de serviço para a detecção da folga axial.

Na área de carga máxima das pistas do rolamento existe um pino em aço inoxidável. Este pino está isolado eletricamente e montado em um dos anéis. O pino se projeta em uma ranhura que se encontra no contra-anel. A folga máxima admissível é ajustável através da largura da ranhura.

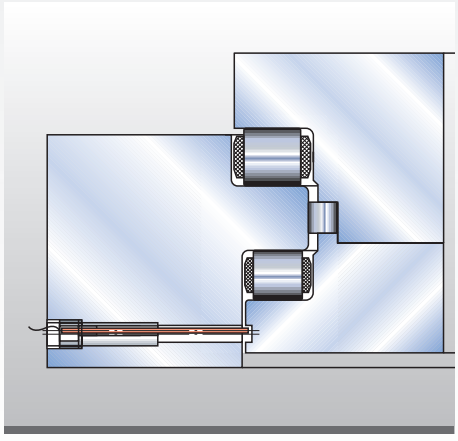


Figura 10

Se a folga alterar fortemente de forma inadmissível, o anel e o pino entraram em contato. Devido à ligação elétrica do pino, o contato do pino com o contra-anel ativa um sinal. Este sinal indica que o deslocamento admissível dos anéis foi atingido e que é necessária uma verificação do rolamento.

Vantagem A deformação da estrutura de união ou elasticidades das uniões roscadas não influenciam substancialmente o resultado de medição. A aproximação elástica das pistas do rolamento, a folga axial do rolamento e o desvio de planicidade da face de contato são compensados. Os custos com pessoal de manutenção são minimizados.

Figura 11: Kit para coleta de amostra de graxa

Kit para coleta de amostra de graxa
Paralelamente, ou seja, em simultâneo com as medições de inspeção, são recolhidas amostras da graxa utilizada. A análise da graxa utilizada dá mais informações sobre o estado da pista de rolamento.

Rolamento com furos para coleta de graxa

	⚠ CUIDADO
	Risco de irritações cutâneas possíveis causadas pelos lubrificantes • Usar luvas para o manuseio de lubrificantes • Observar a documentação vigente do fabricante

O kit de coleta de amostra de graxa é constituído por um tubo de plástico, diversas tampas de fecho, um dispositivo de aspiração e uma caixa de amostras para 5 amostras de graxa no máximo, bem como uma folha informativa. O procedimento é descrito detalhadamente.

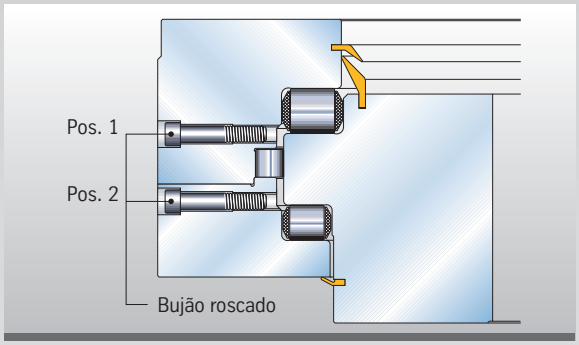


Figura 12: União giratória com três carreiras de rolos com furos para coleta de graxa

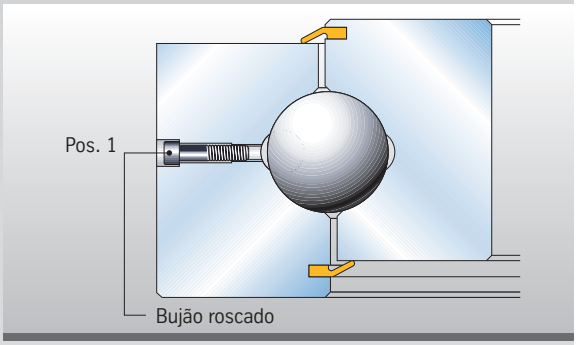


Figura 13: Rolamento com uma carreira de esferas com furo para coleta de graxa

As amostras de graxa devem ser recolhidas na zona de carga principal.

O bujão de travamento selecionado para a coleta de amostras (M16 EN ISO 4762) é retirado (figuras 12 e 13), posição 1 e eventualmente o da posição 2 no lado oposto (figuras 12 e 13).

Antes da coleta da amostra de graxa deve-se cortar o tubo de coleta em ângulo (45°), de forma a ficar ligeiramente mais comprido que o comprimento total do furo de coleta da graxa. O tubo é inserido no furo respectivo até à área da pista do rolamento (figura 14).

Neste caso, a superfície cortada a 45° deve ser posicionada no sentido contrário ao sentido de rotação (figura 15).

Os furos de coleta devem ser fechados novamente com os bujões de travamento.

Após a coleta de graxa, as duas extremidades do tubo são fechadas com tampas de plástico.

A amostra de graxa é numerada e depositada na caixa de amostras.

Adicione as informações necessárias na parte superior da caixa de amostras de graxa (vide kit de coleta de amostras de graxa, figura 11, página 80).

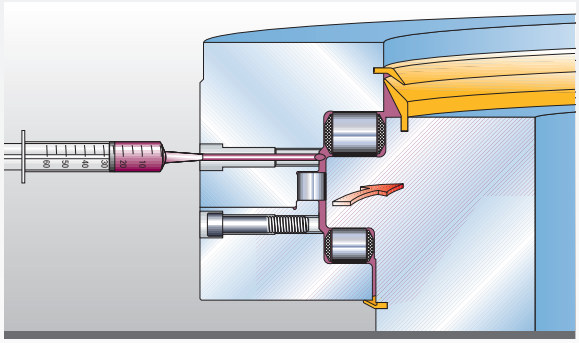


Figura 14: Coletando uma amostra

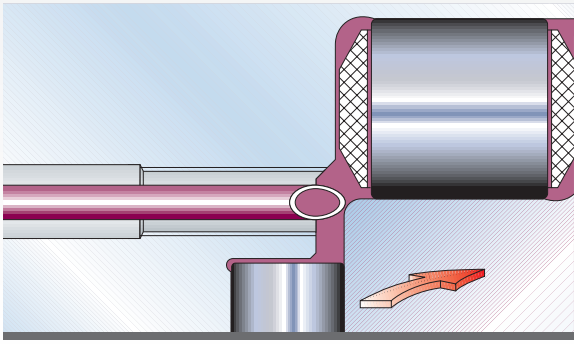


Figura 15: Vista detalhada de coleta

Rolamentos sem furos de coleta de graxa
Se não existirem furos de coleta de graxa no rolamento, são colhidas uma ou mais amostras de graxa na vedação. Deve-se limpar esta área na proximidade de uma engraxadeira de lubrificação. A coleta deverá ser efetuada preferencialmente na área de trabalho principal e/ou com deslocamento de 180°.

Durante a relubrificação na engraxadeira de lubrificação acima mencionada (sem rotação do rolamento) é colhida a primeira graxa emergente no lábio de vedação (figura 16). É suficiente uma quantidade de 3 cm³.

Indicação Tenha atenção para que a coleta seja cuidadosa, caso contrário poderá obter um resultado falso devido à contaminação.

Figura 16: Coleta de graxa no lábio de vedação

Valores limite de Fe
O valor limite de contaminação de Fe admissível para o lubrificante depende, em larga escala, dos parâmetros de serviço e dos intervalos de relubrificação. De acordo com a situação de utilização, o valor pode chegar até 20 000 ppm.

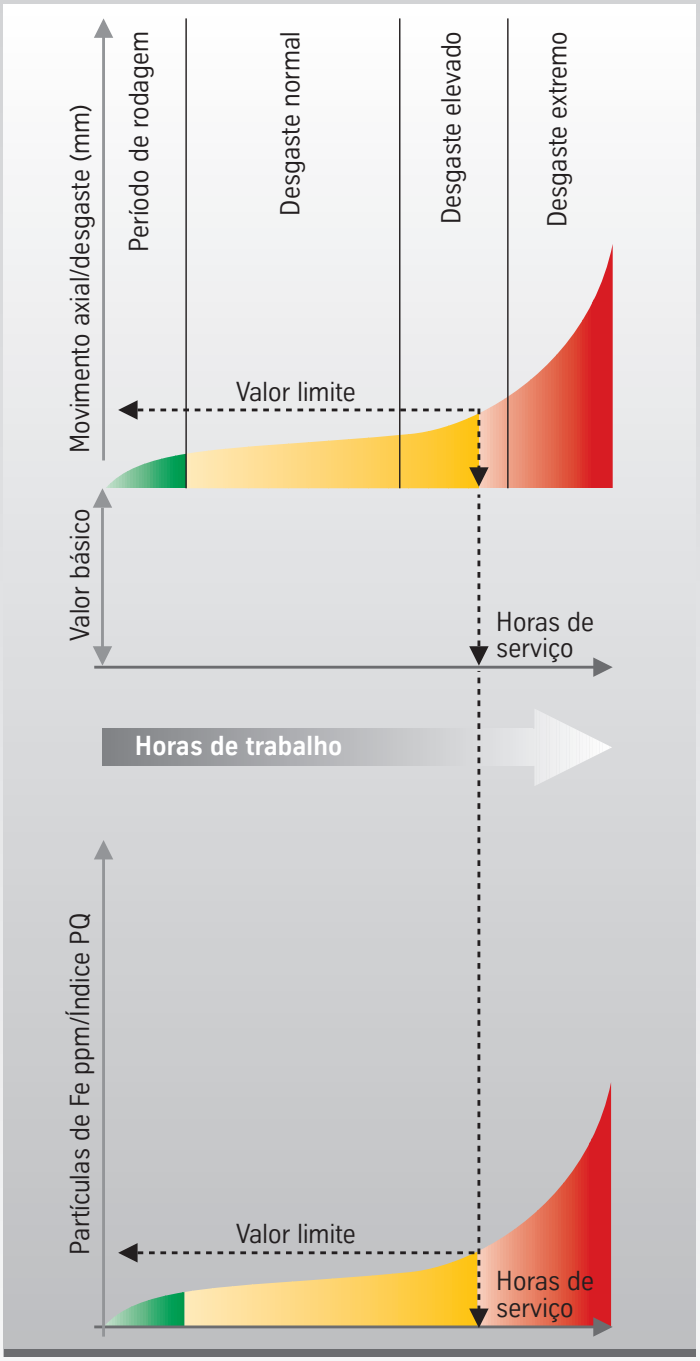


Figura 17: Curvas de desgaste

Curvas de desgaste
O diagrama mostra o aumento de desgaste ou, respectivamente, o aumento do índice de partículas de Fe e de PQ em função do número de horas de serviço (figura 17).

Para as situações de utilização padrão vide as tabelas 4 – 6, página 77. No caso de dos valores limites serem atingidos, favor contatar a ThyssenKrupp Rothe Erde.

Português

Tabela 7: Tabela de medição

Customer:				Application:			Location:		
ThyssenKrupp Rothe Erde drawing no.:				ThyssenKrupp Rothe Erde order no.:			Year of manufacture:		
Date									
Operating hours	0								
Measuring point	Basic measurement	1	2	3	4	5	6	7	
1 Main load area									
180° opposite									
2 Main load area									
180° opposite									
3 Main load area									
180° opposite									
4 Main load area									
180° opposite									
Grease sample no. / Fe particles ppm/ PQ index	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
Grease									
Lubrication system Quantity/interval									
Comments									

Os valores de medição e de análise, bem como as informações específicas do rolamento devem ser registrados numa tabela separada (vide a tabela 7) e colocados à disposição da ThyssenKrupp Rothe Erde. Favor enviar a caixa de amostras a ThyssenKrupp Rothe Erde.

ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Service
Beckumer Straße 87
59555 Lippstadt
service.rotheerde@thyssenkrupp.com

A ThyssenKrupp Rothe Erde envia as amostras de graxa para um laboratório testado e qualificado.

Vantagem Tempo de processamento curto e entrega de informação do resultado da análise e medição de desgaste por e-mail.

Solicite o **Kit de coleta de amostras de graxa** no seguinte endereço:

ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Tremoniastraße 5–11 · 44137 Dortmund
Telefone +49 (231) 186-0
Telefax +49 (231) 186-2500
sales.rotheerde@thyssenkrupp.com

Descarte após o fim de uso

NOTA

A eliminação pode produzir perigos para o meio ambiente
- Observar as diretivas sobre detritos
- Observar as disposições legais nacionais

Desmontar o rolamento após o fim de uso. Eliminar graxa, vedações e componentes plásticos de acordo com as diretivas sobre detritos. Os anéis do rolamento e os elementos rolantes devem ser conduzidos para um local de aproveitamento de materiais (reciclagem de materiais).

Montaggio Lubrificazione Manutenzione (MLM)

Non valide per cuscinetti con istruzioni MLM specifiche - in caso di fornitura dal magazzino ricambi è assolutamente necessario contattare il produttore dell'impianto in merito a montaggio, lubrificazione e manutenzione.

ThyssenKrupp Rothe Erde offre un'ampia assistenza per cuscinetti volventi di grande diametro (vedere la pubblicazione "Rothe Erde® Slewing Bearing Service" o www.thyssenkrupp-rotheerde.com).

Trasporto e movimentazione

⚠ PERICOLO

Pericolo di morte per carichi sospesi
- NON passare sotto il carico sospeso
- Scegliere un mezzo di imbracatura adatto
- Scegliere un mezzo di sollevamento adatto
- I fori di trasporto adatti sono illustrati nel disegno del cuscinetto

Come qualsiasi altro elemento di una macchina, anche i cuscinetti volventi richiedono un uso accurato. Trasporto e immagazzinamento devono essere effettuati solo in posizione orizzontale. In alcuni cuscinetti è necessario applicare golfari/anelli di sollevamento articolati nei fori di trasporto e/o fissaggio previsti. In casi eccezionali, come ad es. in caso di trasporto in posizione inclinata, sono previsti rinforzi interni (crociere). Il peso del cuscinetto è riportato sulla cassa o sul pallet. Evitare assolutamente gli urti in direzione radiale.

Immagazzinamento

AVVERTENZA

Superficie sensibile
- Non aprire l'imballaggio con un coltello affilato
- La superficie potrebbe danneggiarsi

In depositi coperti circa 6 mesi. In locali chiusi e riscaldati (temperatura > 12°C) circa 12 mesi. Non è ammessa la conservazione all'aperto.

Un immagazzinamento più lungo richiede un trattamento protettivo speciale. Dopo lunghi periodi di immagazzinamento del cuscinetto volvente può verificarsi un aumento della coppia d'attrito dovuto all'adesione del labbro di tenuta. Sollevare leggermente con cura il labbro di tenuta con un oggetto senza punta lungo tutta la circonferenza e ruotare diverse volte il cuscinetto volvente di 360° in senso orario e antiorario per riportare la coppia di attrito a valori normali.

Stato alla consegna

- Sistema di rotolamento
  I cuscinetti volventi di grande diametro sono consegnati riempiti con uno dei grassi (vedi tabella 3, pagina 89) (qualora non siano previsti lubrificanti speciali e quantità speciali di grasso).

- Superfici esterne
  Le superfici esterne sono trattate con sostanza protettiva Cortec VpCI 369/H10.

- Dentatura
  La dentatura non è ingrassata. Il trattamento protettivo è uguale a quello delle superfici esterne.

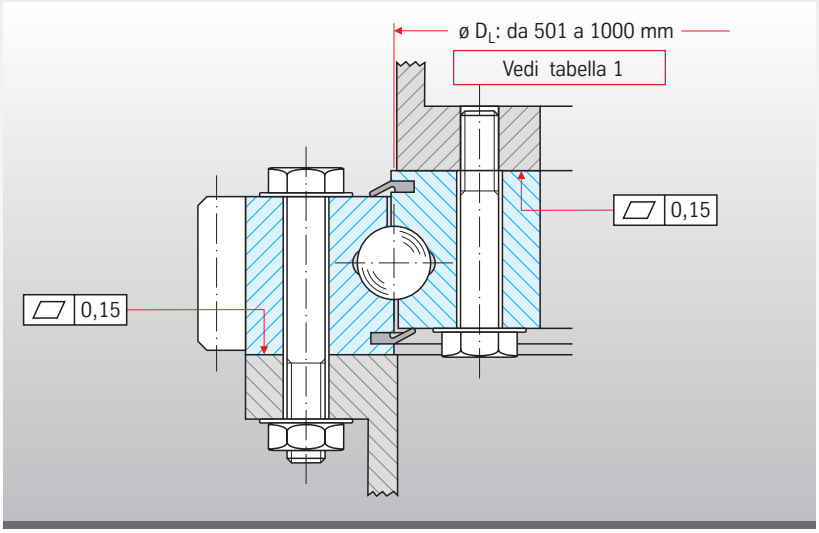


Figura 1: Esempio di errore di planarità secondo DIN EN ISO 1101

Montaggio Lubrificazione Manutenzione (MLM)
Non valide per cuscinetti con istruzioni MLM specifiche - in caso di fornitura dal magazzino ricambi è assolutamente necessario contattare il produttore dell'impianto in merito a montaggio, lubrificazione e manutenzione.

Montaggio

⚠ AVVERTENZA

Possibili irritazioni della pelle dovute alla sostanza protettiva

- Indossare guanti per asportare la sostanza protettiva
- Rispettare gli altri documenti validi del produttore

⚠ PERICOLO

Pericolo di schiacciamento mentre si depone il carico

- Controllare l'area in cui viene depositato il cuscinetto prima di appoggiarvi il carico
- Prestare attenzione ai collaboratori

Per il montaggio del cuscinetto è necessario disporre di una superficie di appoggio piana, priva di grassi e oli. Devono essere asportate gocce e bave di saldatura, vernice in eccesso o altre irregolarità. Gli anelli del cuscinetto devono essere sostenuti integralmente dalla struttura di collegamento.

ThyssenKrupp Rothe Erde consiglia di controllare la superficie di appoggio con una livella o con strumento laser (servizio offerto ThyssenKrupp Rothe Erde). I valori di planarità ammissibili sono riportati nella tabella 1. Evitare la formazione di picchi nei settori piccoli, ovvero nell'intervallo da 0° a 180° è ammesso un solo scostamento della curva con aumento e diminuzione costante.

Tabella 1: Tolleranza di planarità ammissibile secondo DIN EN ISO 1101 della superficie di appoggio

Ø della pista di rotolamento in mm D_L	Planarità secondo DIN EN ISO 1101 per superficie di appoggio in mm per		
	BF 01 **Ralle di rotazione a due giri di sfere** **BF 08** **Cuscinetti assiali a sfere**	**BF 06** **Ralle di rotazione ad un giro di sfere** **Cuscinetti a quattro punti di contatto** **BF 09** **Cuscinetti doppi a due giri di sfere e quattro punti di contatto** **BF 25, 23, 28** **Cuscinetti a sezione profilata***	**BF 19** **BF 13** **Ralle di rotazione a rulli** **BF 12** **Cuscinetti combinati**
fino a 500	0,15	0,10	0,07
fino a 1000	0,20	0,15	0,10
fino a 1500	0,25	0,19	0,12
fino a 2000	0,30	0,22	0,15
fino a 2500	0,35	0,25	0,17
fino a 4000	0,40	0,30	0,20
fino a 6000	0,50	0,40	0,30
fino a 8000	0,60	0,50	0,40

BF ist die Abkürzung für Bauform und bezieht sich auf die ersten beiden Stellen der Zeichnungsnummer.
Für Sonderausführungen als Genauigkeitslager mit hoher Laufgenauigkeit und geringer Lagerluft dürfen die zulässigen Werte der Tabelle 1 nicht verwendet werden, bitte Rücksprache mit ThyssenKrupp Rothe Erde: www.thyssenkrupp-rotheerde.com
*) Für Normal-Lager BF 25, BF 23 sind doppelte Werte zugelassen.

Montaggio Lubrificazione Manutenzione (MLM)
Non valide per cuscinetti con istruzioni MLM specifiche - in caso di fornitura dal magazzino ricambi è assolutamente necessario contattare il produttore dell'impianto in merito a montaggio, lubrificazione e manutenzione.

Qualora vengano superati i valori, è necessaria una lavorazione meccanica delle superfici di accoppiamento con la struttura di collegamento. La posizione di montaggio dei cuscinetti volventi di grande diametro deve corrispondere alla posizione illustrata nel disegno.

Il trattamento protettivo può essere asportato con un detergente alcalino. Non far entrare il solvente in contatto con le guarnizioni e la pista di rotolamento. Rimuovere la sostanza protettiva dalle superfici d'appoggio superiore e inferiore del cuscinetto volvente e dalla dentatura.

Avvertenza La sostanza protettiva può essere asportata facilmente ad es. con un detergente alcalino biodegradabile.

Vantaggio Asportazione veloce della sostanza protettiva e basso inquinamento ambientale.

Zona non temprata
La zona non temprata in corrispondenza del raccordo tra inizio e fine tempra della pista di rotolamento è contrassegnata con una "S" stampigliata sul diametro interno o esterno di ogni anello del cuscinetto. Sull'anello dentato la zona non temprata è contrassegnata sulla superficie assiale. La zona non temprata "S" deve essere posizionata sull'anello con carichi concentrati fuori dalla principale zona di carico. Se è nota l'area principale di lavoro per l'applicazione, anche la zona non temprata dell'anello con carico sulla circonferenza deve essere posizionata fuori dalla zona principale di carico.

Dentatura

⚠ PERICOLO

Pericolo di schiacciamento per ingranaggi scopertiZahnräder
- Non introdurre le mani nel raggio d‘azione

È necessario garantire che il gioco tra i fianchi dei denti sui tre denti contrassegnati in verde sia almeno 0,03 – 0,04 per il modulo della dentatura. Dopo il serraggio definitivo del cuscinetto, è necessario verificare nuovamente il gioco tra i fianchi dei denti sull'intera circonferenza. Sul pignone deve essere previsto un arrotondamento dello spigolo di testa e uno smusso di testa (vedere capitolo "Gearing" nel catalogo Slewing Bearing Rothe Erde® o www.thyssenkrupprotheerde.com).

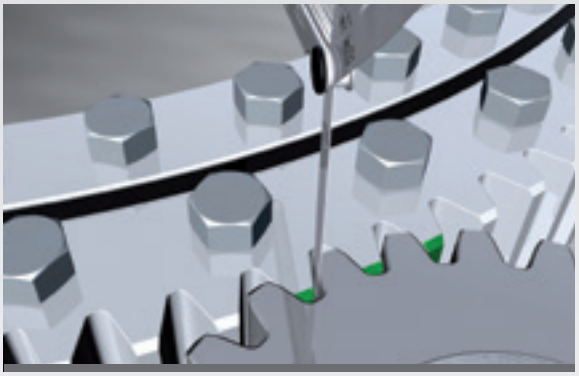


Figura 2: Misurazione del gioco tra i fianchi dei denti

Montaggio Lubrificazione Manutenzione (MLM)
Non valide per cuscinetti con istruzioni MLM specifiche - in caso di fornitura dal magazzino ricambi è assolutamente necessario contattare il produttore dell'impianto in merito a montaggio, lubrificazione e manutenzione.

Tabella 2

Diametro filettatura/ bullone	Diametro del foro mm	Coppie di serraggio Nm per bulloni con classe di resistenza $\mu_G \approx \mu_K = 0{,}14$	
		per avvitatore M_d idr. + elettr.	per chiave Md
	DIN EN 20273	10.9	10.9
M 12	14	137	123
M 14	16	218	196
M 16	17,5	338	304
M 18	20	469	422
M 20	22	661	594
M 24	26	1136	1022
M 27	30	1674	1506
M 30	33	2274	2046
		Grado 8	Grado 8
UNC 5/8" – 11	18	286	260
UNC 3/4" – 10	21	506	460
UNC 7/8" – 9	25	803	730
UNC 1" – 8	27,5	1210	1100
UNC 1 1/8" – 7	32	1716	1560
UNC 1 1/4" – 7	35	2410	2190
		Grado 8	Grado 8
UNF 5/8" – 18	18	320	290
UNF 3/4" – 16	21	560	510
UNF 7/8" – 14	25	902	820
UNF 1" – 12	27,5	1330	1210
UNF 1 1/8" – 12	32	1936	1760
UNF 1 1/4" – 12	35	2685	2440

Imbullonatura
I fori per i bulloni sul cuscinetto e quelli sulla struttura di collegamento devono corrispondere al fine di evitare tensioni non ammissibili. I fori passanti devono essere configurati secondo DIN EN 20273, serie media – vedere tabella 2.

Montaggio Lubrificazione Manutenzione (MLM)
Non valide per cuscinetti con istruzioni MLM specifiche - in caso di fornitura dal magazzino ricambi è assolutamente necessario contattare il produttore dell'impianto in merito a montaggio, lubrificazione e manutenzione.

Bulloni di fissaggio
Bulloni di fissaggio, dadi e rondelle (senza alcun trattamento superficiale) normali in classe di resistenza 10.9 secondo DIN ISO 267. È indispensabile rispettare il numero e i diametri specificati. Precaricare a croce i bulloni con attenzione fino ai valori prescritti; la tabella 2, pagina 87 riporta alcuni valori di riferimento. La pressione superficiale sotto la testa del bullone o del dado non deve superare i valori limite ammissibili (vedere capitolo "Fastening bolts" nel catalogo Slewing Bearing Rothe Erde® o www.thyssenkrupp-rotheerde.com anche per quanto concerne la lunghezza minima di serraggio).
Se viene superata la pressione superficiale limite, è necessario prevedere rondelle di dimensione e resistenza adeguate. Per filettature di fori ciechi deve essere garantita la profondità minima di avvitamento. Utilizzando un cilindro di tensionamento per bulloni, è necessario rispettare il valore indicato per la sporgenza della filettatura di bulloni o prigionieri e utilizzare le rondelle adeguate (vedere capitolo "Bolts" nel catalogo Slewing Bearing Rothe Erde® o www.thyssenkrupp-rotheerde.com).

La determinazione delle coppie di serraggio non si basa unicamente sulla classe di resistenza dei bulloni e sul metodo di serraggio, ma dipende anche dall'attrito nella filettatura e sulle superfici di contatto tra testa del bullone e dado. Le coppie di serraggio indicate nella tabella 2, pagina 87 rappresentano valori indicativi riferiti a filettature e superfici di contatto leggermente oliate.

Le filettature asciutte richiedono coppie di serraggio maggiori, filettature molto oliate coppie minori. I valori possono pertanto variare sensibilmente. Quanto sopra è valido in particolare per filettature maggiori di M 30 o 1¼". Per bulloni di questa grandezza e superiore si raccomanda l'impiego di cilindri di tensionamento. In caso di sicurezza insufficiente dell'accoppiamento per attrito è necessario utilizzare un composto per migliorare il coefficiente d'attrito o ricorrere ad un accoppiamento di forma. Non è ammessa la saldatura dei cuscinetti

Lubrificazione e manutenzione
Tutti gli ingrassatori devono essere facilmente accessibili; se necessario prevedere condotti di lubrificazione. ThyssenKrupp Rothe Erde raccomanda l'installazione di impianti automatici di lubrificazione centralizzati. Il sistema di rotolamento e la dentatura devono essere ingrassati immediatamente dopo l'installazione. A tale scopo e per ogni successiva lubrificazione, utilizzare i lubrificanti della tabella 3, pagina 89. Questi grassi per la pista di rotolamento sono esclusivamente grassi KP 2 K, ovvero oli minerali saponificati al litio di classe NLFI 2 con additivi EP. I lubrificanti indicati nella tabella 3 a pagina 89 per la pista di rotolamento possono essere miscelati insieme. I lubrificanti indicati sono elencati in ordine alfabetico. Il riempimento di grasso riduce l'attrito, protegge dalla corrosione ed è parte integrante della tenuta.

Per tale motivo il cuscinetto deve essere sempre ingrassato abbondantemente in modo che sull'intera circonferenza della guarnizione o delle tenute si formi un colletto di grasso fresco. Ruotare o inclinare a sufficienza il cuscinetto durante la rilubrificazione.

Lubrificanti

⚠ ATTENZIONE

Possibili irritazioni della pelle dovute ai lubrificanti
- Indossare i guanti quando si usano i lubrificanti
- Rispettare gli altri documenti validi del produttore

Problemi specifici dei lubrificanti devono essere chiariti con il produttore del lubrificante.

I grassi elencati nella tabella 3 a pagina 89 sono omologati per i nostri cuscinetti volventi di grande diametro ed è stata testata la loro compatibilità con i materiali utilizzati da ThyssenKrupp Rothe Erde per distanziali e guarnizioni. L'elenco dei grassi non è esaustivo.

Montaggio Lubrificazione Manutenzione (MLM)
Non valide per cuscinetti con istruzioni MLM specifiche - in caso di fornitura dal magazzino ricambi è assolutamente necessario contattare il produttore dell'impianto in merito a montaggio, lubrificazione e manutenzione.

Tabella 3: Lubrificanti

ARAL	●	Aralub HLP 2	da 243 K a 393 K (da −30 °C a +120 °C)
	▲	Castrol Molub-Alloy OG 936 SF Heavy	da 243 K a 373 K (da −30 °C a +100 °C)
Castrol	●	Spheerol EPL 2	da 253 K a 413 K (da −20 °C a +140 °C)
	▲	Castrol Molub-Alloy OG 9790/2500-0	da 253 K a 363 K (da −20 °C a +90 °C)
KLÜBER LUBRICATION	●	Centoplex EP 2	da 253 K a 403 K (da −20 °C a +130 °C)
	▲	Grafloscon C-SG 0 ultra	da 243 K a 473 K (da −30 °C a +200 °C)
LUBRITECH	●	Lagermeister EP 2	da 253 K a 403 K (da −20 °C a +130 °C)
	▲	Ceplattyn KG 10 HMF	da 263 K a 413 K (da −10 °C a +140 °C)
Mobil	●	Mobilux EP 2	da 253 K a 393 K (da −20 °C a +120 °C)
	▲	Mobilgear OGL 461	da 253 K a 393 K (da −20 °C a +120 °C)
Shell	●	Gadus S2 V220 2	da 248 K a 403 K (da −25 °C a +130 °C)
	▲	Gadus S2 OGH NLGI 0/00	da 263 K a 473 K (da −10 °C a +200 °C)
TOTAL	●	Multis EP 2	da 248 K a 393 K (da −25 °C a +120 °C)
	▲	Copal OGL 0	da 248 K a 423 K (da −25 °C a +150 °C)

● Grasso per pista di rotolamento
▲ Grasso per dentatura

In caso di utilizzo di lubrificanti diversi è necessario richiedere al produttore del lubrificante una conferma della idoneità del grasso. Le proprietà devono corrispondere almeno a quelle dei grassi elencati nella tabella 3 e deve essere assicurata la compatibilità con i materiali utilizzati. In caso di utilizzo di impianti automatici di lubrificazione, il produttore del lubrificante deve confermare l'idoneità del pompaggio con sistema automatico. In caso d'impiego a basse temperature sono necessari grassi speciali.

I lubrificanti sono sostante inquinanti per le acque. Evitare che penetrino nel suolo, nelle falde acquifere o nelle fognature.

Montaggio Lubrificazione Manutenzione (MLM)
Non valide per cuscinetti con istruzioni MLM specifiche - in caso di fornitura dal magazzino ricambi è assolutamente necessario contattare il produttore dell'impianto in merito a montaggio, lubrificazione e manutenzione.

Rilubrificazione del sistema di rotolamento
Durante la rilubrificazione ruotare od oscillare il cuscinetto fino a quando sull'intera circonferenza dei labbri di tenuta o delle tenute a labirinto si forma un collare di grasso fresco. È compito del personale addetto alla manutenzione stabilire in base ad un controllo mirato delle condizioni di lubrificazione delle piste di rotolamento, le quantità di grasso da utilizzare e gli intervalli di lubrificazione. In condizioni estreme, come ad es. nei tropici, con altissimi livelli di umidità, elevata esposizione alle polveri e alla sporcizia, forti sbalzi di temperatura, le quantità di lubrificante dovranno essere aumentate e gli intervalli ridotti.

In caso di cuscinetti per carrelli di veicoli ferroviari e stradali e per impianti eolici sono valide norme speciali.

In caso di cuscinetti parzialmente assemblati o in caso di tempi lunghi tra installazione del cuscinetto e messa in servizio dell'impianto, è necessario eseguire idonei interventi di manutenzione, come ad es. la rilubrificazione durante la rotazione o un movimento volvente adeguato, entro 3 mesi o ad intervalli successivi di 3 mesi. Prima e dopo un lungo periodo di fermo della macchina è assolutamente necessaria una nuova lubrificazione.

Pulizia dell'apparecchio
Durante la pulizia dell'apparecchio fare attenzione che il detergente o l'acqua non danneggino le guarnizioni o penetrino nelle piste del cuscinetto.

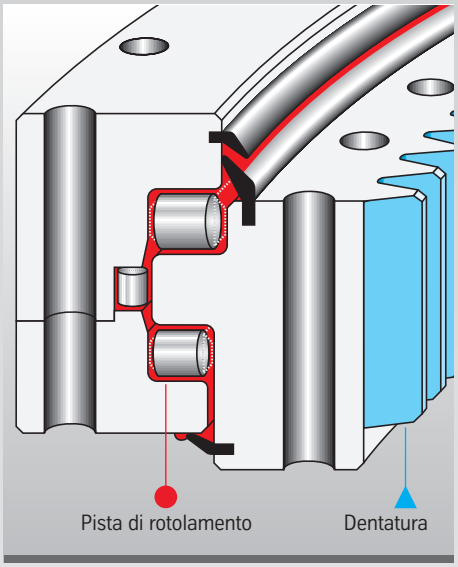


Figura 3

Rilubrificazione della dentatura
Consigliamo l'impiego di un sistema automatico di lubrificazione della dentatura. I fianchi dei denti devono avere sempre uno strato sufficiente di grasso. È compito del personale addetto alla manutenzione stabilire in base ad un controllo mirato delle condizioni di lubrificazione della dentatura, le quantità di grasso da utilizzare e gli intervalli di lubrificazione.

Avvertenza Per il sistema di rotolamento e la dentatura è assolutamente necessaria una buona lubrificazione. Solo in tal modo è possibile raggiungere una durata d'esercizio soddisfacente.

Vantaggio Uso ottimale del lubrificante e giusti intervalli prolungano la disponibilità dell'impianto.

Controllo dei bulloni
Assicurarsi che per tutta la vita del cuscinetto volvente sia mantenuto un precarico sufficiente dei bulloni. Sulla base dell'esperienza pratica, si consiglia di controllare e serrare nuovamente i bulloni alla coppia necessaria al fine di compensare i fenomeni di assestamento.

Montaggio Lubrificazione Manutenzione (MLM)
Non valide per cuscinetti con istruzioni MLM specifiche - in caso di fornitura dal magazzino ricambi è assolutamente necessario contattare il produttore dell'impianto in merito a montaggio, lubrificazione e manutenzione.

Controllo del sistema di rotolamento

⚠ PERICOLO

Pericolo di incidenti e di morte qualora vengano superati i limiti massimi ammissibili di usura

- Al raggiungimento dei limiti di usura mettere l'apparecchio fuori servizio

NORME DI SICUREZZA

- In esercizio deve essere garantito che non siano raggiunti i limiti di usura del cuscinetto. Per altre informazioni (schizzi/procedure) vedere www.thyssenkrupp-rotheerde.com.
- Determinare e documentare regolarmente l'usura presente
- La procedura è descritta nel manuale
- In caso di problemi irrisolti, rivolgersi a ThyssenKrupp Rothe Erde

Alla messa in servizio consigliamo di eseguire una misurazione del gioco al ribaltamento o dell'abbassamento (vedere capitolo "Bearing inspection" nel catalogo Slewing Bearing Rothe Erde® o www.thyssenkrupp-rotheerde.com). Accertarsi che non siano raggiunti i limiti di usura del cuscinetto. Raccomandiamo di eseguire questa misurazione ad intervalli idonei. Inoltre può essere prelevato e analizzato un campione di grasso usato.

Controllo della guarnizione
Controllare le guarnizioni almeno ogni 6 mesi; in caso di guarnizione danneggiata, sostituirla.

Supporto ThyssenKrupp Rothe Erde Service
Per un esercizio continuo e senza guasti dei nostri cuscinetti volventi di grande diametro, offriamo la seguente assistenza:

Montaggio
- Valutazione delle superfici di appoggio/ misurazione laser
- Montaggio del cuscinetto
- Misura riferimento
- Messa in esercizio

Manutenzione e ispezione
- Misurazione dell'usura
- Controllo dei bulloni
- Analisi dei lubrificanti
- Cambio della guarnizione

Riparazione
- Riparazione
- Revisione generale

Altro
- Corsi di formazione
- Supporto tecnico

Ispezione dei cuscinetti

Prevenzione di danni
Le misurazioni dell'usura consentono un rilevamento anticipato di problemi tecnici prima che essi causino arresti imprevisti dell'impianto. Si evitano così inutili costi di riparazione e costose interruzioni della produzione. Per valutare le condizioni del cuscinetto consigliamo pertanto di eseguire regolarmente le misurazioni dell'usura del cuscinetto.

L'usura del sistema di rotolamento si manifesta attraverso una modifica del movimento assiale o un abbassamento. Questo aumento dell'usura può essere determinato, a seconda dell'applicazione e della versione di cuscinetto, misurando il gioco al ribaltamento o l'abbassamento.

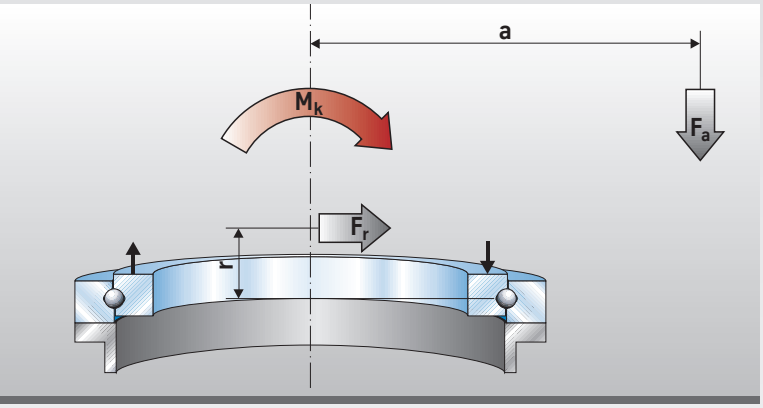


Figura 4: Principio di carico della misurazione del gioco al ribaltamento (movimento assiale)

Figura 5: Struttura di principio della misurazione del gioco al ribaltamento

Misurazione del gioco al ribaltamento
Se possibile, raccomandiamo di effettuare la misurazione del gioco al ribaltamento al fine di determinare l'usura. La figura 4 mostra il principio di carico per tale misurazione.

La misurazione viene effettuata tra la struttura di collegamento inferiore e l'anello del cuscinetto imbullonato alla sovrastruttura (Figura 5). Per ridurre al minimo l'impatto delle deformazioni elastiche della struttura di collegamento, la misurazione deve essere effettuata il più vicino possibile al sistema di rotolamento del cuscinetto.

La procedura viene eseguita come segue.
- Alla messa in esercizio viene effettuata una misurazione di riferimento.
- I punti di misura sono contrassegnati sulla circonferenza a partire da una posizione stabilita.
- Per l'impostazione dello zero dei comparatori che devono avere una precisione di misura di 0,01 mm, deve essere applicato dapprima il momento retrogrado massimo. Successivamente deve essere generato, sollevamendo eventualmente il carico, un momento di ribaltamento in avanti.
- Dopo aver fatto ruotare la sovrastruttura, si ripete la misurazione in corrispondenza dei punti di misura contrassegnati.
(vedere tabella 7, pagina 99)

Massimo aumento ammissibile dei giochi del cuscinetto (usura uniforme)
Per applicazioni speciali, ad es. cuscinetti volventi di grande diametro per movimentazione (contattare ThyssenKrupp Rothe Erde), questi aumenti dei giochi del cuscinetto – 50 % dei valori indicati – non sono ammissibili.

Tabella 4: BF* 01, 08 (Cuscinetti assiali a sfere/ cuscinetti a due giri di sfere)

Metodo di misurazione	Diametro sfere mm										
	18	20	22	25	30	35	40	45	50	60	70
	max. valori di usura ammissibili fino mm										
Misurazione dell'abbassamento assiale	1,8				2,2		3,0			3,8	
Misurazione del gioco al ribaltamento	2,5				3,0		4,0			5,0	

*BF = Forma costruttiva (vedi registro o www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

Tabella 5: BF* 06, 09, 25, 23, 28 (cuscinetti a sfere/cuscinetti profilati)

Metodo di misurazione	Diametro sfere mm									
	20	22	25	30	35	40	45	50	60	70
	max. valori di usura ammissibili fino mm									
Misurazione dell'abbassamento assiale	1,6			2,0			2,6			3,3
Misurazione del gioco al ribaltamento	2,0			2,6			3,2			4,0

*BF = Forma costruttiva (vedi registro o www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

Tabella 6: BF* 12, 13, 19 (ralla di rotazione a rulli)

Metodo di misurazione	Diametro dei rulli mm													
	16	20	25	28	32	36	40	45	50	60	70	80	90	100
	max. valori di usura ammissibili fino mm													
Misurazione dell'abbassamento assiale	0,8		1,2			1,6			2,0		2,4			
Misurazione del gioco al ribaltamento	1,4		2,0			2,8			3,5		4,2			

*BF = Forma costruttiva (vedi registro o www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

Verifica della dentatura
Nel corso della durata d'esercizio la dentatura si leviga e si usura. Il limite ammissibile di usura dipende molto dall'applicazione. In base all'esperienza si possono ammettere valori di usura fino a 0,1 x modulo per fianco.

Misurazione dell'abbassamento assiale
Qualora non sia possibile misurare il gioco al ribaltamento, raccomandiamo di utilizzare il metodo della misura dell'abbassamento assiale. In questo caso il centro delle combinazioni di carico si trova all'interno del diametro di rotolamento del cuscinetto.
Il principio di carico è illustrato alla figura 3.

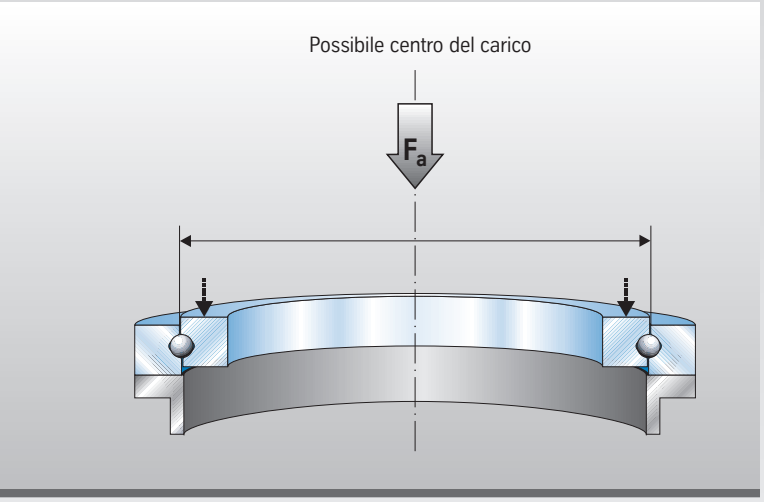


Figura 6: Principio di carico della misurazione dell'abbassamento assiale

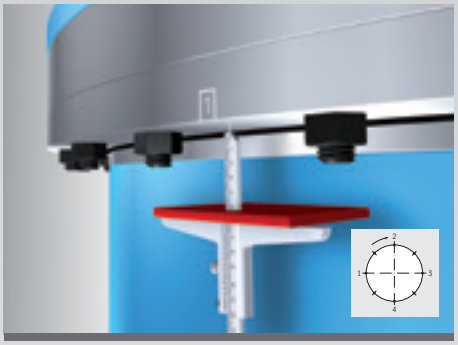


Figura 7: Struttura base per la misurazione dell'abbassamento assiale tramite calibro di profondità

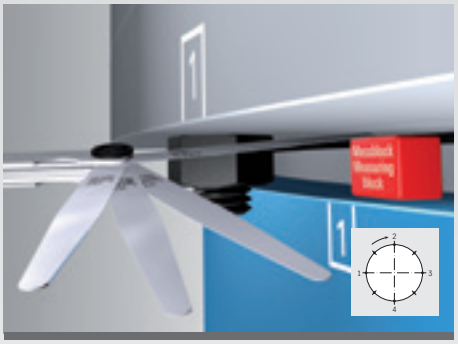


Figura 8: Struttura base per la misurazione dell'abbassamento assiale tramite spessimetro

Le misurazioni vengono effettuate tra la struttura di collegamento inferiore e l'anello del cuscinetto imbullonato alla sovrastruttura (Figure 7, 8). La procedura è simile a quella di misurazione del gioco al ribaltamento:

- Anche in questo caso vengono registrati i valori di riferimento alla messa in servizio dell'apparecchio.
- I punti di misura sono marcati sulla circonferenza a partire da una posizione stabilita.

A intervalli adeguati ripetere nelle stesse condizioni di esercizio le misurazioni del gioco al ribaltamento o dell'abbassamento assiale dopo aver prima controllato i bulloni di fissaggio del cuscinetto. La differenza tra la misura rilevata e quella di riferimento corrisponde all'usura subentrata nel periodo. Se i valori dell'usura tendono ad aumentare, eseguire le misurazioni a intervalli più frequenti.

Vantaggio Grazie alla valutazione oggettiva delle condizioni del cuscinetto, le parti usurate possono essere sostituite per tempo. Oltre alla gestione ottimale dei ricambi, sarà quindi possibile evitare danneggiamenti e conseguenti fermi prolungati.

Avvertenza Se vengono superati i valori di usura ammessi (tabelle 4, 5 e 6, pagina 93), raccomandiamo l'arresto dell'apparecchio.

L'alternativa:
il misuratore di usura integrato (IWM)
ThyssenKrupp Rothe Erde lavora costantemente allo sviluppo di soluzioni innovative per il monitoraggio permanente delle condizioni dei cuscinetti al fine di ottimizzare ulteriormente il funzionamento e l'affidabilità degli impianti. Il misuratore di usura integrato per cuscinetti volventi è una invenzione brevettata che consente la verifica online del gioco assiale o dell'abbassamento assiale massimi ammessi per una ralla di rotazione.

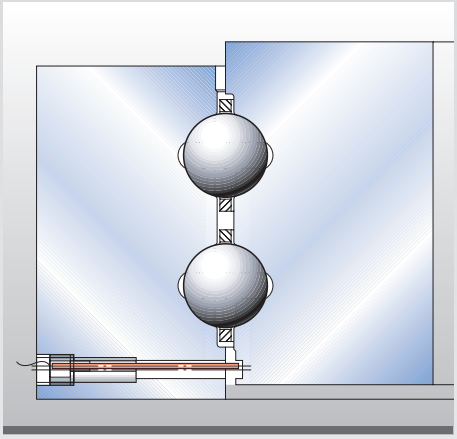


Figura 9

Vantaggio Non è più necessario interrompere lil funzionamento per determinare il gioco assiale.

Un perno in acciaio inossidabile viene montato nell'area del carico di picco delle piste di rotolamento. Il perno è isolato elettricamente e montato su un anello. Sporge all'interno di una scanalatura presente nell'anello opposto. Per regolare il gioco massimo ammesso è sufficiente regolare l'ampiezza della scanalatura.

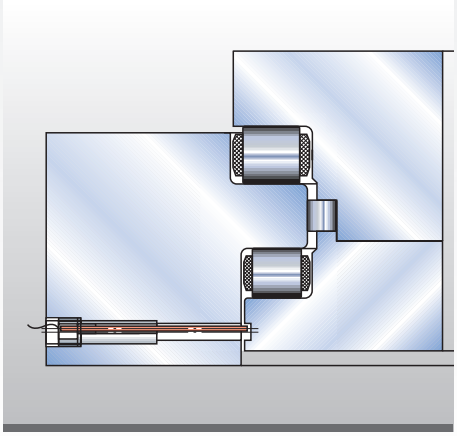


Figura 10

Se il gioco varia oltre i valori ammessi, l'anello e il perno entrano in contatto. Quando il perno entra in contatto con l'anello opposto, viene emesso un segnale attraverso il collegamento elettrico del perno. Questo segnale indica che il movimento relativo ammesso degli anelli è stato raggiunto e che è necessario un controllo del cuscinetto.

Vantaggio La deformazione della struttura di collegamento e l'elasticità dei giunti imbullonati non influenzano sensibilmente i risultati di misura. L'approssimazione elastica delle piste di rotolamento, il gioco assiale del cuscinetto e l'errore di planarità della superficie di contatto sono tutti compensati. I costi del personale di manutenzione sono ridotti al minimo.

Figura 11: Kit di campionamento del grasso

Kit di campionamento del grasso
I campioni di grasso sono prelevati parallelamente – cioè in contemporanea – alle misurazioni ispettive. L'analisi del grasso usato fornisce ulteriori informazioni sulle condizioni delle piste di rotolamento.

Cuscinetti con fori di campionamento del grasso

	⚠ ATTENZIONE
	Possibili irritazioni della pelle dovute ai lubrificanti • Indossare i guanti quando si usano i lubrificanti • Rispettare gli altri documenti validi del produttore

Il kit di campionamento del grasso consiste in un tubo di plastica, vari tappi di chiusura, un dispositivo di aspirazione, una scatola portacampioni per max. 5 campioni di grasso e una scheda informativa. Segue la descrizione dettagliata della procedura.

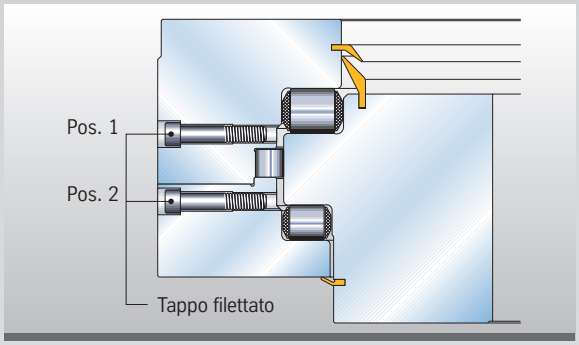


Figura 12: Ralla di rotazione a tre giri di rulli con fori di campionamento del grasso

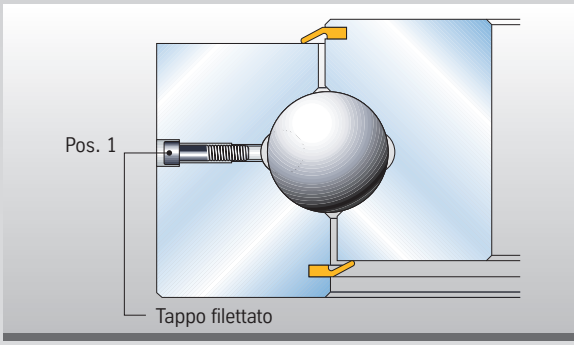


Figura 13: Cuscinetto a un giro di sfere con foro di campionamento del grasso

I campioni di grasso devono essere prelevati dall'area di carico principale.

Rimuovere il tappo filettato (M16 EN ISO 4762) scelto per il prelievo del campione (figure 12 e 13), nella posizione 1 ed eventualmente nella posizione 2 opposta.

Prima di prelevare il campione di grasso, tagliare obliquamente (45°) il tubo fornito in dotazione in modo che sia leggermente più lungo della lunghezza totale del foro di campionamento. Inserire il tubo nel foro corrispondente fino all'area della pista di rotolamento (figura 14).

La superficie tagliata a 45° deve essere posizionata nella direzione opposta alla rotazione (figura 15).

Richiudere i fori di campionamento con i tappi filettati.

Dopo aver prelevato i campioni, chiudere entrambe le estremità del tubo con tappi in plastica.

Il campione di grasso viene numerato e collocato nella scatola portacampioni etichettata.

Aggiungere le informazioni necessarie (vedere il kit di campionamento del grasso in figura 11, pagina 96) sul coperchio della scatola portacampioni.

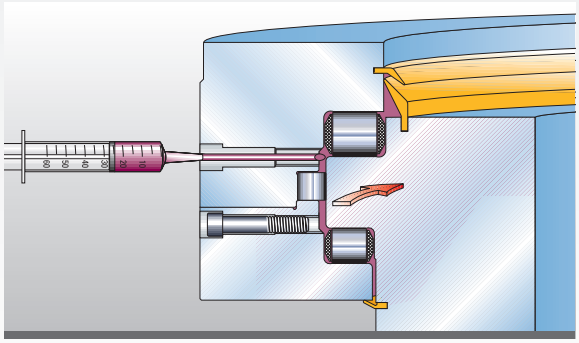


Figura 14: Prelievo

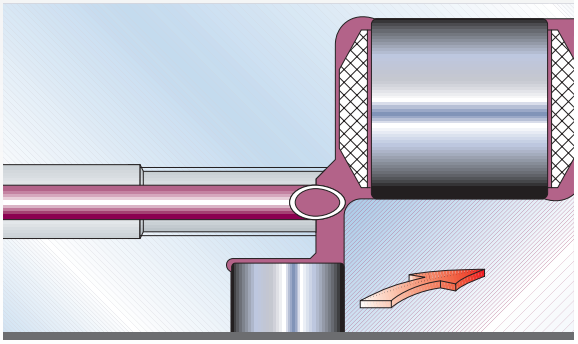


Figura 15: Dettaglio del prelievo

Cuscinetti senza fori di campionamento del grasso
Se il cuscinetto non dispone di fori di campionamento del grasso, prelevare uno o più campioni di grasso in corrispondenza della guarnizione. Pulire questa area in prossimità di un ingrassatore. Prelevare preferibilmente il campione nell'area di lavoro principale e/o in posizione sfalsata di 180°.

Durante il reingrassaggio in corrispondenza dell'ingrassatore di cui sopra (senza ruotare il cuscinetto), prelevare il primo grasso in uscita dal labbro di tenuta (figura 16). Sono sufficienti 3 cm³.

Avvertenza Effettuare il prelievo con attenzione per evitare che i risultati siano falsificati da contaminazione.

Figura 16: Prelievo di grasso dal labbro di tenuta

Valori limite di Fe
Il valore limite della contaminazione da ferro del lubrificante dipende notevolmente dai parametri operativi e dagli intervalli di lubrificazione. A seconda dell'applicazione, il valore può arrivare anche a 20 000 ppm.

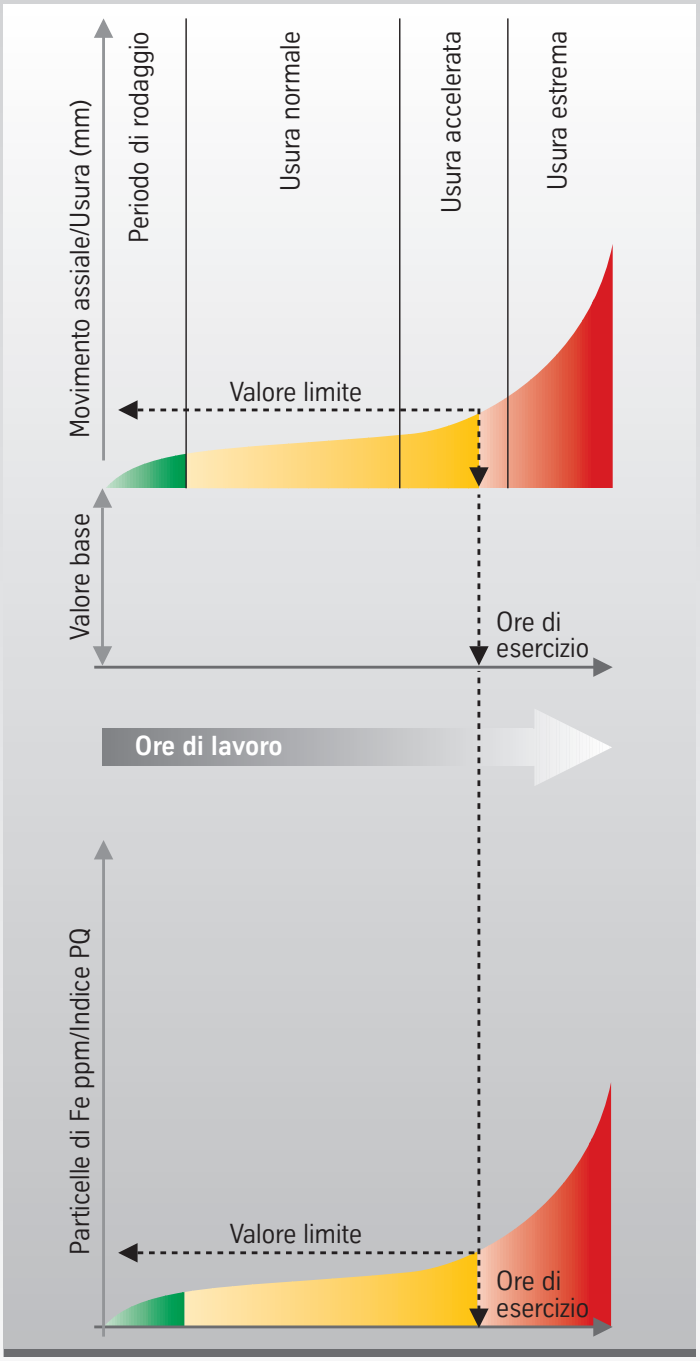


Figura 17: Curve di usura

Curve di usura
Il diagramma mostra l'aumento dell'usura e quello delle particelle di Fe e dell'indice PQ in funzione delle ore di esercizio (figura 17).

Per applicazioni standard vedere i valori delle tabelle 4 – 6 a pagina 93. Quando si raggiungono i valori limite, contattare ThyssenKrupp Rothe Erde.

Tabella 7: Tabella delle misurazioni

Customer:				Application:			Location:		
ThyssenKrupp Rothe Erde drawing no.:				ThyssenKrupp Rothe Erde order no.:			Year of manufacture:		
Date									
Operating hours		0							
Measuring point		Basic measurement	1	2	3	4	5	6	7
				Repeated measurement (12 months interval)					
1	Main load area								
	180° opposite								
2	Main load area								
	180° opposite								
3	Main load area								
	180° opposite								
4	Main load area								
	180° opposite								
Grease sample no. Fe particles ppm/ PQ index	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
Grease									
Lubrication system Quantity/interval									
Comments									

I valori delle misurazioni e delle analisi e le informazioni specifiche del cuscinetto devono essere inseriti in una tabella separata (vedere tabella 7) e messi a disposizione di ThyssenKrupp Rothe Erde. Inviare la scatola portacampioni a ThyssenKrupp Rothe Erde.

ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Service
Beckumer Straße 87
59555 Lippstadt
service.rotheerde@thyssenkrupp.com

ThyssenKrupp Rothe Erde invia i campioni di grasso ad un laboratorio qualificato e approvato.

Vantaggio Brevi tempi di lavorazione e notifica a mezzo mail dei risultati delle analisi e delle misure di usura.

Per ottenere il **Kit di campionamento del grasso** rivolgersi al seguente indirizzo:
ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Tremoniastraße 5–11
441 37 Dortmund
Telefono +49 (231) 186-0
Telefax +49 (231) 186-2500
sales.rotheerde@thyssenkrupp.com

Smaltimento a fine vita

AVVERTENZA

Lo smaltimento può comportare pericoli per l'ambiente
- Rispettare le direttive sullo smaltimento rifiuti
- Rispettare le norme nazionali di legge

Smontare il cuscinetto quando non è più utilizzato. Smaltire grasso, guarnizioni e parti in plastica secondo le leggi in vigore sullo smaltimento dei rifiuti. Inviare gli anelli dei cuscinetti e i corpi volventi agli idonei centri di riciclo (Material Recycling).

Montage · Smering · Onderhoud (MSO)

Geldt niet voor lagers met specifieke MSO-instructies – bij de levering van vervangende lagers is het dringend noodzakelijk, dat met de installatiefabrikant contact opgenomen wordt voor de montage, smering en het onderhoud.

ThyssenKrupp Rothe Erde biedt een omvangrijke service voor draaikranslagers (zie document Rothe Erde® Slewing Bearing Service of www.thyssenkrupp-rotheerde.com).

Transport en behandeling

GEVAAR

Levensgevaar door hangende last

- Niet onder de last treden
- Geschikte aanslagmiddelen kiezen
- Geschikte hijsmiddelen kiezen
- Geschikte transportgaten zijn in de lagertekening weergegeven

Net als alle andere machine-elementen vereisen ook grote draaikranslagers een zorgvuldige behandeling. Deze mogen alleen in horizontale toestand getransporteerd en bewaard worden. Bij enkele lagers dienen ringschroeven/ wentelschroeven in de aanwezige transportboringen resp. bevestigingsboringen te worden geschroefd. In speciale gevallen, zoals bijv. bij schuin transport, wordt een verstijvingelement (transportkruisen) aangebracht. Het lagergewicht kan afgelezen worden van de kist resp. het pallet. Radiale schokken dienen absoluut vermeden te worden.

Opslag

AANWIJZING

Gevoelig oppervlak

- Niet met scherp mes de verpakking openen
- Oppervlak kan beschadigd raken

In overdekte opslagplaatsen ca. 6 maanden. In gesloten ruimten met geregelde temperatuur (temperatuur > 12 °C) ca. 12 maanden. Het bewaren in de openlucht is niet toegelaten.

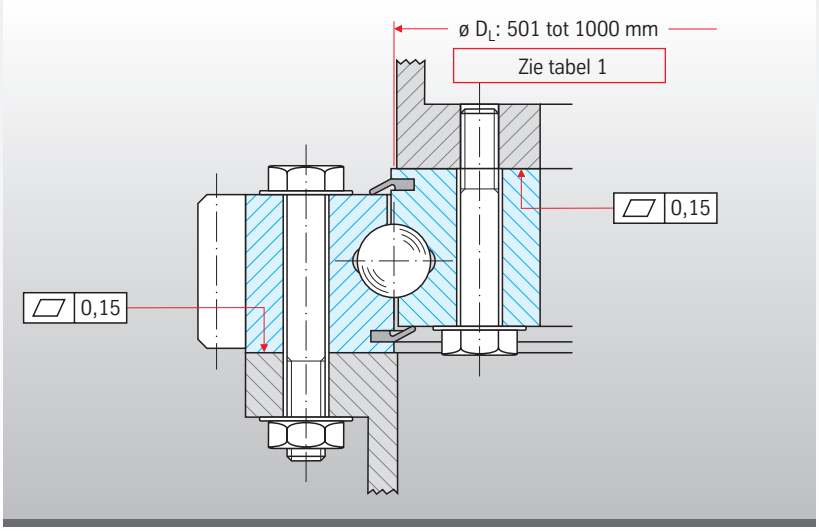
Langere bewaringstijden vereisen een speciale conservering. Na een langere bewaringsduur van het grote rollager kan een verhoging van het wrijvingsmoment optreden als gevolg van het aanzuigen van de dichtingslippen. Door de dichtingslip langs de hele omvang van het lager met een stomp voorwerp voorzichtig op te tillen en het grote rollager meermaals meer dan 360° naar links en naar rechts te draaien, daalt het wrijvingsmoment naar de normale waarde.

Leveringstoestand

- Loopsysteem
  De draaikranslagers worden geleverd met een vulling van één van de vetten (zie tabel 3, pagina 105) (indien geen speciale smeermiddelen of specifieke vethoeveelheden voorgeschreven zijn).

- Buitenvlakken
  De buitenvlakken zijn geconserveerd met Cortec VpCI 369/H10.

- Vertanding
  De vertanding is niet gesmeerd. De conservering gebeurt op dezelfde manier als bij de buitenste vlakken.



Afbeelding 1: Voorbeeld voor vlakheidsafwijking volgens DIN EN ISO 1101

Montage · Smering · Onderhoud (MSO)
Geldt niet voor lagers met specifieke MSO-instructies – bij de levering van vervangende lagers is het dringend noodzakelijk, dat met de installatiefabrikant contact opgenomen wordt voor de montage, smering en het onderhoud.

Montage

⚠ AANWIJZING

Mogelijke huidirritatie door conserveringsmiddelen
- Bij het verwijderen handschoenen dragen
- Andere geldende documentatie van de fabrikant in acht nemen

⚠ GEVAAR

Gevaar voor beknelling bij de neerlegging van de last
- Vóór het neerleggen de neerlegplaats controleren
- Op medewerkers letten

Een plat, vet- en olievrij oplegvlak is een voorwaarde voor de lagermontage. Lasparels, graatvorming, lak en andere oneffenheden dienen verwijderd te worden. De lagerringen moeten volledig worden ondersteund door de aansluitende constructie.

ThyssenKrupp Rothe Erde adviseert een controle van het oplegvlak met een nivelleer- of laserapparaat (wordt door ThyssenKrupp Rothe Erde aangeboden als service). De toegelaten vlakheidswaarden vindt u in tabel 1. Piekvorming in kleine sectoren dient vermeden te worden, d.w.z. dat het curve-verloop tussen 0° en 180° slechts eenmaal gelijkmatig mag stijgen en weer dalen.

Tabel 1: toegelaten vlakheidsafwijking van de oplegvlakken volgens DIN EN ISO 1101

Loopcirkel Ø in mm D_L	Vlakheid volgens DIN EN ISO 1101 per oplegvlak in mm voor		
	BF 01 Kogel-draaiverbindingen met twee rijen BF 08 Axiaal-kogellager	BF 06 Kogel-draaiverbindingen vierpuntlager met één rij BF 09 Dubbel vierpuntlager BF 25, 23, 28 profiellagers*	BF 19 BF 13 Rol-draaiverbindingen BF 12 Gecombineerde lagers
tot 500	0,15	0,10	0,07
tot 1000	0,20	0,15	0,10
tot 1500	0,25	0,19	0,12
tot 2000	0,30	0,22	0,15
tot 2500	0,35	0,25	0,17
tot 4000	0,40	0,30	0,20
tot 6000	0,50	0,40	0,30
tot 8000	0,60	0,50	0,40

BF = de afkorting van "Bauform" (is bouwvorm) en refereert aan de eerste twee cijfers van het tekening nummer.
Voor speciale uitvoeringen als precisielagers met hoge loopprecisie en weinig lagerspeling mogen de toegelaten waarden van tabel 1 niet worden gebruikt; in dit geval ruggespraak voeren met ThyssenKrupp Rothe Erde a.u.b.: www.thyssenkrupp-rotheerde.com
*) Voor normale lagers BF 25, BF 23 zijn dubbele waarden toegelaten.

Montage · Smering · Onderhoud (MSO)
Geldt niet voor lagers met specifieke MSO-instructies – bij de levering van vervangende lagers is het dringend noodzakelijk, dat met de installatiefabrikant contact opgenomen wordt voor de montage, smering en het onderhoud.

Als de waarden worden overschreden, is een mechanische bewerking van de lageraansluitvlakken op de aansluitconstructie nodig. De inbouwpositie van de grote rollagers moet overeenstemmen met de positie op de tekening.

Voor het verwijderen van de conservering kan een alkalisch reinigingsmiddel worden gebruikt. Oplosmiddelen mogen niet in contact komen met de pakkingen en de loopbaan. De conservering moet verwijderd worden van het bovenste en het onderste oplegvlak van het grote rollager en van de vertanding.

Aanwijzing De conservering kan probleemloos worden verwijderd met een (bijv. biologisch afbreekbare) alkalische reiniger.

Voordeel Snelle verwijdering van de conservering en minimale invloed op het milieu.

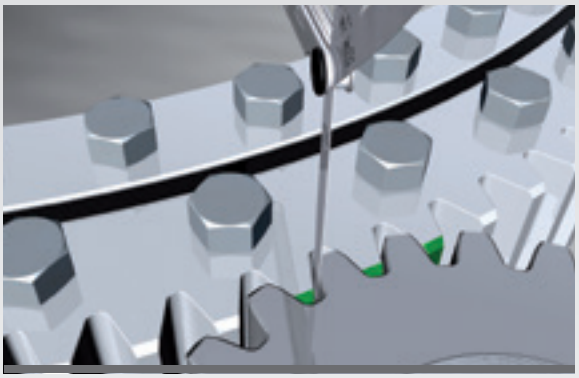
Hardheid-slip
De niet geharde plaats tussen begin en einde van de loopbaanharding is gekenmerkt door een ingeslagen „S“ aan de binnen- resp. buitendiameter van elke lagerring. Bij de getande ring is de hardheid-slip op het axiale vlak gemarkeerd. De slipplaats „S“ moet aan de ring met puntlast buiten de hoofdbelastingszone liggen. Als de hoofdarbeidszone voor de toepassing bekend is, dan moet de slipplaats van de ring met omvangbelasting ook buiten de hoofdbelastingszone worden geplaatst.

Vertanding

⚠ GEVAAR

Gevaar voor beknelling door vrijliggende tandwielen
• Niet in het werkbereik grijpen

De tandflankenspeling op de drie groen gemarkeerde tanden moet minstens 0,03 – 0,04 x module bedragen. Na het definitieve aanhalen van het lager moet de flankenspeling nogmaals worden gecontroleerd langs de volledige omvang. Aan het aandrijftandwiel moet een koprandafronding en een kopflankterugname worden voorzien (zie hoofdstuk „Gearing“ in de catalogus Rothe Erde® Slewing Bearings of www.thyssenkrupp-rotheerde.com).



Afbeelding 2: Meten van de tandflanken speling

Montage · Smering · Onderhoud (MSO)
Geldt niet voor lagers met specifieke MSO-instructies – bij de levering van vervangende lagers is het dringend noodzakelijk, dat met de installatiefabrikant contact opgenomen wordt voor de montage, smering en het onderhoud.

Tabel 2

Schroefdraad-/ schroef-diameter	Boring-diameter mm	Aanhaalmomenten Nm bij schroeven van de stabiliteitsklasse $\mu_G \approx \mu_K = 0{,}14$	
		voor hydr. + elektr. M_d-schroevers	voor M_d-sleutels
	DIN EN 20273	10.9	10.9
M 12	14	137	123
M 14	16	218	196
M 16	17,5	338	304
M 18	20	469	422
M 20	22	661	594
M 24	26	1136	1022
M 27	30	1674	1506
M 30	33	2274	2046
		Grade 8	Grade 8
UNC 5/8" – 11	18	286	260
UNC 3/4" – 10	21	506	460
UNC 7/8" – 9	25	803	730
UNC 1" – 8	27,5	1210	1100
UNC 1 1/8" – 7	32	1716	1560
UNC 1 1/4" – 7	35	2410	2190
		Grade 8	Grade 8
UNF 5/8" – 18	18	320	290
UNF 3/4" – 16	21	560	510
UNF 7/8" – 14	25	902	820
UNF 1" – 12	27,5	1330	1210
UNF 1 1/8" – 12	32	1936	1760
UNF 1 1/4" – 12	35	2685	2440

Schroefverbinding
Schroefboringen van lager en aansluitcon-structie moeten overeenstemmen, anders wordt een ontoelaatbare verspanning veroorzaakt. Doorgangsboringen dienen in overeenstemming met DIN EN 20 273, rij midden, te worden uitgevoerd – zie tabel 2.

Montage · Smering · Onderhoud (MSO)
Geldt niet voor lagers met specifieke MSO-instructies – bij de levering van vervangende lagers is het dringend noodzakelijk, dat met de installatiefabrikant contact opgenomen wordt voor de montage, smering en het onderhoud.

Bevestigingsschroeven
Bevestigingsschroeven, moeren en ringen (zonder oppervlaktebehandeling) normaal in stabiliteitsklasse 10.9 volgens DIN ISO 267. Vastgelegd aantal en diameter dienen absoluut gerespecteerd te worden. Schroeven zorgvuldig kruiselings aanhalen op de voorgeschreven waarden, tabel 2 op pagina 103 toont enkele richtwaarden. De vlakpersing onder de schroefkop resp. de moer mag de toegelaten grenswaarden niet overschrijden (zie hoofdstuk „Fastening bolts“ in de catalogus Rothe Erde® Slewing Bearings of www.thyssenkrupp-rotheerde.com ook m.b.t. de minimum-klemlengte). Bij een overschrijding van de grensvlakpersing moeten onderlegringen met geschikte grootte en stabiliteit worden gebruikt. Voor blindgatdraden moet de minimum inschroefdiepte worden gegarandeerd. Als er een schroefcilinder wordt gebruikt, dan moet bij de schroeven of stiftbouten voor de nodige schroefdraadoverstand worden gezorgd en moeten de passende ringen worden gebruikt (zie hoofdstuk „Bolts“ in de catalogus Rothe Erde® Slewing Bearings of www.thyssenkrupp-rotheerde.com).

Het vastleggen van de aanhaalmomenten is niet alleen gebaseerd op de stabiliteitsklasse van de schroeven en het aanhaalprocédé, maar is ook afhankelijk van de wrijving in de schroefdraad en aan de oplegvlakken tussen schroefkop en moer. De in de tabel 2, pagina 103 vermelde aanhaalmomenten zijn richtwaarden, die betrekking hebben op licht geoliede schroefdraad en oplegvlak.

Droge schroefdraden vereisen hoge, sterk geoliede schroefdraden lagere aanhaalmo-menten. De waarden kunnen daarom sterk variëren. Dit geldt in het bijzonder voor schroefdraden groter dan M 30 resp. 1¼". Vanaf deze grootte wordt het gebruik van schroefspancilinders aanbevolen. Indien de wrijvingskwaliteit niet verzekerd is, dan moet een geschikte wrijvingswaardeverbeteraar of vormsluiting worden gebruikt. Het vastlassen van de grote rollagers is niet toegelaten.

Smering en Onderhoud
De smeernippels moeten allemaal goed toegankelijk zijn, evt. dienen smeerleidingen te worden voorzien. ThyssenKrupp Rothe Erde adviseert automatische centrale smeerinstallaties. De smering van het loopsysteem en de vertanding moet onmiddellijk na de montage worden uitgevoerd. Hiervoor, en voor elke latere smeerbeurt, dienen smeermiddelen uit tabel 3, pagina 105 te worden gebruikt. Bij deze loopbaanvetten gaat het uitsluitend om KP 2 K-vetten, d.w.z. met lithium verzeepte minerale oliën van de NLGI-klasse 2 met EP-additieven. Die in tabel 3, pagina 105 vermelde smeermiddelen voor de loopbaan zijn onderling mengbaar. De smeermiddelen staan in alfabetische volgorde. De vetvulling vermindert wrijving, beschermt tegen corrosie en is bestanddeel van de afdichting.

Daarom altijd voldoende bijsmeren, zodat zich aan de volledige omvang van de lagerspleet resp. de pakkingen een dikke vetkraag met vers vet vormt. Lagers bij het smeren draaien of voldoende zwenken.

Smeermiddelen

⚠ VOORZICHTIG

Mogelijke huidirritatie door smeermiddelen
- Draag handschoenen bij de omgang met smeermiddelen
- Andere geldende documentatie van de fabrikant in acht nemen

Specifieke vragen m.b.t. de smeermiddelen bespreekt u a.u.b. met de desbetreffende smeermiddelfabrikant.

De in tabel 3, pagina 105 vermelde vetten zijn vrijgegeven voor onze draaikranslagers en getest met het oog op compatibiliteit met de door ThyssenKrupp Rothe Erde gebruikte materialen voor afstandshouders en pakkingen. De vettenlijst heeft geen aanspraak op volledigheid.

Montage · Smering · Onderhoud (MSO)
Geldt niet voor lagers met specifieke MSO-instructies – bij de levering van vervangende lagers is het dringend noodzakelijk, dat met de installatiefabrikant contact opgenomen wordt voor de montage, smering en het onderhoud.

Tabel 3: Smeermiddelen

ARAL	●	Aralub HLP 2	243 K tot 393 K (−30 °C tot +120 °C)
	▲	Castrol Molub-Alloy OG 936 SF Heavy	243 K tot 373 K (−30 °C tot +100 °C)
Castrol	●	Spheerol EPL 2	253 K tot 413 K (−20 °C tot +140 °C)
	▲	Castrol Molub-Alloy OG 9790/2500-0	253 K tot 363 K (−20 °C tot +90 °C)
KLÜBER LUBRICATION	●	Centoplex EP 2	253 K tot 403 K (−20 °C tot +130 °C)
	▲	Grafloscon C-SG 0 ultra	243 K tot 473 K (−30 °C tot +200 °C)
LUBRITECH	●	Lagermeister EP 2	253 K tot 403 K (−20 °C tot +130 °C)
	▲	Ceplattyn KG 10 HMF	263 K tot 413 K (−10 °C tot +140 °C)
Mobil	●	Mobilux EP 2	253 K tot 393 K (−20 °C tot +120 °C)
	▲	Mobilgear OGL 461	253 K tot 393 K (−20 °C tot +120 °C)
Shell	●	Gadus S2 V220 2	248 K tot 403 K (−25 °C tot +130 °C)
	▲	Gadus S2 OGH NLGI 0/00	263 K tot 473 K (−10 °C tot +200 °C)
TOTAL	●	Multis EP 2	248 K tot 393 K (−25 °C tot +120 °C)
	▲	Copal OGL 0	248 K tot 423 K (−25 °C tot +150 °C)

● Loopbaan vet
▲ Vertandings vet

Bij het gebruik van andere smeermiddelen moet de smeermiddelfabrikant bevestigen dat het desbetreffende smeermiddel geschikt is. De eigenschappen moeten minstens overeenstemmen met de in tabel 3 vermelde vetten en de compatibiliteit met de door ons gebruikte materialen moet verzekerd zijn. Bij het gebruik van automatische smeerinrichtingen moet de smeermiddelfabrikant bevestigen dat het desbetreffende smeermiddel hiervoor geschikt is. Bij lage temperaturen dienen speciale smeermiddelen te worden gebruikt.

Smeermiddelen vormen een bedreiging voor de waterkwaliteit. Ze mogen niet in de bodem, in het grondwater of de riolering dringen.

Montage · Smering · Onderhoud (MSO)
Geldt niet voor lagers met specifieke MSO-instructies – bij de levering van vervangende lagers is het dringend noodzakelijk, dat met de installatiefabrikant contact opgenomen wordt voor de montage, smering en het onderhoud.

Bijsmeren van het loopsysteem
Tijdens het bijsmeren moet het lager worden gedraaid of voldoende worden gezwenkt, tot vers vet verschijnt aan de volledige omvang van het lager, aan de dichtingslippen of de labyrinten. Het is de taak van het onderhoudspersoneel d.m.v. gerichte controle van de smeertoestand van de loopbanen de individuele verbruikhoeveelheden en intervallen vast te leggen. Onder extreme omstandigheden, zoals bijv. in de tropen, bij een hoge vochtigheid, sterke stof- en vuilinwerking of sterke temperatuurschommelingen, moeten de bijsmeerhoeveelheden verhoogd en de intervallen verkort worden.

Voor draaistellagers van spoor- en wegvoertuigen en lagers voor windenergie-installaties gelden speciale voorschriften.

Voor gedeeltelijk gemonteerde lagers, of indien tussen de montage van de lagers en de inbedrijfstelling van het apparaat stilstandtijden optreden, moeten passende onderhoudsmaatregelen worden getroffen. De lagers dienen bijv. uiterlijk na 3 maanden te worden bijgesmeerd – en daarna in intervallen van 3 maanden – en daarbij gedraaid resp. voldoende gezwenkt worden. Voor en na langere buitenbedrijfstelling van het apparaat is het bijsmeren absoluut noodzakelijk.

Reiniging van het apparaat
Bij het reinigen van het apparaat dient u erop te letten dat geen reinigingsmiddelen of water de pakkingen beschadigt of in de loopbanen kan dringen.

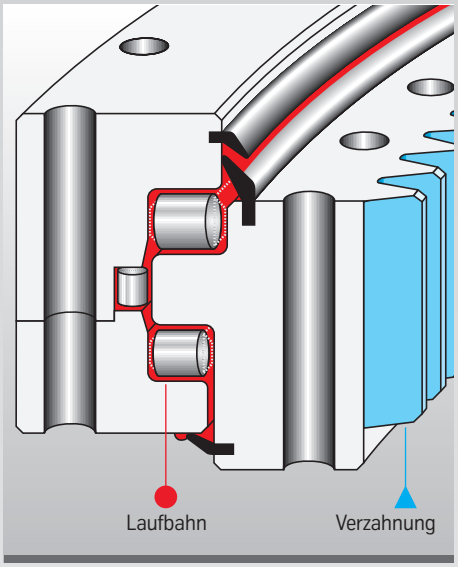


Bild 3

Bijsmeren van de vertanding
Wij adviseren een automatisch smering van de vertanding. De tandflanken moeten altijd over een voldoende dikke vetfilm beschikken. Het is de taak van het onderhoudspersoneel d.m.v. gerichte controle van de smeertoestand van de vertanding de individuele verbruikhoeveelheden en intervallen vast te leggen.

Aanwijzing Een goede smering is absoluut vereist voor het loopsysteem en vertanding. Alleen zo kan een bevredigende gebruiksduur worden bereikt.

Voordeel Optimaal gebruik van smeermiddel correcte intervallen verlengen de levensduur van de installatie.

Controle van de schroeven
Een voldoende hoge schroefvoorspankracht moet gedurende de volledige levensduur behouden blijven. Op basis van praktische ervaringen, ter compensatie van zettingsverschijnselen, adviseren wij de schroeven met het vereiste aanhaalmoment resp. de voorspankracht aan te halen resp. bij te spannen.

Montage · Smering · Onderhoud (MSO)
Geldt niet voor lagers met specifieke MSO-instructies – bij de levering van vervangende lagers is het dringend noodzakelijk, dat met de installatiefabrikant contact opgenomen wordt voor de montage, smering en het onderhoud.

Controle van het loopsysteem

GEVAAR

Bij het overschrijden van de maximaal toelaatbare slijtage-grenzen is er gevaar voor ongevallen en levensgevaar

- Bij het bereiken van de slijtagegrenzen moet het apparaat buiten werking worden gezet

VEILIGHEIDSINSTRUCTIES

- Tijdens de werking moet worden gegarandeerd, dat de slijtagegrenzen van het lager niet worden bereikt. Met betrekking tot nadere informatie (tekeningen/ procedures) zie www.thyssenkrupp-rotheerde.com.
- De opgetreden slijtage moet regelmatig gecontroleerd en gedocumenteerd worden
- De procedure is in het handboek beschreven
- Bij openstaande vragen moet ThyssenKrupp Rothe Erde worden geraadpleegd

Bij de ingebruikname adviseren wij een meting van de kantelspeling- of dalingsmeting uit te voeren (zie hoofd-stuk „Bearing inspection“ in de catalogus Rothe Erde® Slewing Bearings of www.thyssenkrupp-rotheerde.com). Er moet worden gegarandeerd dat de slijtagegrenzen van het lager niet bereikt worden. Wij adviseren deze meting in passende intervallen te herhalen. Bovendien kan een monster van het gebruikte vet worden genomen en geanalyseerd worden.

Controle van de pakking

Pakkingen minstens alle 6 maanden controleren; bij beschadiging moeten de pakkingen worden vervangen.

ThyssenKrupp Rothe Erde service-ondersteuning

Voor de continue en storingsvrije werking van onze draaikranslagers bieden wij u de volgende service:

Montage
- Beoordeling van de oplegvlakken/ lasermeting
- Lagermontage
- Referentiemeting
- Ingebruikname

Onderhoud en inspectie
- Slijtagemeting
- Schroevencontrole
- Smeermiddelanalyse
- Pakkingwisseling

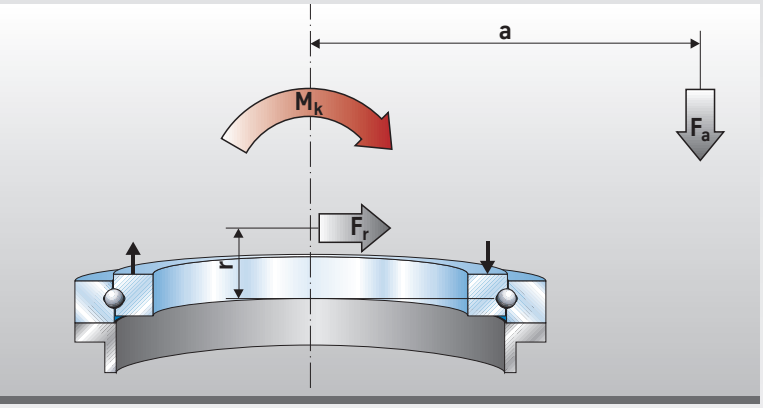
Reparatiedienst
- Reparaties
- Algehele controle

Overige
- Opleidingen
- Technische ondersteuning

Lagerinspectie

Schade voorkomen
Slijtagemetingen maken een vroege herkenning van technische problemen mogelijk, voordat deze tot ongeplande installatiestilstand leiden. Zo worden onnodige reparatiekosten en een kostbare uitval van de productie vermeden. Ter beoordeling van de lagertoestand adviseren wij om regelmatig lagerslijtagemetingen uit te voeren.

De slijtage van het loopsysteem wordt door een verandering van de axiale beweging of door daling merkbaar. Deze toename in slijtage kan afhankelijk van de toepassing/lageruitvoering door het meten van de kantelspeling of door dalingsmetingen worden bepaald.



Afbeelding 4: Belastingsprincipe van kantelspelingmeting (axiale beweging)

Afbeelding 5: Principiële opbouw van de kantelspelingmeting

Meting van de kantelspeling
Als het mogelijk is adviseren wij het meten van de kantelspeling voor het bepalen van slijtage. Het belastingsprincipe voor een dergelijke meting toont afbeelding 4.

Er wordt gemeten tussen de onderste aansluitende constructie en de met de bovenste constructie vastgeschroefde lagerring (afbeelding 5). Om daarbij de invloed van elastische vervormingen van de aansluitende constructie te minimaliseren, moet de meting zo dicht mogelijk aan het loopsysteem van het lager plaatsvinden.

Het proces wordt als volgt uitgevoerd:
- Bij de ingebruikname wordt een referentiemeting uitgevoerd.
- Vanuit een vastgelegde positie worden de meetpunten aan de omvang gemarkeerd.
- Voor de nulinstelling van de meetklokken, die een meetnauwkeurigheid van 0,01 mm moeten hebben, moet eerst het maximale terugdraaiende moment worden aangebracht. Vervolgens moet – evt. door het opnemen van een last – een naar voren kantelend moment worden gegenereerd.
- Na het zwenken van de bovenconstructie wordt de meting in de gemarkeerde meetposities herhaald.
(zie tabel 7, pagina 115)

Maximaal toegestane vergroting van de lagerspelingen (gelijkmatige slijtage)
Voor speciale toepassingen (ThyssenKrupp Rothe Erde raadplegen) zijn deze vergrotingen van de lagerspeling niet toegestaan, bijv. draaikranslagers voor kermisattracties 50 % van de vermelde waarden.

Tabel 4: BF* 01, 08 (dubbelrijig hoekcontactkogellager/axiaal kogellager)

Meetproces	Kogeldiameter mm										
	18	20	22	25	30	35	40	45	50	60	70
	max. toegestane slijtagewaarden tot mm										
Dalingsmeting	1,8				2,2		3,0			3,8	
Kantelspelingmeting	2,5				3,0		4,0			5,0	

*BF = bouwvorm (zie register of www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

Tabel 5: BF* 06, 09, 25, 23, 28 (kogellager/profiellager)

Meetproces	Kogeldiameter mm									
	20	22	25	30	35	40	45	50	60	70
	max. toegestane slijtagewaarden tot mm									
Dalingsmeting	1,6			2,0			2,6			3,3
Kantelspelingmeting	2,0			2,6			3,2			4,0

*BF = bouwvorm (zie register of www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

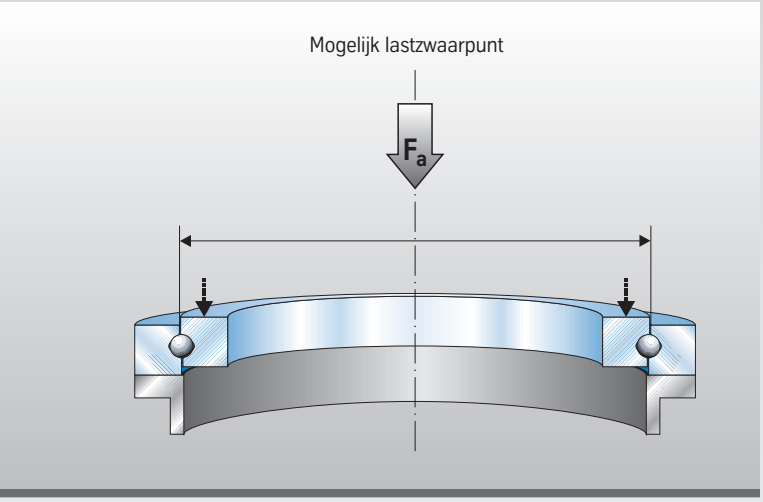
Tabel 6: BF* 12, 13, 19 (rollager draaikrans)

Meetproces	Roldiameter mm													
	16	20	25	28	32	36	40	45	50	60	70	80	90	100
	max. toegestane slijtagewaarden tot mm													
Dalingsmeting	0,8		1,2			1,6			2,0			2,4		
Kantelspelingmeting	1,4		2,0			2,8			3,5			4,2		

*BF = bouwvorm (zie register of www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

Controle van de vertanding
In de loop van de gebruiksduur treedt het glad worden van de inlaat en slijtage van de vertanding op. Een toegestane slijtagegrenswaarde is sterk afhankelijk van de toepassing. De ervaring leert dat de toegestane slijtage tot 0,1 x module per tandflank kan bedragen.

Dalingsmeting
Waar een kantelspelingmeting niet mogelijk is, raden we aan om een dalingsmeting uit te voeren. Daarbij ligt het zwaartepunt uit de lastcombinaties binnen de loopcirkeldiameter van het lager. Het belastingsprincipe is in afbeelding 6 weergegeven.

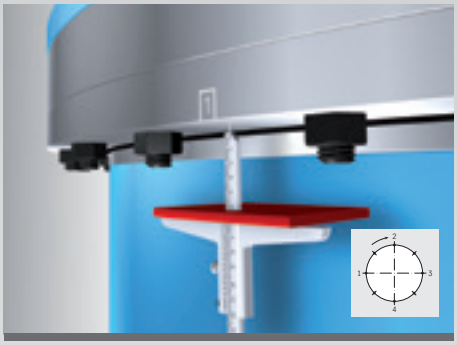


Afbeelding 6: Belastingsprincipe van de dalingsmeting

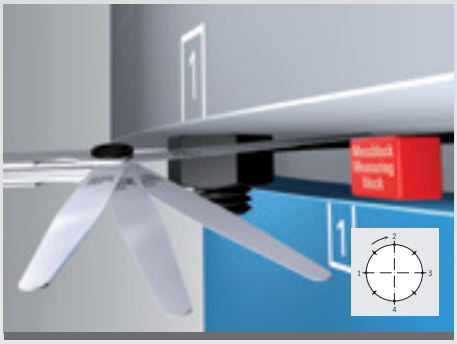
Gemeten wordt tussen de onderste aansluitende constructie en de met de bovenste constructie vastgeschroefde lagerring (afbeeldingen 7, 8). De procedure is vergelijkbaar met die van de meting van de kantelspeling:

- Ook hier worden bij de ingebruikname van het apparaat referentiewaarden bepaald.
- Vanuit een vastgelegde positie worden de meetpunten aan de omvang gemarkeerd.

Op geschikte intervallen moet na het controleren van de bevestigingsbouten van het lager een herhaling van de kantelspeling- of dalingsmeting onder dezelfde omstandigheden worden uitgevoerd. Deze verschillen met de referentiemeting toont de tussentijds opgetreden slijtage. Bij toenemende slijtagewaarden moet met kortere tussenpozen worden gemeten.



Afbeelding 7: Principiële opbouw van de dalingsmeting met diepteschuifmaat

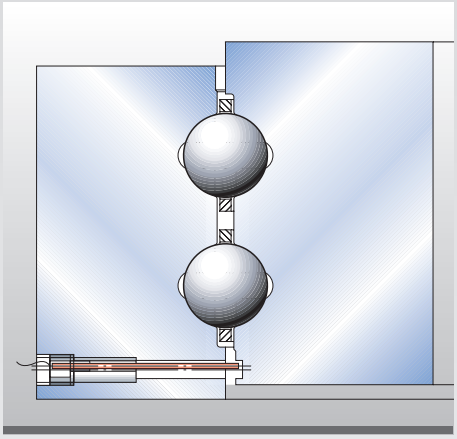


Afbeelding 8: Principiële opbouw van de dalingsmeting met voelermaat

Voordeel Door een eenduidige beoordeling van de lagertoestand kunnen versleten onderdelen op tijd worden vervangen. Samen met een optimaal beheer van reserveonderdelen kunnen zodoende schadegevallen en langere stilstandtijden worden vermeden.

Aanwijzing Worden de toegestane slijtagewaarden (tabellen 4, 5 en 6, pagina 109) overschreden, dan adviseren wij om het apparaat buiten bedrijf te stellen.

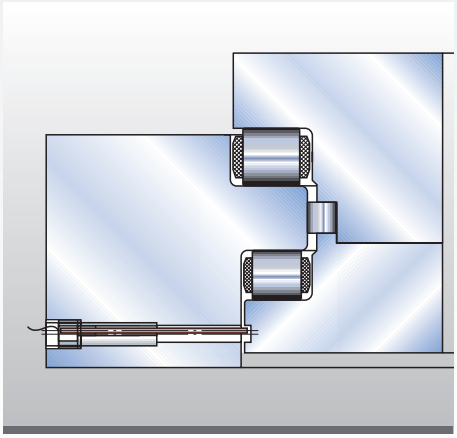
Het alternatief:
Geïntegreerde slijtage-meetinrichting (IWM)
Om de functionaliteit en betrouwbaarheid van de installaties verder te optimaliseren, werkt ThyssenKrupp Rothe Erde onophoudelijk aan innovatieve oplossingen voor de permanente toestandbewaking. De geïntegreerde slijtage-meetinrichting voor draaikranslagers is een gepatenteerde uitvinding, het maakt een online-controle van de maximaal toelaatbare axiale speling resp. de daling van de draaikrans mogelijk.



Afbeelding 9

Voordeel Bedrijfsonderbrekingen voor de registratie van de axiale speling zijn niet noodzakelijk.

In het bereik van de piekbelasting van de loopbanen bevindt zich een pen van roestvrij staal. Deze is – elektrisch geïsoleerd – in een ring gemonteerd. De pen steekt in een groef, die zich in de contraring bevindt. De maximaal toelaatbare speling is d.m.v. de groefbreedte instelbaar.



Afbeelding 10

Verandert de speling in onaanvaardbare mate, dan raken de ring en de pen elkaar aan. Door de elektrische aansluiting van de pen, wordt bij het aanraken van pen en contraring een signaal geactiveerd. Dit signaal geeft aan dat de maximale relatieve verplaatsing van de ringen bereikt is en een lagerinspectie nodig is.

Voordeel Het vervormen van de aansluitende constructie of buigzaamheid van de schroefverbindingen beïnvloeden het meetresultaat niet essentieel. De elastische benadering van de loopbanen, de axiale speling van het lager en de vlakheidsafwijking van het oplegvlak worden gecompenseerd. Kosten voor het onderhoudspersoneel worden geminimaliseerd.

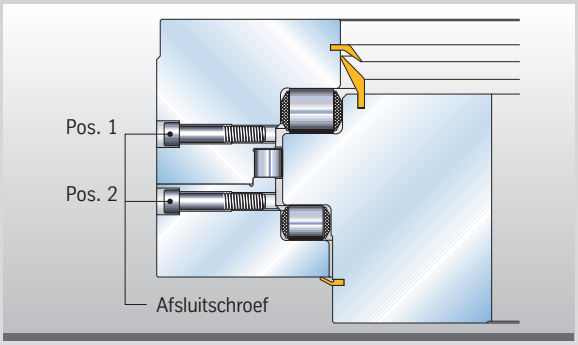
Afbeelding 11: Set voor bemonstering van vetmonsters

Set voor bemonstering van vetmonsters
Parallel, d.w.z. gelijktijdig met de inspectiemetingen, worden de gebruikte vetmonsters genomen. De analyse van het gebruikte vet geeft nadere informatie over de toestand van de loopbaan.

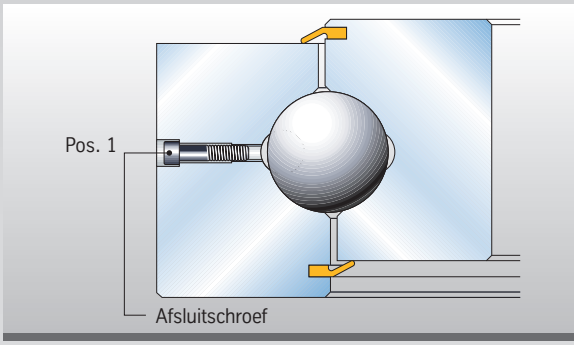
Lager met gaten voor vetmonsters

	⚠ VOORZICHTIG **Mogelijke huidirritatie door smeermiddelen** • Draag handschoenen bij de omgang met smeermiddelen • Andere geldende documentatie van de fabrikant in acht nemen

De set voor bemonstering van vetmonsters bestaat uit een kunststof slang, diverse sluitdoppen, een zuigapparaat, een monsterdoos voor max. 5 vetmonsters en een informatieblad. De procedure wordt gedetailleerd beschreven.



Afbeelding 12: Drierijige rollager draaikransen met gaten voor vetmonsters



Afbeelding 13: Enkele rij kogellager met gat voor vetmonsters

De vetmonsters moeten uit de hoofdbelastingszone worden genomen.

De voor de bemonstering geselecteerde afsluitschroef (M16 EN ISO 4762) wordt verwijderd (afbeeldingen 12 en 13), positie 1 en evt. tegenover, positie 2.

Voor het nemen van het vetmonster moet de meegeleverde slang, iets langer dan de totale lengte van het gat voor vetmonsters, schuin (45°) worden afgesneden. De slang wordt tot in het loopbaanbereik in het desbetreffende gat gevoerd (afbeelding 14).

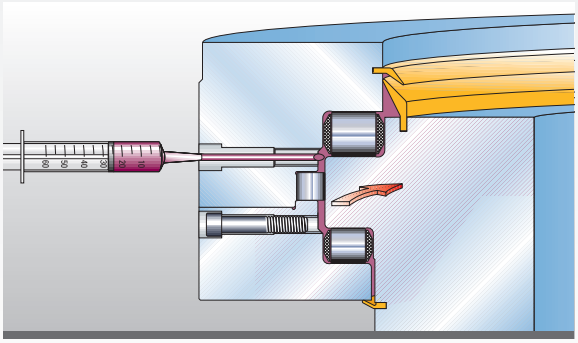
Daarbij moet het 45°snijvlak tegen de draairichting in worden gepositioneerd (afbeelding 15).

De bemonsteringsgaten moeten met de afsluitschroeven weer worden afgesloten.

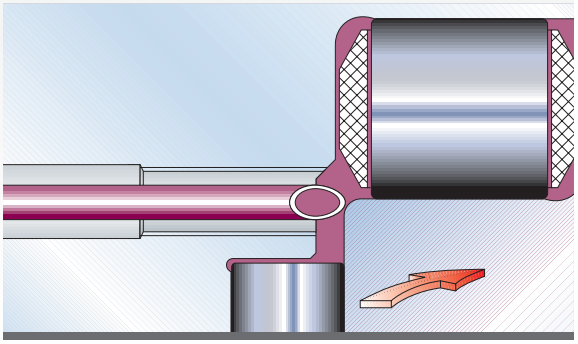
Na het ontnemen van het vet worden beide slanguiteinden met de plasticdoppen afgesloten.

Het vetmonster wordt genummerd en in de gekenmerkte monsterdoos opgeslagen.

Op de monsterdoos wordt de benodigde informatie (zie set voor bemonstering van vetmonsters, afbeelding 11, pagina 112) aan de bovenkant aangebracht.



Afbeelding 14: Ontnemen



Afbeelding 15: Detailgedeelte ontnemen

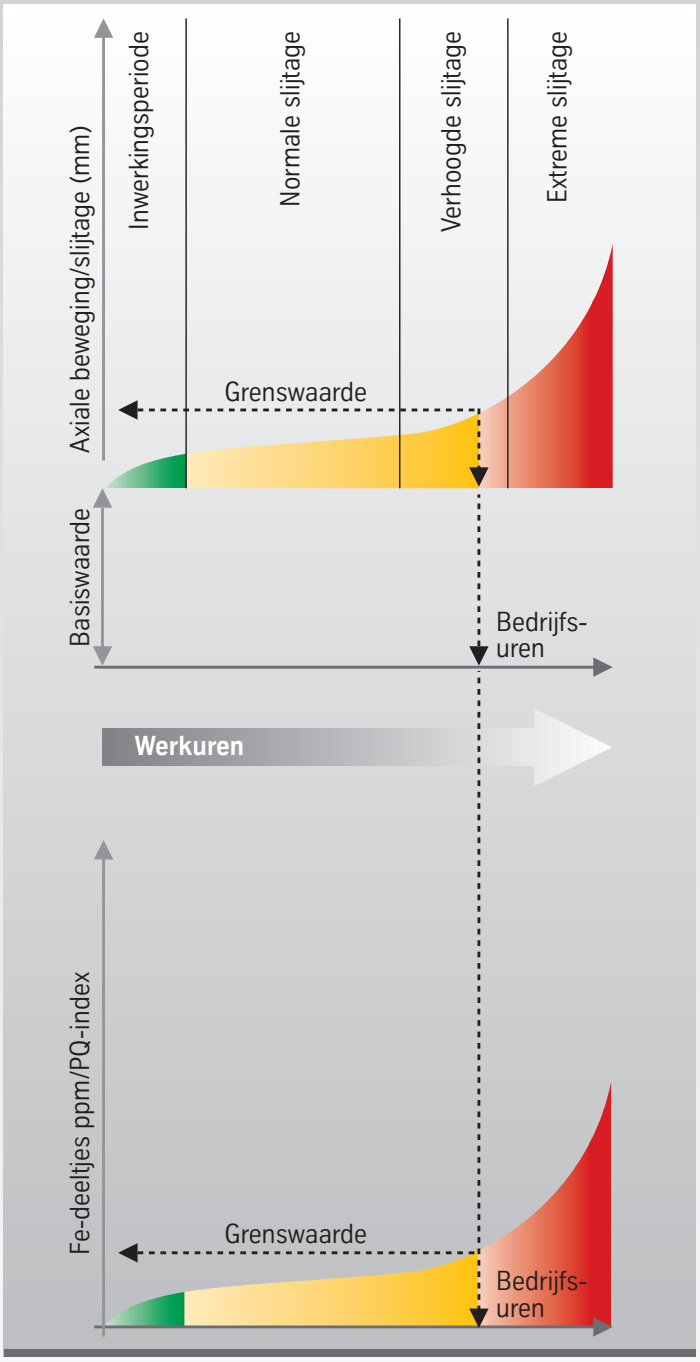
Lager zonder gaten voor vetmonsters
Als er aan het lager geen gaten voor vetmonsters zijn aangebracht, dan worden één of meer vetmonsters aan de pakking weggenomen. Dit bereik wordt in de buurt van een smeernippel schoongemaakt. Bij voorkeur moet het ontnemen in het hoofdwerkbereik en/of 180° verplaatst, plaatsvinden.

Tijdens het nasmeren aan de bovengenoemde smeernippel (zonder rotatie van het lager) wordt het eerst vrijkomende vet aan de dichtingslip weggenomen (afbeelding 16). Een hoeveelheid van 3 cc is voldoende.

Aanwijzing Zorg voor een zorgvuldige verwijdering, anders krijgt u een resultaatvervalsing door verontreiniging.

Afbeelding 16: Ontnemen van het vet aan de afdichtingslip

Fe-grenswaarden
Een grenswaarde voor toegestane Fe-contaminatie van het smeermiddel is in sterke mate afhankelijk van de bedrijfsparameters en nasmeerintervallen. Afhankelijk van de toepassing kan de waarde tot 20 000 ppm bedragen.



Afbeelding 17: Slijtagecurves

Slijtagecurves
De grafiek toont de slijtagetoename, resp. Fe-deeltjes en PQ index toename afhankelijk van het aantal bedrijfsuren (afbeelding 17).

Voor standaard toepassingen zie de waarden in de tabellen 4 – 6, pagina 109. Bij het bereiken van de grenswaarden a.u.b. met ThyssenKrupp Rothe Erde contact opnemen.

Tabel 7: Meettabel

Customer:			**Application:**			**Location:**			
ThyssenKrupp Rothe Erde drawing no.:			**ThyssenKrupp Rothe Erde order no.:**			**Year of manufacture:**			
Date									
Operating hours	0								
Measuring point	**Basic measurement**	**1**	**Repeated measurement (12 months interval) 2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	
1 Main load area									
180° opposite									
2 Main load area									
180° opposite									
3 Main load area									
180° opposite									
4 Main load area									
180° opposite									
1									
Grease sample no. 2									
Fe particles ppm/ 3									
PQ index 4									
5									
Grease									
Lubrication system Quantity/interval									
Comments									

De meet- en analysewaarden en de lagerspecifieke informatie moeten in een aparte tabel (zie tabel 7) worden ingevuld en aan ThyssenKrupp Rothe Erde ter beschikking worden gesteld. De monsterdoos naar ThyssenKrupp Rothe Erde opsturen.

ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Service
Beckumer Straße 87
59555 Lippstadt
service.rotheerde@thyssenkrupp.com

ThyssenKrupp Rothe Erde stuurt de vetmonsters naar een goedgekeurd en gekwalificeerd laboratorium.

Voordeel Korte bewerkingstijd en informatieverstrekking per e-mail over het analyseresultaat en van de slijtagemeting.

Bestelt u de **Set voor bemonstering van vetmonsters** op het volgende adres:
ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Tremoniastraße 5–11
44137 Dortmund
Telefoon +49 (231) 186-0
Telefax (0231) 186-2500
sales.rotheerde@thyssenkrupp.com

Verwijdering na afloop van het gebruik

AANWIJZING

Bij de afvalverwijdering kunnen gevaren voor het milieu ontstaan
- Afvalrichtlijnen in acht nemen
- Nationale wettelijke voorschriften in acht nemen

Lager na afloop van de gebruiksduur demonteren. Vet, pakkingen en kunststofdelen verwijderen in overeenstemming met de geldende afvalrichtlijnen. Lagerringen en roldelen moeten aan het stoffelijk hergebruik (materiaal recycling) worden toegevoerd.

Монтаж · Смазка · Техобслуживание (МСТ)

Не касается подшипников со специфическими инструкциями МСТ – при поставке ремонтного подшипника следует обязательно согласовать вопросы монтажа, смазки и технического обслуживания с изготовителем установки.

Компания ThyssenKrupp Rothe Erde предлагает комплексное обслуживание крупногабаритных подшипников качения (см. текст Rothe Erde® Slewing Bearing Service или сайт www.thyssenkrupp-rotheerde.com).

Транспортировка и хранение на складе

⚠ ОПАСНОСТЬ

Опасность со стороны подвешенного груза
- НЕ ПРОХОДИТЬ под висящим грузом
- Выбирать подходящие строповочные средства
- Выбирать подходящие подъемные средства
- Необходимые транспортировочные отверстия показаны на чертеже подшипника

Как и любой другой элемент машины, крупногабаритные подшипники качения требуют аккуратного обращения. Их транспортировка и хранение на складе должны осуществляться только в горизонтальном положении. В соответствии с подшипниками следует установить рым-болты / вертлюжные болты в предназначенные для этого транспортировочные или крепежные отверстия. В особых случаях, как, например, при транспортировке подшипников в наклонном положении, необходимо предусмотреть внутреннюю распорку (транспортные крестовины). Масса подшипника указана на ящике / поддоне. В любом случае, следует избегать ударной нагрузки, особенно, в радиальном направлении.

Хранение подшипников на складе

УКАЗАНИЕ

Чувствительная поверхность
- Не вскрывать упаковку острым ножом
- Это может привести к повреждению поверхности

Срок хранения подшипни-ка на складе с крышей – ок. 6 мес. Срок хранения подшипника в закрытом помещении с устойчивым темпера-турным режимом (>12 °C) – ок. 12 мес. Хране-ние подшипников под открытым небом не допускается.

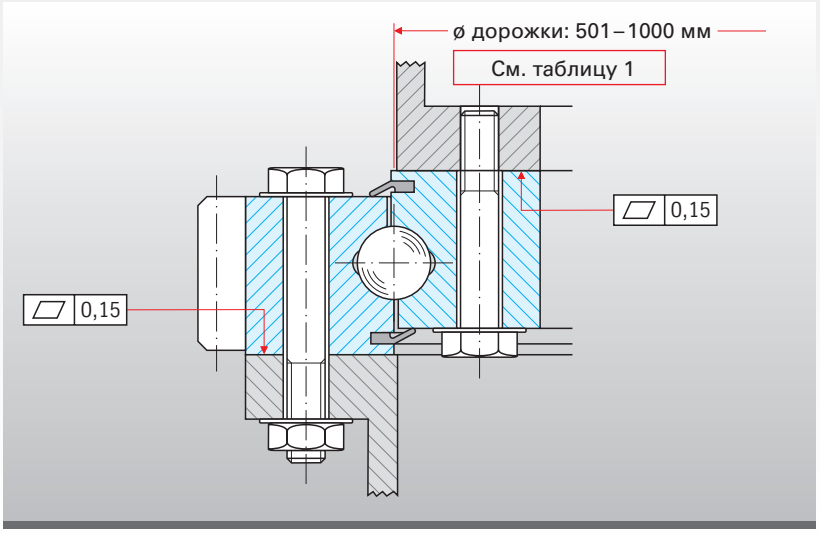
Хранение подшипника в течение более длительного времени требует спецконсервации. При длительном хранении уплотнитель может прилипнуть и значительно повысить силу трения. Данный дефект устраняется лёгким аккуратным поднятием кромки по всему периметру подшипника с помощью неострого предмета, при этом подшипник многократно вращать на 360° влево и вправо.

Состояние поставки

- Дорожка качения
  Крупногабаритные подшипники качения поставляются заправленными консистентной смазкой (см. Таблицу 3, стр. 121) (если для них не предусмотрена специальная смазка и особое количество).

- Наружные поверхности
  Наружные поверхности законсервированы средством Cortec VpCI 369/H10.

- Зубчатое зацепление
  Зубчатое зацепление не смазано. Консервация выполняется аналогично наружным поверхностям.



Илл. 1: Пример неровности согласно DIN EN ISO 1101

Монтаж

⚠ УКАЗАНИЕ

Риск раздражения кожи при контакте с консервационным материалом
- При его удалении носить перчатки
- Соблюдать действующие документы изготовителя

⚠ ОПАСНОСТЬ

Опасность повреждения при опускании груза
- Перед опусканием груза проверить место опускания
- Следить за местонахождением других сотрудников

Главной предпосылкой для надлежащего монтажа подшипника является наличие равномерной опорной поверхности, свободной от смазки и масла. Убрать натеки, граты, лакокрасочные материалы, прочие неровности. Кольца подшипника должны надежно опираться на монтажную конструкцию.

Компания ThyssenKrupp Rothe Erde рекомендует проверять опорную поверхность с помощью нивелира или лазера (ThyssenKrupp Rothe Erde предлагает данную услугу). Допустимые значения плоскостности приведены в Таблице 1. Не допускать пиковых подъемов на малых участках, т.е. для формы кривой в диапазоне 0°–180° допустимо лишь однократное равномерное повышение с последующим понижением.

Таблица 1: допустимая неровность наружных поверхностей согласно DIN EN ISO 1101

Диаметр беговой дорожки, мм D_L	Плоскость согласно DIN EN ISO 1101 по наружным поверхностям, мм, для		
	BF 01 Двухрядное шариковое поворотное соединение BF 08 Упорный шарикоподшипник	BF 06 – Однорядные шариковые поворотные соединения Подшипник с четырехточечным контактом BF 09 – Двойной подшипник с четырехточечным контактом BF 25, 23, 28 Профильные направляющие*	BF 19 BF 13 Роликовые поворотные соединения BF 12 Комбинированные подшипники
до 500	0,15	0,10	0,07
до 1000	0,20	0,15	0,10
до 1500	0,25	0,19	0,12
до 2000	0,30	0,22	0,15
до 2500	0,35	0,25	0,17
до 4000	0,40	0,30	0,20
до 6000	0,50	0,40	0,30
до 8000	0,60	0,50	0,40

BF = конструкционный тип, обозначается двумя первыми цифрами маркировочного кода
Для особых исполнений в качестве прецизионных подшипников с высокой точностью хода и малым люфтом использование значений допусков из Таблицы 1 исключено, следует проконсультироваться со специалистами ThyssenKrupp Rothe Erde: www.thyssenkrupp-rotheerde.com
*) Для нормального подшипника BF 25, BF 23 допускаются двойные значения.

Монтаж · Смазка · Техобслуживание (МСТ)
Не касается подшипников со специфическими инструкциями МСТ – при поставке ремонтного подшипника следует обязательно согласовать вопросы монтажа, смазки и технического обслуживания с изготовителем установки.

При превышении значения потребуется механическая обработка поверхностей подшипника, контактирующих с опорной конструкцией. Положение подшипника при монтаже должно соответствовать указанному на чертеже.

Удалить консервационную смазку можно с помощью щелочного очистителя. Не допускать попадания растворителей на уплотнитель и дорожку качения. Консервационную смазку необходимо удалить с верхней и нижней опорной поверхности подшипника, а также с зубчатого зацепления.

Примечание Консервационная смазка может быть легко удалена с помощью биологически разлагающегося щелочного средства.

Преимущество Быстрое удаление консервационной смазки и щадящее воздействие на окружающую среду.

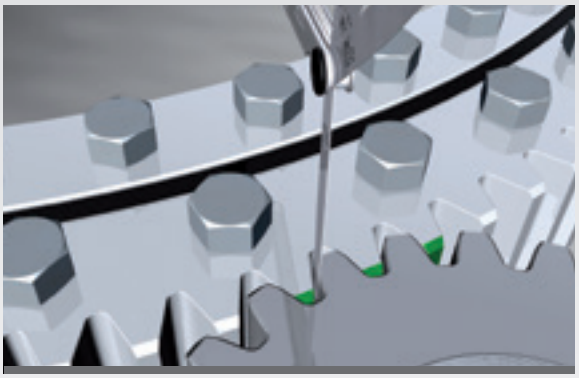
Незакаленный промежуток
Между началом и концом закаленной части дорожки качения на внутреннем или наружном диаметре каждого кольца незакаленный промежуток промаркирован буквой „S“. В случае кольца с зубчатым зацеплением незакаленный промежуток указывается на упорной поверхности. Данная область на кольце с точечной нагрузкой должна располагаться вне зоны главной нагрузки. Если главная рабочая зона подшипника известна, то незакаленный промежуток следует позиционировать также вне зоны главной нагрузки.

Зубчатое зацеп-ление

⚠ ОПАСНОСТЬ

Опасность сдавливания со стороны раскрытых зубчатых колес
- Не совать руки в зону их вращения

Боковой зазор трех помеченных зеленым цветом зубьев должен составлять не менее 0,03 – 0,04 модуля. После окончательного затягивания подшипника еще раз проверить боковой зазор по всей окружности. На шестерне следует предусмотреть закругление кромки и занижение профиля головки (см. главу „ Gearing “ в каталоге Rothe Erde® Slewing Bearings или www.thyssenkrupp-rotheerde.com).



Илл. 2: Измерение люфта профилей

Не касается подшипников со специфическими инструкциями МСТ – при поставке ремонтного подшипника следует обязательно согласовать вопросы монтажа, смазки и технического обслуживания с изготовителем установки.

Таблица 2

Диаметры резьбы и винтов	Диаметр сверления, мм	Момент затяжки, Нм для болтов класса прочности $\mu_G \approx \mu_K = 0{,}14$	
		для гидравл. и электр. динамометр.отверток	для динамометр. ключей
	DIN EN 20273	10.9	10.9
M 12	14	137	123
M 14	16	218	196
M 16	17,5	338	304
M 18	20	469	422
M 20	22	661	594
M 24	26	1136	1022
M 27	30	1674	1506
M 30	33	2274	2046
		Степень 8	**Степень 8**
UNC 5/8" – 11	18	286	260
UNC 3/4" – 10	21	506	460
UNC 7/8" – 9	25	803	730
UNC 1" – 8	27,5	1210	1100
UNC 1 1/8" – 7	32	1716	1560
UNC 1 1/4" – 7	35	2410	2190
		Степень 8	**Степень 8**
UNF 5/8" – 18	18	320	290
UNF 3/4" – 16	21	560	510
UNF 7/8" – 14	25	902	820
UNF 1" – 12	27,5	1330	1210
UNF 1 1/8" – 12	32	1936	1760
UNF 1 1/4" – 12	35	2685	2440

Соединение болтами

Проверить соосность болтовых отверстий подшипника и опорной конструкции, в ином случае воз-можна недопустимая растяжка. Сквозные отверстия выполняются согласно DIN EN 20 273, средний ряд – см. таблицу 2.

Монтаж · Смазка · Техобслуживание (МСТ)
Не касается подшипников со специфическими инструкциями МСТ – при поставке ремонтного подшипника следует обязательно согласовать вопросы монтажа, смазки и технического обслуживания с изготовителем установки.

Крепежные болты
Крепежные винты, гайки и шайбы (без обработки поверхности) нормальные по классу прочности 10.9 согласно DIN ISO 267. Строго соблюдать указанное число и диаметр. Затянуть винты аккуратно крест-накрест до предписанного значения, таблица 2 на странице 119 содержит некоторые ориентировочные значения. Давление на поверхность под головкой винта или гайкой не должна превышать допустимые пределы (см. главу „ Fastening bolts “ в каталоге Rothe Erde® Slewing Bearings или www.thyssenkrupp-rotheerde.com, в том числе в отношении минимальной длины захвата). При превышении предельного давления на поверхность следует предусмотреть подкладные шайбы соответствующего размера и прочности. Для глухой резьбы необходимо обеспечить минимальную глубину ввинчивания. При использовании винтового зажимного цилиндра для винтов и распорных болтов следует соблюдать необходимую длину выступа и устанавливать подходящие подкладные шайбы (см. главу „ Bolts “ в каталоге Rothe Erde® Slewing Bearings или www.thyssenkrupp-rotheerde.com).

Устанавливаемые моменты затяжки определяются не только классом прочности винтов или способом затяжки, но также трением в резьбе и на опорной поверхности между головкой винта и гайкой. Моменты затяжки, приведенные в таблице 2 на странице 119, – это ориентировочные значения, приведенные для резьбы и опорной поверхности с нанесенной на них смазкой.

Для сухой резьбы потребуются более высокие моменты затяжки, по сравнению с обильно смазанной, поэтому значения могут сильно колебаться. Особенно это касается резьбы крупнее M 30 или 1¼". Начиная с этих размеров, рекомендуется использовать зажимные цилиндры. При недоста-точной силе фрикционного замыкания необходимо применять усили-тели трения или геометрическое замыкание. Приварка крупногабаритных подшипников строго запрещена.

Смазка и техобслуживание
Все пресс-масленки должны быть легко доступны, при необходимости предусмотреть смазочные линии. ThyssenKrupp Rothe Erde рекомендует использование автоматических систем централизованной смазки. Смазку ходовой системы и зубчатых колес выполнять непосредственно после монтажа. Для этого, а также при последующей смазке, можно использовать смазки, приведенные в таблице 3 на странице 121. Эти смазки поверхности качения представляют собой KP 2 смазки группы K, т.е. литий-омыленные минеральные масла класса NLGI 2 с добавками EP. Смазки, приведенные в таблице 3 на странице 121 для поверхности качения допускают взаимное смешивание. Перечень смазок приведен в алфавитном порядке. Смазка снижает трение, защищает от коррозии и является составной частью уплотнения.

Поэтому операция пересмазки подшипника должна продолжаться до тех пор, пока по всему его периметру зазора или же уплотнений не образуется воротничок из свежей консистентной смазки. При пересмазке подшипник в достаточной мере сле-дует вращать в одном направлении или же вперед и назад.

Смазочные материалы

⚠ ОСТОРОЖНО

Возможны раздражения кожи, вызванные смазочным материалом
- При работе со смазочными материалами использовать перчатки
- Соблюдать инструкции, изложенные в сопроводительной документации производителя

Специфические вопросы, касающиеся смазочных материалов, необходимо обсудить с соответ-ствующей фирмой- изготовителем.

Таблица 3: Смазочные материалы

ARAL	●	Aralub HLP 2	от 243 K до 393 K (от −30 °C до +120 °C)
	▲	Castrol Molub-Alloy OG 936 SF Heavy	от 243 K до 373 K (от −30 °C до +100 °C)
Castrol	●	Spheerol EPL 2	от 253 K до 413 K (от −20 °C до +140 °C)
	▲	Castrol Molub-Alloy OG 9790/2500-0	от 253 K до 363 K (от −20 °C до +90 °C)
KLÜBER LUBRICATION	●	Centoplex EP 2	от 253 K до 403 K (от −20 °C до +130 °C)
	▲	Grafloscon C-SG 0 ultra	от 243 K до 473 K (от −30 °C до +200 °C)
LUBRITECH	●	Lagermeister EP 2	от 253 K до 403 K (от −20 °C до +130 °C)
	▲	Ceplattyn KG 10 HMF	от 263 K до 413 K (от −10 °C до +140 °C)
Mobil	●	Mobilux EP 2	от 253 K до 393 K (от −20 °C до +120 °C)
	▲	Mobilgear OGL 461	от 253 K до 393 K (от −20 °C до +120 °C)
Shell	●	Gadus S2 V220 2	от 248 K до 403 K (от −25 °C до +130 °C)
	▲	Gadus S2 OGH NLGI 0/00	от 263 K до 473 K (от −10 °C до +200 °C)
TOTAL	●	Multis EP 2	от 248 K до 393 K (от −25 °C до +120 °C)
	▲	Copal OGL 0	от 248 K до 423 K (от −25 °C до +150 °C)

● Смазка дорожек качения
▲ Смазка зубчатого зацепления

Смазки, приведенные в таблице 3 на странице 121, допущены для наших крупногаба-ритных подшипников качения и проверены на совместимость с материалами, используе-мыми ThyssenKrupp Rothe Erde для сепара-торов и уплотнений. Список смазок не претендует на полноту.

При использовании иных смазочных материалов необходимо запросить подтверждение пригодности у производителя. Свойства должны соответствовать указанным в таблице 3, эти материалы должны быть совместимы с применяемыми нами. При использовании автоматического устройства смазки фирма-изготовитель должна подтвердить возмож-ность использования материала на данном оборудовании. При эксплуатации оборудования в низкотемпе-ратурных условиях необходимо применение специальных смазочных материалов.

Смазочные материалы относятся к классу веществ, представляющих риск загрязнения водоемов. Поэтому они не должны попасть в почву, грунтовые воды или же в канализацию.

Монтаж · Смазка · Техобслуживание (МСТ)
Не касается подшипников со специфическими инструкциями МСТ – при поставке ремонтного подшипника следует обязательно согласовать вопросы монтажа, смазки и технического обслуживания с изготовителем установки.

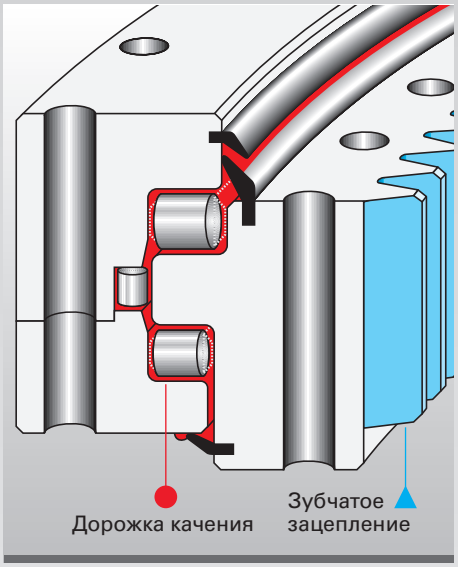
Пересмазка рабочих элементов подшипника
Пересмазка подшипника с вращением его в одном направлении или же вперед и назад должна выполняться до тех пор, пока свежий смазочный материал не выступит по всему периметру уплотнительных кромок или лабиринтов. Задача обслуживающего персонала – на основе регулярного контроля состояния смазываемых поверх-ностей дорожек качения – определить интервалы смазки и количество подаваемого смазочного материала.

При эксплуатации оборудования в экстремальных (напр. тропических) условиях или же при повышенной влажности воздуха, интенсивном воздействии пыли или грязи, резких перепадах температуры, массу подаваемого смазочного материала следует повысить, а интервалы смазки уменьшить.

Для смазки поворотных устройств рельсового и дорожного транспорта, а также для подшипников ветроэнергетических установок действительными являются иные специальные инструкции.

На частично смонтированных подшипниках или во время простоя между сборкой подшипника и вводом оборудования в эксплуатацию должны быть выполнены соответствующие мероприятия по техобслуживанию, например, смазка с вращением или при достаточном наклоне, с интервалом в три месяца. При более длительных простоях дополнительная смазка является обязательной.

Очистка
При очистке подшипника необходимо следить за тем, чтобы детергент или вода не попали на уплотнения либо внутрь дорожек качения.



Илл. 3

Пересмазка зубчатого зацепления
Производитель рекомендует проводить автоматическую пересмазку зубчатого зацепления. На зубчатом зацеплении всегда должно быть достаточное количество смазки. Задачей обслуживающего персонала являются проведение регулярного контроля состояния смазываемых поверхностей зубчатого зацепления, определение интервалов смазки и количества подаваемого смазочного материала.

Примечание Хорошая смазка принципиально необходима для дорожки качения и зубчатого зацепления. Только при таком условии можно обеспечить достаточный срок службы подшипника.

Преимущество Оптимизация количества и интервалов смазки позволяет повысить эффективность работы оборудования.

Проверка болтов
В течение всего срока службы подшипника необходимо обеспечить достаточное усилие предварительной затяжки болтов. Исходя из накопленного опыта, для компенсации усадки резьбовых соединений болты рекомендуется подтягивать с требуемым моментом затяжки.

Проверка рабочих элементов подшипника

ОПАСНОСТЬ

При превышении верхнего предела износа возникает риск аварии и опасность для жизни сотрудников

- При достижении пределов износа следует прекратить эксплуатацию устройства

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

- Процесс эксплуатации следует организовать так, чтобы исключить вероятность достижения предела износа подшипника. Дополнительную информацию (эскизы/процедуры) см. на сайте www.thyssenkrupp-rotheerde.com.
- Текущий износ следует регулярно проверять и документировать
- Порядок действий описан в руководстве
- Со всеми вопросами следует обращаться в ThyssenKrupp Rothe Erde

При вводе в эксплуатацию мы рекомендуем провести измерение отклонения или степени опускания (см. главу „ Bearing inspection “ в каталоге Rothe Erde® Slewing Bearings или на сайте www.thyssenkrupp-rotheerde.com). Следует исключить вероятность достижения предела износа подшипника. Мы рекомендуем регулярно повторять это измерение. Кроме того, следует брать пробу смазки и делать ее анализ.

Проверка уплотнения
Уплотнения следует проверять не реже одного раза в 6 месяцев, поврежденные уплотнения подлежат замене.

Сервисная поддержка ThyssenKrupp Rothe Erde
Для постоянной и бесперебойной эксплуатации наших крупногабаритных подшипников качения мы предлагаем следующее обслуживание:

Установка
- Оценка опорной поверхности / лазерное измерение
- Монтаж подшипников
- Эталонное измерение
- Ввод в эксплуатацию

Техническое обслуживание и инспектирование
- Измерение износа
- Контроль винтов
- Анализ смазки
- Замена уплотнений

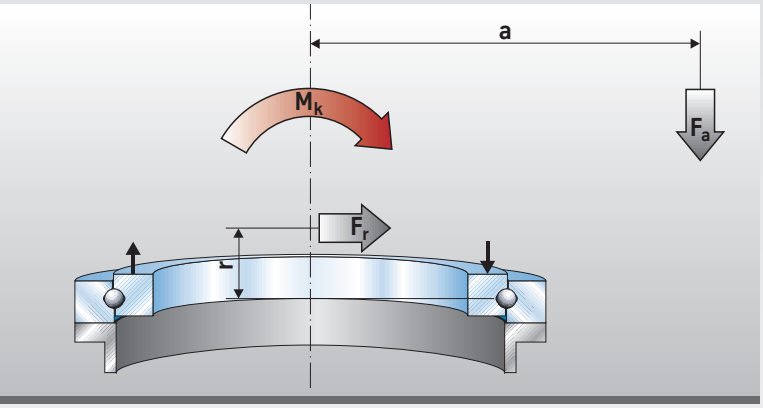
Приведение в исправность
- Ремонт
- Капитальный ремонт

Прочее
- Обучение
- Техническая поддержка

Инспекция подшипников

Предупреждение повреждений
Замеры износа позволяют распознать на ранней стадии технические проблемы без последствий незапланированных остановок установки. Таким образом, можно предотвратить ненужные расходы на ремонт и дорогостоящие сбои в производстве. Поэтому для оценки состояния подшипников мы рекомендуем регулярно замерять износ подшипников.

Износ ходовой системы выявляется изменением осевого перемещения или опусканием. Это увеличение износа в зависимости от применения/конструкции подшипников можно установить посредством измерения опрокидывающего зазора или измерениями степени осевого перемещения.



Илл. 4: Принцип нагрузки при измерении опрокидывающего зазора

Илл. 5: Принцип измерения опрокидывающего зазора

Измерение опрокидывающего зазора
По возможности мы рекомендуем для определения износа провести измерение опрокидывающего зазора. Принцип нагрузки для такого измерения представляет илл. 4.

Измерение осуществляется между нижней соединительной конструкцией и свинченным с верхней конструкцией кольцом подшипника (илл. 5). Для минимизации влияния эластичных деформаций соединительной конструкции измерение должно проводиться максимально близко к ходовой системе подшипника.

Процесс осуществляется следующим образом:
- При вводе в эксплуатацию проводится эталонное измерение.
- С установленного положения отмечаются точки измерения по периметру.
- Для обнуления индикатора часового типа, который должен показывать точность измерения от 0,01 мм, вначале следует установить максимальный восстанавливающий момент. Затем – при необходимости с помощью нагрузки – создать опрокидывающий вперед момент.
- После поворота верхней конструкции повторить измерение в отмеченных положениях для измерения.
(см. таблицу 7, стр. 131)

Максимально допустимое увеличение зазора подшипника (равномерный износ)
Для особых применений (запрос в компании ThyssenKrupp Rothe Erde) эти увеличения зазора подшипника недопустимы, например, для крупногабаритных подшипников качения для аттракционов принимаются 50 % от указанных величин.

Таблица 4: BF* 01, 08 (двухрядный шарикоподшипник/осевой шарикоподшипник)

Метод измерения	Диаметр шарика, мм										
	18	20	22	25	30	35	40	45	50	60	70
	Макс. допустимая величина износа до, мм										
Измерение опускания	1,8				2,2		3,0			3,8	
Измерение зазора отклонения	2,5				3,0		4,0			5,0	

*BF = конструкционная форма (см. реестр или www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

Таблица 5: BF* 06, 09, 25, 23, 28 (шарикоподшипник/профильный подшипник)

Метод измерения	Диаметр шарика, мм									
	20	22	25	30	35	40	45	50	60	70
	Макс. допустимая величина износа до, мм									
Измерение опускания	1,6		2,0			2,6			3,3	
Измерение зазора отклонения	2,0		2,6			3,2			4,0	

*BF = конструкционная форма (см. реестр или www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

Таблица 6: BF* 12, 13, 19 (роликовый опорно-поворотный круг)

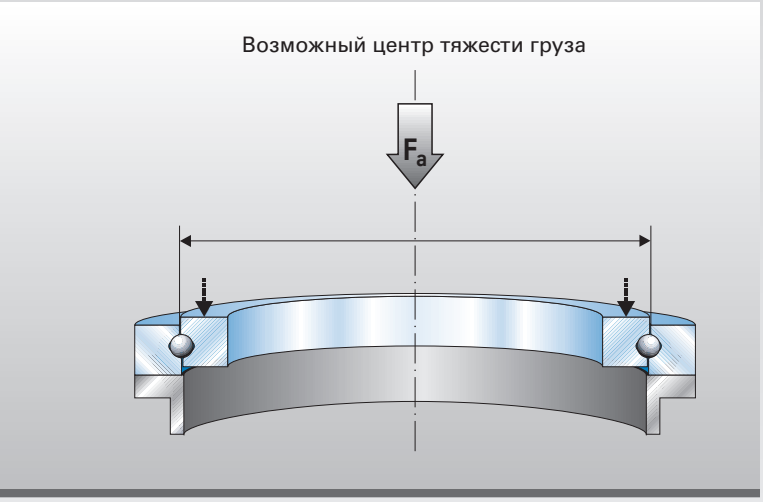
Метод измерения	Диаметр ролика, мм													
	16	20	25	28	32	36	40	45	50	60	70	80	90	100
	Макс. допустимая величина износа до, мм													
Измерение опускания	0,8		1,2			1,6			2,0			2,4		
Измерение зазора отклонения	1,4		2,0			2,8			3,5			4,2		

*BF = конструкционная форма (см. реестр или www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

Проверка зубчатого зацепления
В ходе срока эксплуатации обнаруживается истирание места контакта и износ зубчатого зацепления. Допустимое предельное значение износа сильно зависит от способа использования. Согласно опыту, допустимый износ может составлять до 0,1 модуля на каждую боковую поверхность зуба.

Русский

Измерение опускания
Где измерение опрокидывающего зазора невозможно, мы рекомендуем измерение осевого перемещения. При этом центр тяжести по комбинации нагрузки находится внутри диаметра окружности вращения подшипника.
Принцип нагрузки представляет илл. 6.

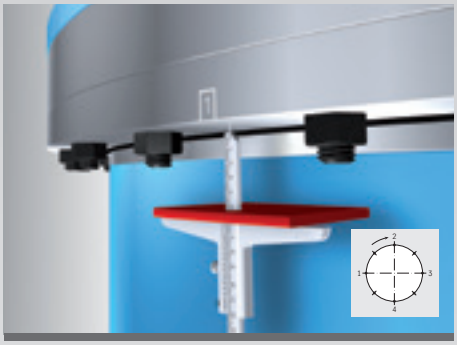


Илл. 6: Принцип нагрузки измерения осевого перемещения.

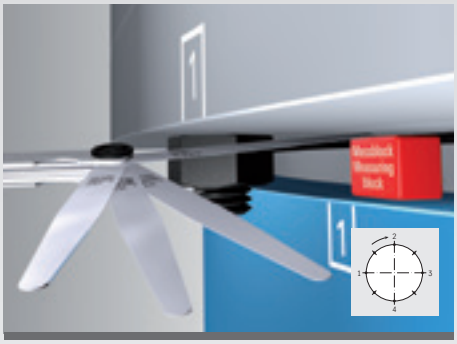
Измерение осуществляется между нижней соединительной конструкцией и свинченным с верхней конструкцией кольцом подшипника (илл. 7, 8). Процесс сходен с процессом измерения опрокидывающего зазора:

- Эталонные значения измеряются также при вводе устройства в эксплуатацию.
- С установленного положения отмечаются точки измерения по периметру.

Через равные временные промежутки после проверки крепежных винтов подшипника следует повторно провести измерение опрокидывающего зазора или осевого перемещения в таких же условиях. Соответствующая разница с эталонным измерением показывает произошедший за это время износ. При возрастающих величинах износа измерения следует проводить чаще.



Илл. 7: Принцип измерения осевого перемещения с помощью штангенглубиномера

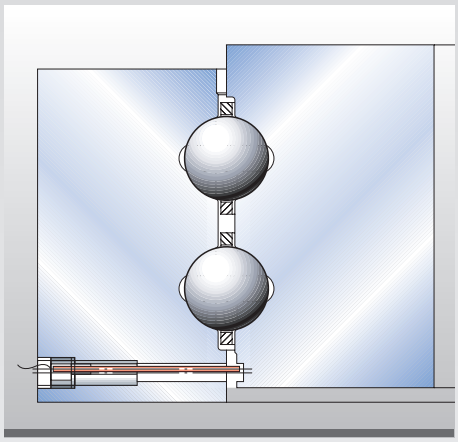


Илл. 8: Принцип измерения осевого перемещения с помощью щупа

Преимущество Благодаря точной оценке состояния подшипника можно своевременно заменить изношенные части. Поэтому за счет оптимального управления запчастями можно избежать повреждений и длительных простоев.

Примечание Если допустимые величины износа (таблицы 4, 5 и 6, стр. 125) превышены, мы рекомендуем прекратить эксплуатацию.

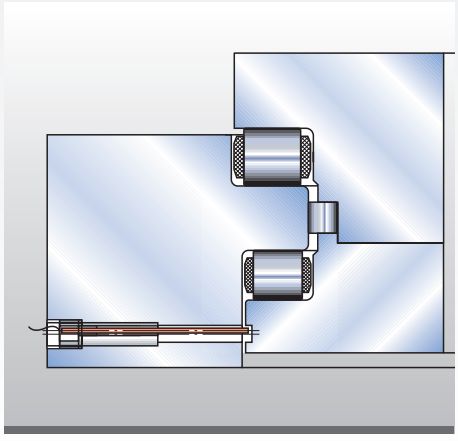
Альтернатива:
Встроенное устройство для измерения степени износа (IWM)
Для дальнейшей оптимизации функциональности и эксплуатационной безопасности установки компания ThyssenKrupp Rothe Erde постоянно разрабатывает инновационные решения для непрерывного контроля состояния. Встроенное устройство для измерения степени износа крупногабаритных подшипников качения является запатентованным изобретением, оно позволяет контролировать в режиме онлайн максимально допустимый осевой зазор и степени опускания поворотного соединения.



Илл. 9

Преимущество Остановка эксплуатации для определения осевого зазора не требуется.

В области предельной нагрузки поверхностей качения установлен штифт из нержавеющей стали. Он, электрически изолированный, вмонтирован в кольцо. Штифт входит в паз, который находится в ответном кольце. Максимально допустимый зазор регулируется шириной паза.



Илл. 10

Если зазор изменяется недопустимо сильно, кольцо и штифт контактируют. Посредством электрического соединения штифта с ответным кольцом срабатывает сигнал. Этот сигнал показывает, что допустимое относительное смещение кольца достигнуто, и требуется проверка подшипника.

Преимущество Деформация соединительной конструкции эластичности винтовых соединений незначительно влияют на результат измерения. Эластичное сближение поверхностей качения, осевой зазор подшипника и отклонение от ровности поверхности прилегания компенсируются. Расходы на технический персонал снижаются до минимума.

Илл. 11: Комплект для взятия образцов смазки

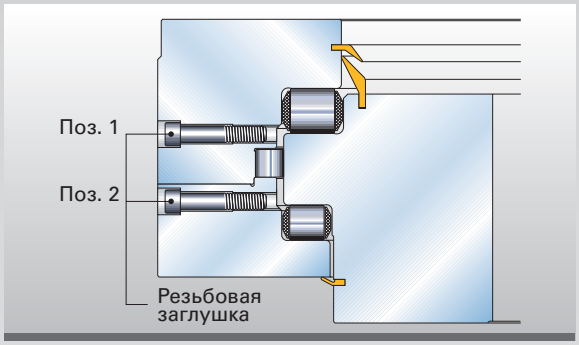
Комплект для взятия образцов смазки

Параллельно, т.е. одновременно с инспекционными измерениями, берутся образцы использованной смазки. Анализ использованной смазки дает следующую информацию о состоянии поверхности качения.

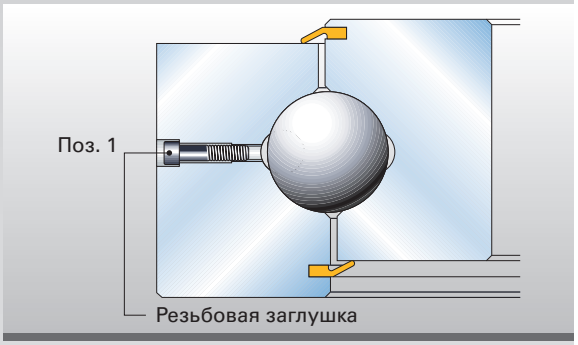
Подшипник с отверстиями для взятия смазки

	⚠ ОСТОРОЖНО **Возможны раздражения кожи, вызванные смазочным материалом** • При работе со смазочными материалами использовать перчатки • Соблюдать инструкции, изложенные в сопроводительной документации производителя

Комплект для взятия образцов смазки состоит из пластикового шланга, различных резьбовых заглушек, всасывающего приспособления и бокса на 5 образцов смазки, а также памятки. Порядок действий подробно описан.



Илл. 12: Трехрядный роликовый опорно-поворотный круг с отверстиями для взятия смазки



Илл. 13: Однорядный шарикоподшипник с отверстиями для взятия смазки

Образцы смазки следует брать из зоны основной нагрузки.

Выбранная для взятия образцов резьбовая заглушка (M16 EN ISO 4762) снимается (илл. 12 и 13), положение 1 или положение 2.

Перед взятием образца смазки поставляемый шланг следует обрезать под углом (45°), по длине он должен немного превышать общую длину отверстия для взятия образцов. Шланг вводится в зону поверхности качения в соответствующее отверстие (илл. 14).

При этом поверхность среза под углом 45° позиционируется против направления вращения (илл. 15).

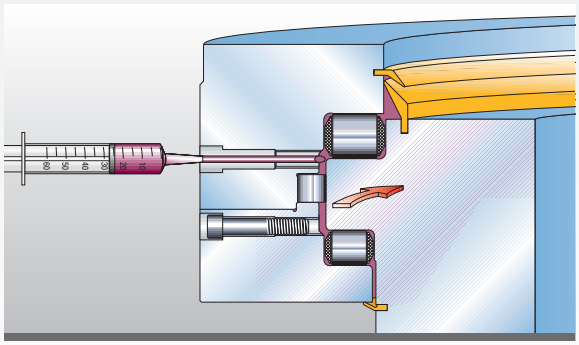
Отверстия для взятия образцов снова следует закрыть резьбовыми заглушками.

После взятия образца смазки оба конца шланга закрываются пластиковыми колпачками.

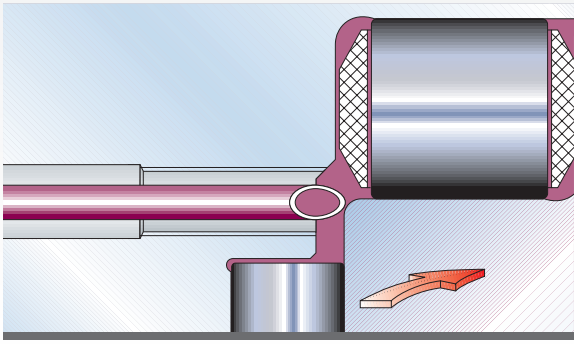
Образец смазки нумеруется и укладывается в обозначенный бокс для образцов.

На верхней стороне бокса для образцов указана вся необходимая информация (см. комплект для взятия образцов смазки, илл. 11, стр. 128).

Русский



Илл. 14: Взятие образца

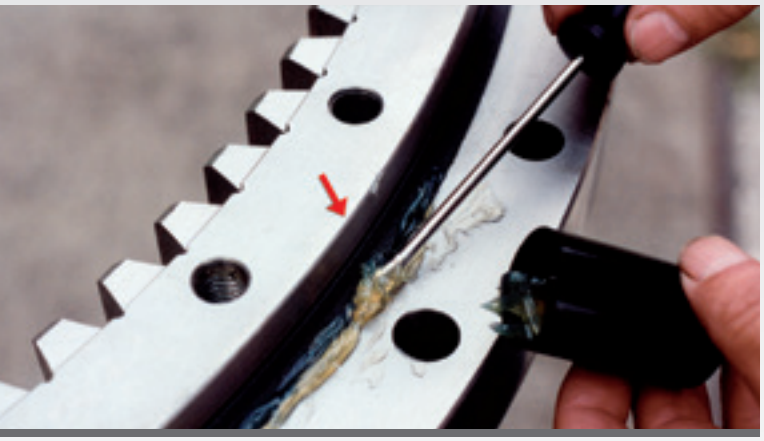


Илл. 15: Подробное изображение процесса взятия образцов

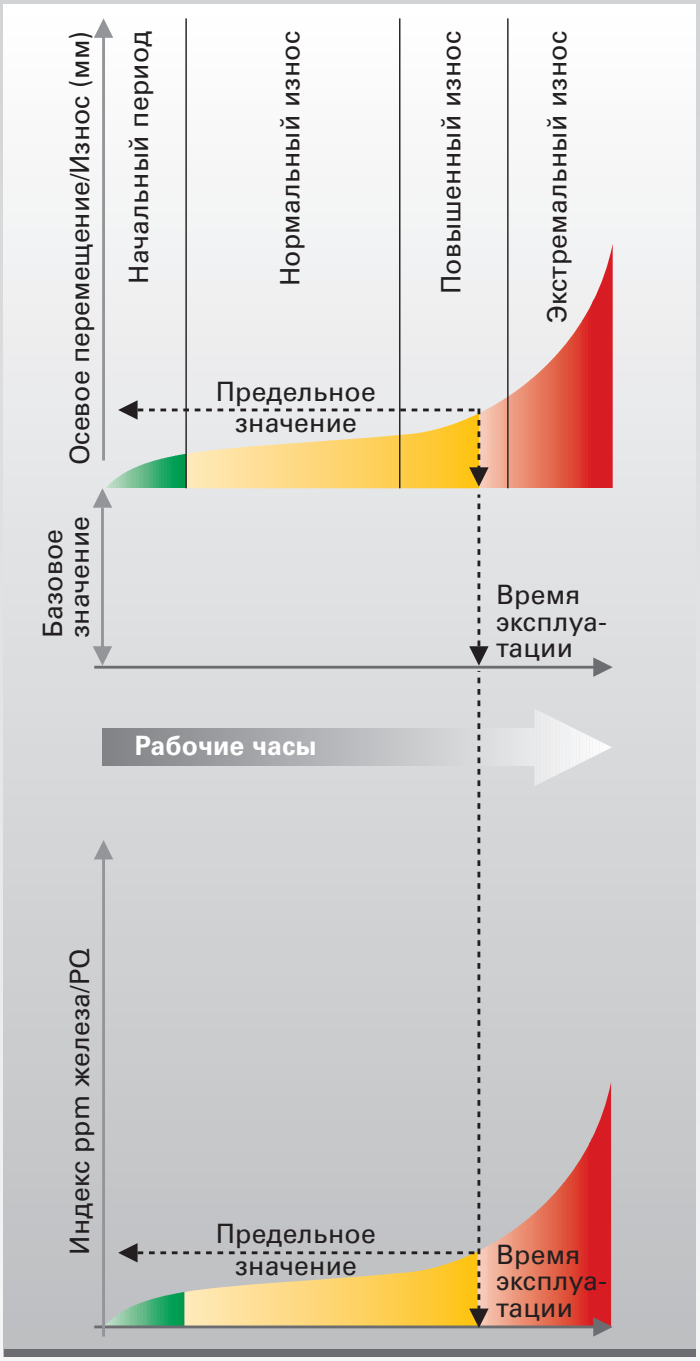
Подшипник без отверстий для взятия смазки
Если на подшипнике нет отверстий для взятия образцов смазки, образцы смазки следует взять с уплотнения. Эта зона очищается рядом с пресс-масленкой. Преимущественно взятие образов происходит в основной рабочей зоне и/или в зоне, смещенной на 180°.

Во время дополнительной смазки на вышеуказанной пресс-масленке (без вращения подшипника) берется первая выступившая на уплотнительных губках смазки. Достаточно 3 куб. см.

Примечание Следить за тем, чтобы забор образцов проходил с максимальной тщательностью, в противном случае результат будет искажен по причине загрязнений.



Илл. 16: Забор образцов смазки на уплотнительных губках



Илл. 17: Графики износа

Предельные значения Fe
Предельное значение для допустимого загрязнения железом смазочного средства в сильной степени зависит от эксплуатационных параметров и интервалов между дополнительными смазками. В зависимости от применения значение может составлять до 20000 частей на миллион.

Графики износа
Диаграмма показывает увеличение износа, и увеличение Fe-частиц и PQ-индекса в зависимости от времени эксплуатации (илл. 17).

Для стандартных применений см. значения в таблицах 4–6, стр. 125. При достижении предельных значений обратиться в компанию ThyssenKrupp Rothe Erde.

Таблица 7: Таблица измерений

Customer:				Application:			Location:		
ThyssenKrupp Rothe Erde drawing no.:				ThyssenKrupp Rothe Erde order no.:			Year of manufacture:		
Date									
Operating hours	0								
Measuring point	Basic measurement	1	2	3	4		5	6	7
1 Main load area									
180° opposite									
2 Main load area									
180° opposite									
3 Main load area									
180° opposite									
4 Main load area									
180° opposite									
Grease sample no. / Fe particles ppm/ PQ index 1									
2									
3									
4									
5									
Grease									
Lubrication system Quantity/interval									
Comments									

Значения измерений и анализа, а также информация о подшипнике должна вноситься в отдельную таблицу (см. таблицу 7) и предоставляться компании ThyssenKrupp Rothe Erde. Бокс с образцами следует отправить в компанию ThyssenKrupp Rothe Erde.

ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Service
Beckumer Strasse 87
59555 Lippstadt
service.rotheerde@thyssenkrupp.com

ThyssenKrupp Rothe Erde отправляет образцы смазки в сертифицированную и специализированную лабораторию.

Преимущество Короткое время обработки, предоставление информации по результату анализов и измерению износа происходит по электронной почте.

Запросить **Комплект для взятия образцов смазки** по следующему адресу:
ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Tremoniastrasse 5–11 · 44137 Dortmund
Телефон +49 (231) 186-0
Телефакс +49 (231) 186-2500
sales.rotheerde@thyssenkrupp.com

Утилизация после истечения срока службы

УКАЗАНИЕ

При утилизации могут возникнуть опасности для окружающей среды
- Соблюдать предписания по утилизации
- Соблюдать национальные нормативные инструкции

После истечения срока службы подшипник следует демонтировать. Утилизировать смазку, уплотнения и пластиковые детали в соответствии с действующими предписаниями по утилизации. Кольца подшипника и подшипники качения следует передать на вторичную переработку материалов.

安装 · 润滑 · 维护保养

本规范不适用于有特定的安装、润滑及维护保养规范的回转支承 – 对于新更换的回转支承，供货时务必就安装、润滑及维护保养事宜联系主机制造商。

ThyssenKrupp Rothe Erde提供范围广泛的大直径回转支承服务。（请参见宣传手册Rothe Erde® Slewing Bearing Service或者访问网页 www.thyssenkrupp-rotheerde.com）

运输与搬运

危险

悬空重物会造成生命危险
- 不得在重物下方通行及逗留
- 选择适宜的吊具
- 选择适宜的起重设备
- 适宜的运输孔在回转支承图纸中有描述

正如其他机械产品一样，对回转支承也要小心翼翼地对待。在运输与存放过程中应始终保持水平状态。
根据不同的支承，应当把吊环螺栓/吊环脚拧入已有的运输孔或安装孔中。在特殊情况下，例如，倾斜运输回转支承时，要使用内支撑架或者米字形支撑架。
支承重量应在包装箱上或者托盘上标明。一定要避免对回转支承的径向碰撞。

贮存

说明

敏感的表面
- 不得用锋利的刀具打开包装
- 可能导致表面受损

在有顶棚的库房里可以贮存大约6个月。在封闭的温控库房里（温度 >12° C ）可以存放约12个月。
但不允许露天存放。

如果延长贮存期，则需要进行特殊的防腐蚀处理。
经过长期贮存的回转支承由于密封带的吸附在启动和运转中会出现回转阻力增大的情况。解决的办法是：在整个圆周上，借助于钝器将密封带小心地稍稍抬起，再分别向左、向右旋转360° 数圈，这样回转阻力会降低到正常水平。

供货状态

- 滚道系统
  （若对润滑油脂的种类和注油量没有特殊要求）供货时回转支承内会注满表格中所列的一种润滑油脂（请见第 137 页的表格 3）。

- 外表面
  回转支承的表面是用Cortec VpCI 369/H10做过防腐蚀处理的。

- 齿轮
  齿轮的交货状态是不加润滑油脂的，其处理方式与外表面的处理方式相同。

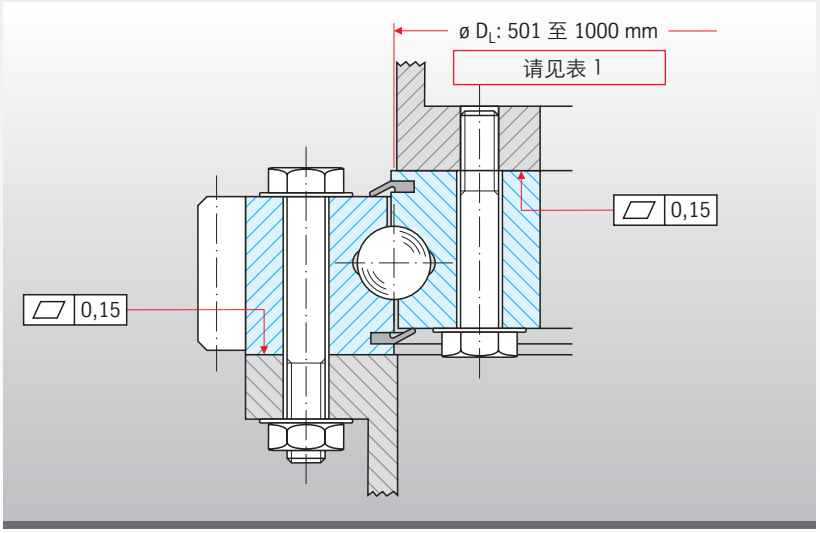


图1：依据DIN EN ISO 1101标准的平面度偏差示例

安装 · 润滑 · 维护保养

本规范不适用于有特定的安装、润滑及维护保养规范的回转支承 – 对于新更换的回转支承，供货时务必就安装、润滑及维护保养事宜联系主机制造商。

安装

⚠ 说明

防腐剂可能会刺激皮肤

- 去除防腐剂时须戴手套
- 须遵守适用的生产商资料

⚠ 危险

卸载重物时会出现挤压危险

- 卸载重物前须检查卸载地点
- 须注意同事的安全

回转支承的连接面必须平整且无油脂。焊瘤、毛刺、油漆和其他的不平异物必须清除干净。支承圈同连接结构必须完全接触。

ThyssenKrupp Rothe Erde建议在放置平面上用调平装置或激光仪器（均可由ThyssenKrupp Rothe Erde提供）。表1中可查到允许的水平度。避免在小范围形成尖锐图像，即曲线走势只可在0° – 180° 的范围内均匀上升并下落。

表1：依据DIN EN ISO 1101 标准允许的连接面平面度偏差

滚道圆直径 Ø 单位 mm D_L	依据DIN EN ISO 1101标准每个连接面的平面度 单位 mm		
	BF 01 双排球式支承 BF 08 轴向球式支承	BF 06 单排球式支承 四点接触球式支承 BF 09 双列四点接触球式支承 BF 25, 23, 28 框架支承*	BF 19 BF 13 滚柱式支承 BF 12 球柱联合式支承
到 500	0.15	0.10	0.07
到 1000	0.20	0.15	0.10
到 1500	0.25	0.19	0.12
到 2000	0.30	0.22	0.15
到 2500	0.35	0.25	0.17
到 4000	0.40	0.30	0.20
到 6000	0.50	0.40	0.30
到 8000	0.60	0.50	0.40

BF=型号 BF是德语型号 “Bauform” 的缩写，BF后面的数字是图号的前两位数字。
表1中的数值不适用于特殊轴承设计，如具有高运行准确度以及更小轴承间隙的高精度轴承.详情请询问 ThyssenKrupp Rothe Erde：www.thyssenkrupp-rotheerde.com
*) 对于型号为 25、23 的普通支承本表中数值双倍范围内的数值为被允许的。

如果超出了允许值，需要对连接结构的连接面进行机械加工。回转支承的安装位置应和图纸上的位置一致。

可利用碱性清洁剂去除防腐蚀剂。不可将清洗剂弄到密封带上，也不能让清洗剂进入滚道。去除支承的上、下连接面以及齿轮上的防腐蚀剂。

说明 利用可生物降解的碱性清洁剂等可以很容易地去除防腐蚀剂。

优点 可快速去除防腐蚀剂且对环境的危害极小。

淬火软带
滚道淬火起点和终点之间的未淬火区被通过在每个轴承圈的内径或外直径上打上的“S”标志表示出来。齿圈上的软带则在端面上被标记出来。在集中载荷的轴承圈上，其软带“S”应在主要负荷区之外。根据应用情况如果主要工作范围是已知的，那么整个圆周都受力的轴承圈的软带应在主要负荷区域之外。

啮合

⚠ 危险
暴露在外的齿轮可能造成卷入危险
• 手指远离正在转动的齿轮

三个被标为绿色的齿处的齿隙最少为0.03 – 0.04 x 齿轮模数。在支承最终固定好以后，要把整个圆周上的齿隙再检查一遍。对小齿轮的齿定边棱要进行倒棱和修形（请见Rothe Erde® Slewing Bearings产品目录中的“Gearing”一章或www.thyssenkrupprotheerde.com）。

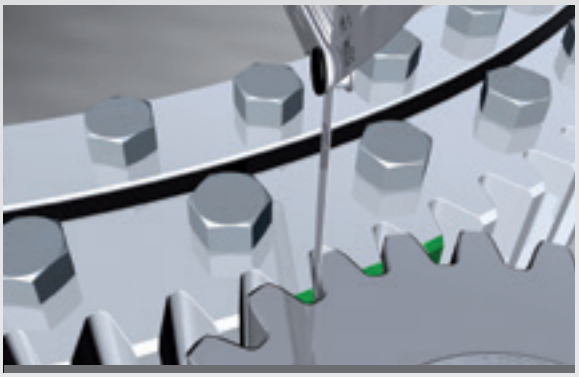


图2：齿隙测量

安装 · 润滑 · 维护保养

本规范不适用于有特定的安装、润滑及维护保养规范的回转支承 – 对于新更换的回转支承，供货时务必就安装、润滑及维护保养事宜联系主机制造商。

表2

螺纹/螺栓直径	孔径 mm	螺栓强度等级不同，拧紧力矩不同 $\mu_G \approx \mu_K = 0.14$	
		液压+电动力矩扳手	手动力矩扳手
	DIN EN 20273	10.9	10.9
M 12	14	137	123
M 14	16	218	196
M 16	17,5	338	304
M 18	20	469	422
M 20	22	661	594
M 24	26	1136	1022
M 27	30	1674	1506
M 30	33	2274	2046
		8级	8级
UNC 5/8" – 11	18	286	260
UNC 3/4" – 10	21	506	460
UNC 7/8" – 9	25	803	730
UNC 1" – 8	27,5	1210	1100
UNC 1 1/8" – 7	32	1716	1560
UNC 1 1/4" – 7	35	2410	2190
		8级	8级
UNF 5/8" – 18	18	320	290
UNF 3/4" – 16	21	560	510
UNF 7/8" – 14	25	902	820
UNF 1" – 12	27,5	1330	1210
UNF 1 1/8" – 12	32	1936	1760
UNF 1 1/4" – 12	35	2685	2440

螺栓的连接和螺栓拧紧

支承上的螺栓孔和连接结构的螺栓孔必须相吻合，否则会对支承造成不允许的应力。通孔按DIN EN 20 273标准的中间系列执行，见表2。

安装 · 润滑 · 维护保养

本规范不适用于有特定的安装、润滑及维护保养规范的回转支承 – 对于新更换的回转支承，供货时务必就安装、润滑及维护保养事宜联系主机制造商。

拧紧螺栓

按DIN ISO 267 标准，一般选用 10.9 级强度的螺栓、螺母和垫片（无需做表面处理）。必须遵循所规定的数量和直径等参数。螺栓按交叉方式预加应力至设定值，第 135 页的表 2 中显示的是几个参照值。螺栓头下面的以及螺母下面的表面压力不能超过允许的极限值（请见Rothe Erde® Slewing Bearings产品目录中的“Fastening Bolts”一章或www.thyssenkrupp-rotheerde.com，对于最小夹紧长度同样如此）。如果超出表面压力的极限值，那么必须使用具有相应的尺寸和材料强度的垫片。对于盲孔螺纹其最低旋拧深度必须得到保证。如果使用液压拉伸器，则应当注意螺栓必要的螺纹余量并使用相应的垫片（请见Rothe Erde® Slewing Bearings产品目录中的“Bolts”一章或www.thyssenkrupp-rotheerde.com）。

确定拧紧力矩不仅取决于螺栓的强度和拧紧的方法，还取决于螺纹的摩擦情况以及螺栓头和螺母之间接触面的摩擦情况。第 135 页的表 2 中所列的拧紧力矩是参考值，这个值是在螺纹和接触面上涂有少许润滑油的情况下测出的。

如果螺纹干涩，则拧紧力矩增大；如果在螺纹上涂有更多的润滑油，则拧紧力矩减小。这个值的波动性很大。特别是螺纹大于M 30以及1¼" 的波动性更大。如果大于这个尺寸，推荐使用液压拉伸器来保证螺栓的预紧力。如果摩擦连接的安全性达不到要求，则建议改用摩擦值改良材料或使用防松装置。不得对回转支承进行焊接。

润滑和维护保养

所有润滑油嘴必须易于触及，必要情况下须设置润滑油脂管路。ThyssenKrupp Rothe Erde公司推荐使用自动的集中润滑设备。把支承安装完毕之后，立即对滚道进行补充润滑并对齿圈进行润滑。本次以及此后的每次润滑均要使用第 137 页表 3 中所列的润滑油脂。滚道润滑油脂都是 KP 2 K 油脂，即锂基皂化矿物油脂 NLGI-2 级并含有 EP 添加剂。第 137 页表 3 中所列的滚道润滑油脂是可以相互混用的。表中润滑油脂按字母顺序排列。注入润滑油脂可以减少摩擦、防止腐蚀并同时起到密封的作用。

所以要进行充分的补充润滑，直至新鲜的润滑油脂在两个圈之间整个的缝隙处和密封带处形成油圈。在补充润滑时要旋转支承或者让其充分摇动。

润滑材料

⚠ 注意

润滑油脂可能会刺激皮肤

- 进行与润滑油脂相关的操作时须戴手套
- 须遵守适用的生产商资料

有关润滑材料的专业技术问题，应找相关生产厂家寻求解释。

第 137 页的表 3 中列出的油脂被准许用于本品牌回转支承，它们同ThyssenKrupp Rothe Erde公司选用的隔离块和密封带材料的相容性经过检测。此润滑油脂清单并未包括全部相关的适用产品。

安装 · 润滑 · 维护保养

本规范不适用于有特定的安装、润滑及维护保养规范的回转支承 – 对于新更换的回转支承，供货时务必就安装、润滑及维护保养事宜联系主机制造商。

表3：润滑材料

ARAL	●	Aralub HLP 2	243 K 到 393 K (−30 °C 到 +120 °C)
	▲	Castrol Molub-Alloy OG 936 SF Heavy	243 K 到 373 K (−30 °C 到 +100 °C)
Castrol	●	Spheerol EPL 2	253 K 到 413 K (−20 °C 到 +140 °C)
	▲	Castrol Molub-Alloy OG 9790/2500-0	253 K 到 363 K (−20 °C 到 +90 °C)
KLÜBER LUBRICATION	●	Centoplex EP 2	253 K 到 403 K (−20 °C 到 +130 °C)
	▲	Grafloscon C-SG 0 ultra	243 K 到 473 K (−30 °C 到 +200 °C)
FUCHS LUBRITECH	●	Lagermeister EP 2	253 K 到 403 K (−20 °C 到 +130 °C)
	▲	Ceplattyn KG 10 HMF	263 K 到 413 K (−10 °C 到 +140 °C)
Mobil	●	Mobilux EP 2	253 K 到 393 K (−20 °C 到 +120 °C)
	▲	Mobilgear OGL 461	253 K 到 393 K (−20 °C 到 +120 °C)
Shell	●	Gadus S2 V220 2	248 K 到 403 K (−25 °C 到 +130 °C)
	▲	Gadus S2 OGH NLGI 0/00	263 K 到 473 K (−10 °C 到 +200 °C)
TOTAL	●	Multis EP 2	248 K 到 393 K (−25 °C 到 +120 °C)
	▲	Copal OGL 0	248 K 到 423 K (−25 °C 到 +150 °C)

● 滚道润滑油脂
▲ 齿圈润滑油脂

使用其他润滑材料时，需要向其相应的生产厂家索要适用性证明。所使用的润滑材料的特性必须与表3中列出的润滑材料的特性相符并且与我们所使用的材料具有相容性。在使用自动润滑设备时，润滑材料生产商要确认润滑材料的选择应适合于泵送系统。设备在极端温度情况下使用时，要求采用特殊润滑材料。

润滑油脂对于水源来说是有害的。应不能让它渗入到土地、地下水及河网水域中去

安装 · 润滑 · 维护保养

本规范不适用于有特定的安装、润滑及维护保养规范的回转支承 – 对于新更换的回转支承，供货时务必就安装、润滑及维护保养事宜联系主机制造商。

滚道的补充润滑

补充润滑时必须使支承充分旋转，直至所加的油脂从密封带底下或者从支承间空隙处全面溢出来为止。维修人员的任务包括通过检查滚道润滑状态来确定润滑油脂需求量和润滑周期。在极端条件下，例如，在热带地区、在极其潮湿的条件下、在有大量灰尘和污物的环境中、在温差变化极大的情况下，在补充润滑时必须增加润滑油脂的量，同时缩短润滑周期。

轨道车辆、有轨电车的转向架以及风电设备所用支承的润滑另有特别规定。

如果支承仅部分安装或者在支承安装之后迟迟没有投入运行而处在闲置状态，也必须对支承进行相应的维护，最晚过3个月就要对支承在旋转或摆动状态下进行补充润滑，以后每隔3个月再进行一次。将主机长时间闲置之前和之后必须进行补充润滑。

设备清洁

在清洁设备时一定要注意不能让清洁剂或水侵蚀损坏密封带或者进入滚道。

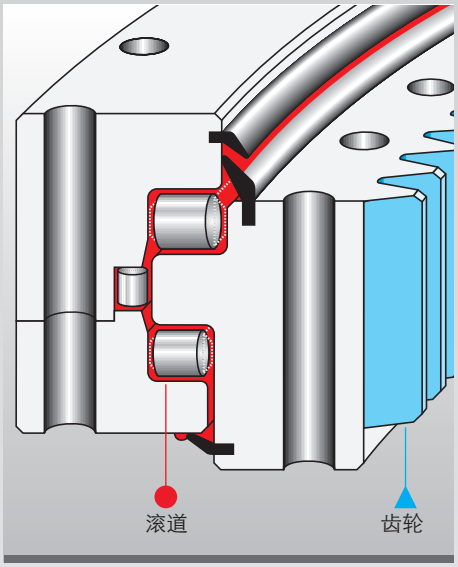


图3

对齿轮的补充润滑

我们推荐对齿轮自动润滑。齿面必须始终保持足够的油膜。维修人员的任务包括通过检查齿轮润滑状态来确定润滑油脂需求量和润滑周期。

说明 良好的润滑对于回转系统和齿轮的正常运行是至关重要的。只有良好的润滑才能确保回转支承达到令人满意的使用寿命。

优点 理想的润滑材料使用和润滑时间间隔可以提升设备的可利用性。

检测螺栓

在回转支承整个使用寿命期间，要保证螺栓有足够高的预紧力。根据实际经验，我们认为如下方式值得推荐：按照要求的拧紧力矩值或预紧力值对螺栓再次拧紧，以提高它的预紧力。

安装 · 润滑 · 维护保养

本规范不适用于有特定的安装、润滑及维护保养规范的回转支承 – 对于新更换的回转支承，供货时务必就安装、润滑及维护保养事宜联系主机制造商。

检测滚道系统

危险

若超出允许的磨损极限值则有会发生事故和造成人身伤亡的危险

- 达到磨损极限值时必须将设备停用

安全提示

- 运营者必须避免支承达到磨损极限。其他信息（图纸/流程）请见 www.thyssenkrupp-rotheerde.com。
- 必须定期查明并记录磨损程度
- 操作方式请见手册
- 对于未解决的问题请向蒂森克虏伯罗特艾德公司咨询

在投入使用时我们建议进行一个侧倾间隙测量或下沉测量（请见Rothe Erde® Slewing Bearings产品目录中的“Bearing inspection”一章或者 www.thyssenkrupp-rotheerde.com）。务必保证支承的磨损极限不被超出。我们建议以合适的时间间隔重复进行此测量。另外，可对用过的废润滑油脂进行取样和分析。

密封装置的检查

对密封装置必须每6个月最少进行一次检查，密封装置受损后必须进行更换。

ThyssenKrupp Rothe Erde

公司服务支持

为了确保本品牌回转支承持久、无故障的顺畅运行，我们为您提供如下服务：

安装
- 评估安装面/激光测量
- 安装支承
- 参照测量
- 调试

维护与检测
- 磨损测量
- 检查螺栓
- 分析润滑油脂
- 更换密封带

维修
- 普通修理
- 大修

其他
- 培训
- 技术支持

支承检测

故障预防

磨损测量可提早发现技术问题并避免设施出现计划外的运行中断。这可以避免不必要的维修费用和停产所造成的巨大损失。因此，我们建议通过定期的支承磨损测量对支承的状态进行评估。

通过轴向运动或下沉可察觉到回转系统的磨损。可根据应用情况/支承型号通过倾斜间隙测量或下沉测量确定磨损的升高程度。

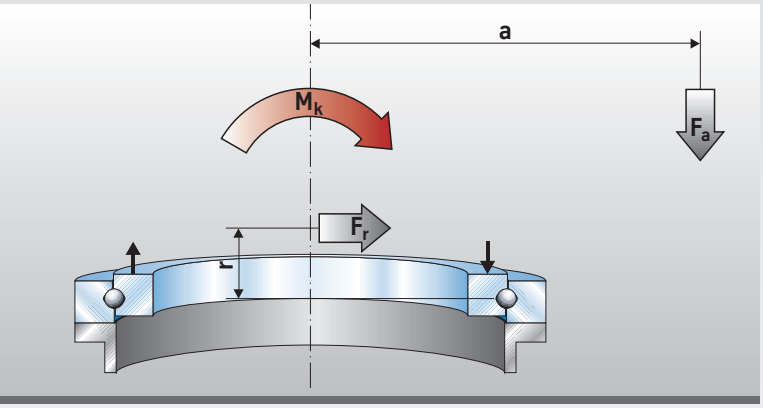


图 4：倾斜间隙测量的负荷原则（轴向运动）

图 5：倾斜间隙测量的原理构建

倾斜间隙测量

可行情况下我们推荐利用倾斜间隙测量进行磨损测定。图 4 显示了此类测量的负荷原则。

在下部连接结构和与上部结构旋拧在一起的支承圈之间（图 5）进行测量。为了测量时尽量降低连接结构的弹性形变影响，测量必须在尽可能接近支承的滚道系统处进行。

具体操作流程如下：

- 设备投入使用时，先进行参照测量。
- 从设定的位置点开始，将测量点标记在圆周上。
- 须首先施加最大的反向旋转力矩，以实现测量精度达 0.01 mm 的测量表的零位调整。随后（必要的话可通过加载负荷）制造出一个向前倾斜的力矩。
- 摆动上部结构之后，在标识的测量位置点，进行重复测量。

（请见第 147 页的表格 7）

允许的支承间隙扩张极限（均匀磨损）
对于特定的应用情况（向蒂森克虏伯罗特艾德公司咨询），列表中这些支承间隙增值是不被允许的。例如对于游乐场设施的回转支承允许增值为列出数值的 50%。

表格 4：BF* 01, 08（双排球式支承/轴向球式支承）

测量方法	球直径 单位 mm										
	18	20	22	25	30	35	40	45	50	60	70
	允许的最大磨损值 单位 mm										
下沉测量	1,8				2,2		3,0			3,8	
倾斜间隙测量	2,5				3,0		4,0			5,0	

*BF = 型号（请见登记册或 www.thyssenkrupp-rotheerde.com）

表格 5：BF* 06, 09, 25, 23, 28（球式支承/框架支承）

测量方法	球直径 单位 mm									
	20	22	25	30	35	40	45	50	60	70
	允许的最大磨损值 单位 mm									
下沉测量	1,6		2,0			2,6			3,3	
倾斜间隙测量	2,0		2,6			3,2			4,0	

*BF = 型号（请见登记册或 www.thyssenkrupp-rotheerde.com）

表格 6：BF* 12, 13, 19（滚柱式支承）

测量方法	滚柱直径 单位 mm												
	16	20	25	28	32	36	40	45	50	60	70	80	90	100
	允许的最大磨损值 单位 mm													
下沉测量	0,8		1,2			1,6			2,0		2,4			
倾斜间隙测量	1,4		2,0			2,8			3,5		4,2			

*BF = 型号（请见登记册或 www.thyssenkrupp-rotheerde.com）

检查啮合
在使用过程中，齿部会变得光滑或被啮合磨损。允许的磨损极限值很大程度上取决于支承的具体用途。根据经验，每个齿面允许的磨损值可达到0.1X模数。

下沉测量

无法进行倾斜间隙测量时，推荐采用下沉测量。测量中负荷组合的重心在支承滚道圆直径内。

图 6 显示了负荷原则。

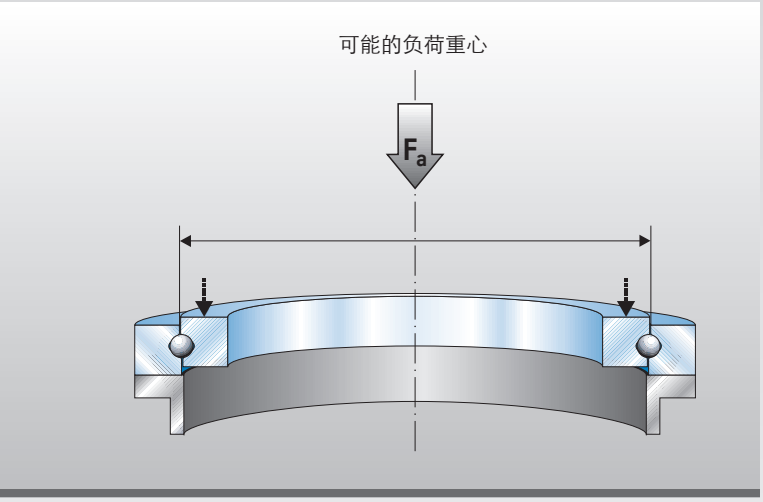


图 6：下沉测量的负荷原则

在下部连接结构和与上部结构旋拧在一起的支承圈之间（图 7、8）进行测量。流程与倾斜间隙测量相似：

- 此操作中设备投入使用时亦须先测得参考值。
- 从设定的位置点开始，将测量点标记在圆周上。

应每隔适当时间，在检测支承的紧固螺栓之后，在相同的测量条件下再次进行倾斜间隙测量或下沉测量。当前测量值和参考测量值之间的差值就是期间新增的磨损值。如果磨损值出现上升趋势，则应缩短测量的时间间隔。

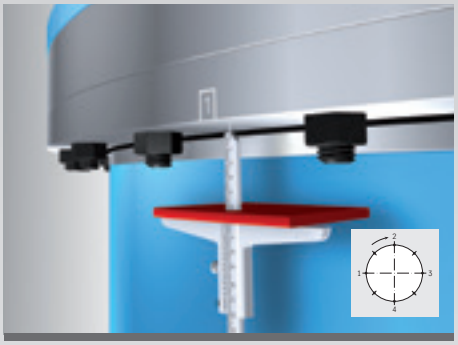


图 7：利用游标深度卡尺进行下沉测量的原理构建

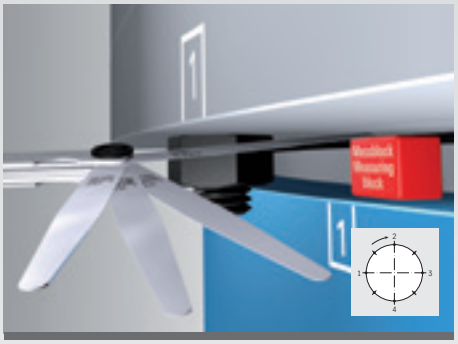


图 8：利用塞尺进行下沉测量的原理构建

优点 通过对支承状态的明确评估可及时更换磨损的部件。与理想的零配件管理相结合可有效避免损失和较长时间的停运。

说明 若允许的磨损值被超出（第 141 页的表 4、5 和 6），我们建议将设备停运。

其他选择：

内置的磨损测量装置（IWM）

为了进一步优化设施的功能性和运行安全性，蒂森克虏伯罗特艾德公司一直致力于开发能够持续监控支承状态的创新性解决方案。此回转支承内置的磨损测量装置是一个受专利保护的发明，它可实现对回转支承允许的最大轴向间隙或下沉最大值的在线检查。

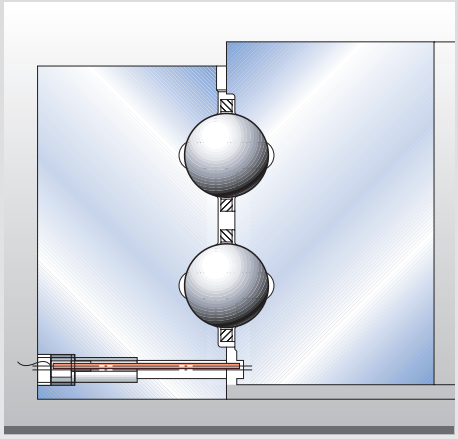


图 9

优点 无需为了测量轴向间隙而中断运行。

在滚道的最大负载区放置一个不锈钢销钉。它以绝缘的方式被安装在一个支承圈中，同时此销钉还凸出到另一支承圈的槽内。最大允许间隙值可通过调节槽宽来进行设置。

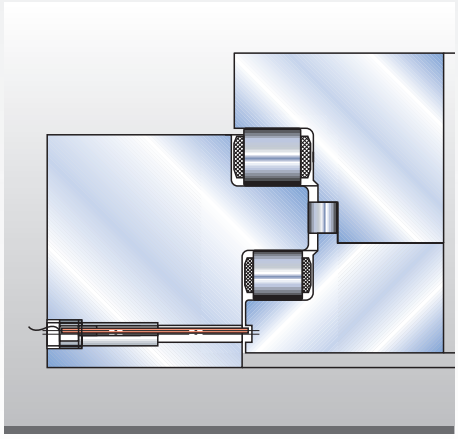


图 10

一旦间隙超过了允许值，圈子和销钉就会彼此相接触。而销钉是与电路相连接的，所以当销钉和圈子相接触时，就会引发一信号。这一信号表明，圈的相对移动已达到允许的极限数值并且必须检查支承了。

优点 连接结构的形变或者螺栓连接的弹性都不会严重影响测量结果。滚道的弹性接近、支承的轴向间隙和安装表面的平面度偏差都被补偿。降低了维护人员的支出。

图 11：油脂取样套件

油脂取样套件

在进行检验测量的同时，也要进行油脂取样。油脂分析会给出关于滚道状态的更多信息。

具有油脂取样孔的支承

⚠ 注意

润滑油脂可能会刺激皮肤

- 进行与润滑油脂相关的操作时须戴手套
- 须遵守适用的生产商资料

油脂取样套件由一根塑料软管、多个密封盖、一个抽吸装置和最多可装 5 个油脂样本的容器盒以及一个信息册组成。详尽说明了操作方式。

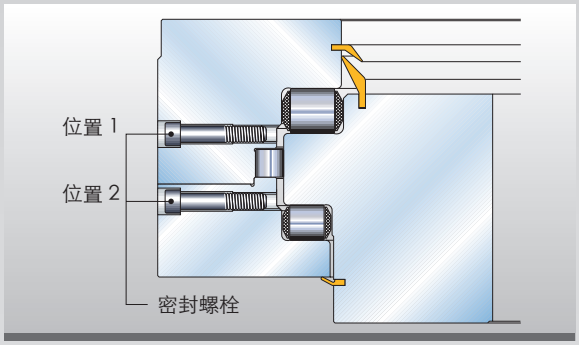


图 12：带有油脂取样孔的滚柱式回转支承

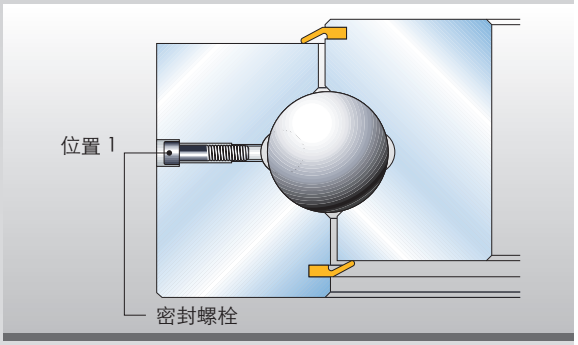


图 13：带有油脂取样孔的单排球式支承

油脂样本必须取自主要负荷区域。

移除针对取样选出的密封螺栓（M16 EN ISO 4762）（图 12 和 13）：位置 1 及特定情况下会与之相对的位置 2。

在油脂取样之前，须先将一并供货的软管按照比油脂取样孔略长的长度斜着（45°）切断。然后将软管插入相应的取样孔中并深至滚道范围处。

此处45°切割表面的朝向必须和旋转方向相反（图 15）。

须重新利用密封螺栓将取样孔密封住。

提取油脂后将软管两个末端用塑料盖密封住。

给油脂样本编号并置入标识好的样本容器盒。

要在样本容器盒上标上必要的信息（请见油脂取样套件，第 144 页的图 11）。

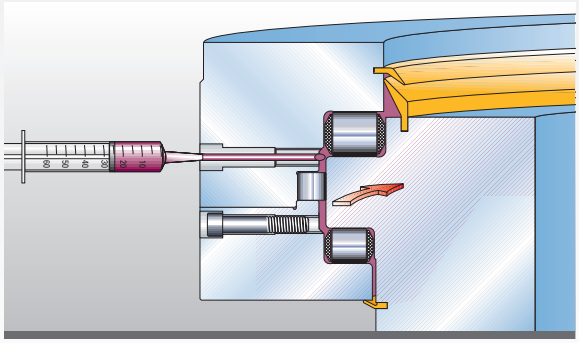


图 14：取样

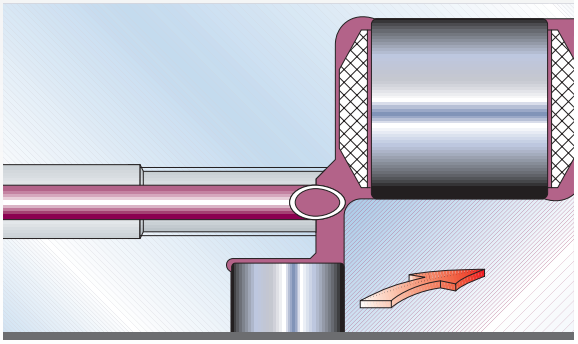


图 15：取样局部放大图

无油脂取样孔的支承
若支承上无油脂取样孔，则在密封圈处提取一个或多个油脂样本。润滑油嘴附近的区域则必须进行清洁。最好在主工作区域和/或偏移 180° 的位置处取样。

在前述润滑油嘴处（不旋转支承）进行补充润滑时须对密封唇口处最先溢出的油脂进行取样（图 16）。
样本量达 3 ccm 即可。

说明 取样时须细致操作，否则受污染的样本会导致分析结果的偏差。

图 16：在密封唇口处取样

Fe 极限值
润滑油脂允许的 Fe 污染极限值在很大程度上取决于运行参数和补充润滑时间间隔。这一数值可根据具体应用情况高达 20000 ppm。

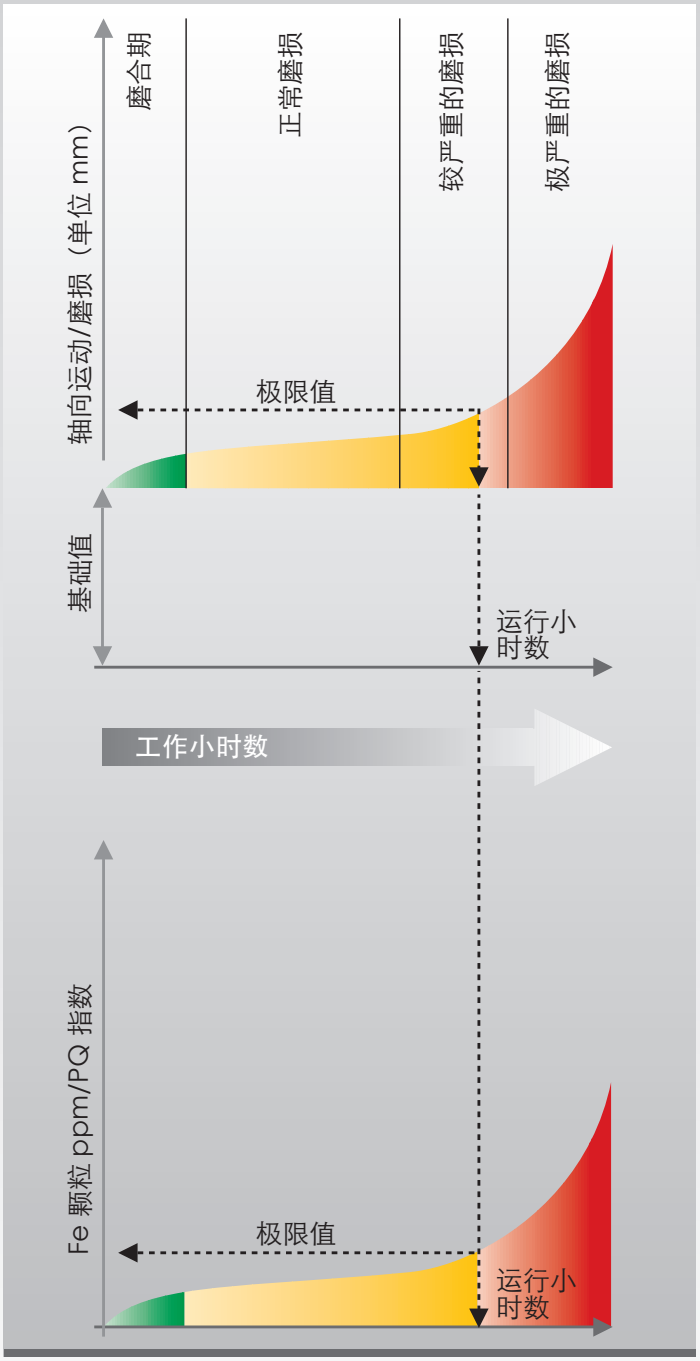


图 17：磨损曲线

磨损曲线
图表显示出随着运行小时数的增多，磨损情况愈发严重或者 Fe 颗粒或 PQ 指数会不断增大（图 17）。

标准应用情况的数值请见第 141 页表格 4 至 6。达到极限值时请联系ThyssenKrupp Rothe Erde公司。

表格 7：测量表

Customer:				Application:			Location:		
ThyssenKrupp Rothe Erde drawing no.:				ThyssenKrupp Rothe Erde order no.:			Year of manufacture:		
Date									
Operating hours	0								
Measuring point	Basic measurement	1		Repeated measurement (12 months interval) 2	3	4	5	6	7
1 Main load area									
180° opposite									
2 Main load area									
180° opposite									
3 Main load area									
180° opposite									
4 Main load area									
180° opposite									
Grease sample no. / Fe particles ppm / PQ index 1									
2									
3									
4									
5									
Grease									
Lubrication system Quantity/interval									
Comments									

测量及分析数值和支承特定的信息应当被填入一个单独的表格（请见表格 7）并且被提供给ThyssenKrupp Rothe Erde公司。样本容器盒请发送至ThyssenKrupp Rothe Erde公司。

ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Service
服务部门
地址：
Beckumer Straße 87
59555 Lippstadt
service.rotheerde@thyssenkrupp.com

ThyssenKrupp Rothe Erde公司将油脂样本发送至一个通过检验的具有相应资质的实验室。

优点 处理时间短暂并且分析结果和磨损测量信息通过电子邮件形式实现快速传输。

请索取**油脂取样套件**联系信息：

ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
地址：
Tremoniastraße 5 – 11
44137 Dortmund
电话 +49 (231) 186-0
传真 +49 (231) 186-2500
sales.rotheerde@thyssenkrupp.com

报废后废物处理

提示

废物处理可能对环境造成危害
- 须遵守废物处理规定
- 须遵守相关国家法规

报废后将支承拆卸下来。须按照相应的废物处理规定对油脂、密封带和塑料材料部件进行废物处理。对支承圈和滚动体须进行原材料循环再生处理（原材料再生）。

取り付け·潤滑·メンテナンス

メンテナンスに特殊な指示があるベアリングには該当しません。交換ベアリングの納品には、取り付け、潤滑、保守に関してメーカーに必ずお問い合わせ下さい。

ThyssenKrupp Rothe Erdeは多彩な大規模旋回ベアリング サービスを提供しております。(ブロック字体部分Rothe Erde® Sewing Bearing Service、又はwww.thyssenkrupp-rotheerde.comをご覧ください。)

輸送と取扱いについて

危険

吊り荷の下は生命の危険

- 吊り荷の下に入らないで下さい
- 適切なロープを使用して下さい
- 適切な吊り具を使用して下さい
- 運搬用穴はベアリング設計図に記載されています

他の機械部品と同様、旋回ベアリングの取扱いには細心の注意が必要です。輸送および保管の際には、ベアリングを水平に保ってください。輸送用、または固定用の掘削孔に、ヒートン(アイボルト)を取り付けてください。垂直な状態で輸送しなくてはならない場合は、必ず内部に支柱(クロス·ブレーシン)を設置します。ベアリングの重量は箱、あるいはパレットに表示してあります。半径(ラジアル)方向に力が加わる衝撃は絶対に避けるようにしてください。

保管

注意

傷つきやすい表面

- 鋭いナイフでパッケージを開けないで下さい
- 表面が損傷する恐れがあります

屋内にて約6か月、空調された室内にて(室温>12°C)にて約12か月。屋外での保管はできません。

長期間保管する場合には、特別な保護が必要です。旋回ベアリングを長期保管すると、シールリップ先端の吸着により、機械の操行中に摩擦トルクが発生することがあります。先の尖っていない物でシールのリップ全体をそっと持ち上げ、左右に360°C回転させることを繰り返すことにより、摩擦トルクを通常値に下げることができます。

納品

- 転動部
  大規模旋回ベアリングはグリースを封入した状態(153ページ, 表3参照)で納品されます(特殊な潤滑油や特別な油量を必要とするものは除きます)。

- 外部表面
  外部表面はCortec VpCI 369/H10により保護されています。

- リングギア
  リングギアには潤滑油の塗布が行われていません。
  外部表面と同様の保護処理が施されています。

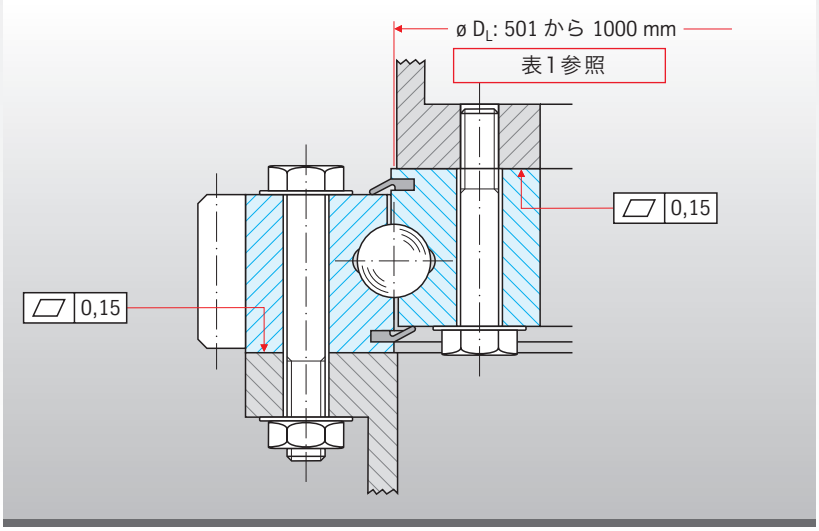


図1: DIN EN ISO 1101に基づいた平面度例

取り付け·潤滑·メンテナンス
メンテナンスに特殊な指示があるベアリングには該当しません。
交換ベアリングの納品には、取り付け、潤滑、保守に関してメーカーに必ずお問い合わせ下さい。

据付

⚠ 注意

防錆剤により皮膚への刺激
- 除去する際には手袋を着用して下さい
- メーカーの説明書を確認して下さい

⚠ 危険

荷下ろしの際下敷きになる危険
- 荷下ろしの前に置き場所を確認して下さい
- 人がいないか確認して下さい

しっかりと据付けられる為に上下構造物の取付け面は脱脂された平面である事が重要です。
溶接ビード、ばり、強固な塗料の残滓、その他の凸凹を据付前に取除いて下さい。ベアリングのリングは取付け構造物によって完全に支持される様にして下さい。

ThyssenKrupp Rothe Erdeではベアリング面を水準儀、又はレーザー装置で点検することをお勧めしております (ThyssenKrupp Rothe Erdeよりサービスとして提供されております)。平坦度の許容値は図1に表示されております。小さなセクターにおけるピークの形成は避けなりません。すなわち、カーブの線形は0度から180度の範囲で一度だけ一律に上昇し、再び下降することが許容されます。

表1: DIN EN ISO 1101に基づいた取り付け面の平面度許容値

軌道直径 Ø in mm D_L	DIN EN ISO 1101 に基づいた取り付け面平面度		
	BF 01 ダブルボール式旋回ベアリング BF 08 アキシャルボールベアリング	BF 06 – シングルボール式旋回ベアリング 4ポイントコンタクトベアリング BF 09 ダブル式4ポイントコンタクトベアリング BF 25, 23, 28 プロファイルベアリング	BF 19 BF 13 ローラーベアリング BF 12 コンビネーションベアリング
500 以下	0,15	0,10	0,07
1000以下	0,20	0,15	0,10
1500以下	0,25	0,19	0,12
2000以下	0,30	0,22	0,15
2500以下	0,35	0,25	0,17
4000以下	0,40	0,30	0,20
6000以下	0,50	0,40	0,30
8000以下	0,60	0,50	0,40

BFは"Bauform"というドイツ語の用語(デザインの意味)の省略形で、図面番号の最初の2桁の数字を表します。
特別仕様の高度回転精度及び軽度内部隙間精密ベアリングには図1の許容値は当てはまりません。
詳しくはThyssenKrupp Rothe Erde へお問い合わせください: www.thyssenkrupp-rotheerde.com
*)ノーマルベアリングBF25, BF23には2倍の許容値が適用されます。

取り付け·潤滑·メンテナンス
メンテナンスに特殊な指示があるベアリングには該当しません。交換ベアリングの納品には、取り付け、潤滑、保守に関してメーカーに必ずお問い合わせ下さい。

許容値を超えてしまう場合は、取り付け面の加工が必要です。旋回ベアリングの取り付けを行う場合は、許容値を順守してください。

保護膜は、アルカリ性の洗剤で除去できます。洗剤がシーリングや軌道に接触しないようにしてください。旋回ベアリングの取り付け面上部および下部、またリングギアの保護を除去してください。

注意　保護膜は、生分解性のアルカリ性洗剤を使用して、簡単に除去することができます。

利点　保護膜の除去が簡単で、環境に優しい。

ハードネスギャップ
焼入れする軌道の始めと終わりの中間部分に硬化していない部分があり、ベアリングの内側あるいは外側に「S」と記載されています。リングギアでは、アキシャル面に、ハードネスギャップが記載されています。ハードネスギャップを示す「S」はベアリングとポイントの負荷が主にかかる部分以外の箇所にあります。ベアリングを使用するにあたり、主に負荷のかかる箇所がわかっている場合、ベアリングのハードネスギャップ部分は、高負荷のかからない位置にベアリングを取り付けてください。

リングギア

⚠ 危険
むき出しの歯車に手を挟まれる危険
・かみ合わせ部分に手を入れないで下さい

3つの緑で表示された歯車のバックラッシュ値が、最小0,03 – 0,04 xモジュールになることを確認してください。ベアリングの固定後、全周にわたりバックフラッシュ値を再度確認してください。歯先修正及び歯先R面取りをピニオンに施してください（Rothe Erde® Slewing Bearingsのカタログ「Gearing」または、www.thyssenkrupp-rotheerde.com参照）。

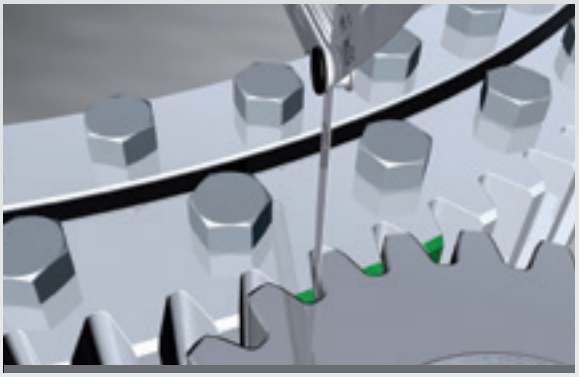


図2: バックラッシュの測定

取り付け·潤滑·メンテナンス
メンテナンスに特殊な指示があるベアリングには該当しません。
交換ベアリングの納品には、取り付け、潤滑、保守に関してメーカーに必ずお問い合わせ下さい。

表2

ネジ径	通し孔径 mm	ボルト強度等級別ネジ締めトルク $\mu_G \approx \mu_K = 0{,}14$	
		油圧 + 電動 M_d トルクレンチ	M_d トルクレンチ
	DIN EN 20273	10.9	10.9
M 12	14	137	123
M 14	16	218	196
M 16	17,5	338	304
M 18	20	469	422
M 20	22	661	594
M 24	26	1136	1022
M 27	30	1674	1506
M 30	33	2274	2046
		強度区分G-8	強度区分G-8
UNC 5/8" – 11	18	286	260
UNC 3/4" – 10	21	506	460
UNC 7/8" – 9	25	803	730
UNC 1" – 8	27,5	1210	1100
UNC 1 1/8" – 7	32	1716	1560
UNC 1 1/4" – 7	35	2410	2190
		強度区分G-8	強度区分G-8
UNF 5/8" – 18	18	320	290
UNF 3/4" – 16	21	560	510
UNF 7/8" – 14	25	902	820
UNF 1" – 12	27,5	1330	1210
UNF 1 1/8" – 12	32	1936	1760
UNF 1 1/4" – 12	35	2685	2440

ネジ締め/ボルトの取り付け
ベアリングのボルト孔位置と相手構造物の孔位置が一致しているか確認します。一致していない場合、ベアリングに歪が生じる場合があります。通し孔径はDIN EN 20 273の中間、を規格としています。表2を参照してください。

取り付け·潤滑·メンテナンス
メンテナンスに特殊な指示があるベアリングには該当しません。
交換ベアリングの納品には、取り付け、潤滑、保守に関してメーカーに必ずお問い合わせ下さい。

ネジ締め／ボルト取り付け
ネジ／ボルト、ナット、ワッシャ（表面加工のないもの）はDIN ISO 267規格強度区分10.9をご使用ください。。規定された数量、直径は必ず守ってください。ネジを対角に規定数値まで慎重に閉めます。
規定数値は151ページ表2に表示されています。
ボルトやナットを締めることにより、座面面圧が許容範囲を超えないようにしてください（Rothe Erde® Slewing Bearingsのカタログ「Fastening bolts」または、www.thyssenkrupp-rotheerde.com参照。また最小クランプサイズも記載）。許容面圧を超える場合は、適切な強度とサイズのワッシャをご使用ください。止まりタップ孔の場合、最小のネジのくわえ込み長さを確保してください。ボルトテンションシリンダーを使用する際、ネジまたはスタッドボルトの必要なくわえ込み分を考慮し、適切なワッシャを使用してください（Rothe Erde® Slewing Bearingsのカタログ「Bolts」、またはwww.thyssenkrupp-rotheerde.com参照）。

締め付けトルクの計算は、ボルトの強度及び締め付け方法のみならず、接触面の摩擦とボルト頭部とナット間のベアリング面との摩擦も関係します。
151ページの表2に記された締付けトルク値は軽く油を塗った接触面とベアリング面にににおいて測定された基準値です。

締付けトルクは、ボルトの強度区分や締付けの手順だけでなくボルト頭部とナットの座面及びネジ部の摩擦に左右されます。表2に記載してあるネジ締付けトルク値は、ネジ部と座面に軽く油を塗った時の推奨トルク値です。潤滑されていないネジは高いネジ締めトルク値を、そししてしっかりと潤滑されたネジは低いトルク値を必要とします。つまりトルク値には変動があります。このような現象は、特にサイズM30または1¼"以上のネジに見られます。このサイズより大きいネジを使用する場合は、油圧式ボルト締め機を使用することをお勧めします。摩擦結合力が充分でない場合は、摩擦適切な接着剤、又は形状でしっくりさせる事が必要です。旋回ベアリングの溶接は絶対にしないでください。

潤滑と保守
潤滑剤ニップルが全て簡単にアクセスできるよう、必要に応じて潤滑剤配管をしてください。
ThyssenKrupp Rothe Erdeは自動中央給脂システムをお勧めしています。取り付け後すぐに軌道及びリングギアの潤滑を行ってください。その際、また今後も153ページ表3に記載してある潤滑剤をご使用ください。この軌道潤滑剤はKP 2 Kグリースで、EP添加物含有NLGIグレード2のリチウム酸化した鉱物油です。153ページ表3に記載された軌道用潤滑剤は混合可能です。潤滑剤はアルファベット順に表記されています。潤滑剤を注入することで摩擦を減らし、腐食を防ぎ、そしてベアリングを密閉します。

ですから常にしっかりと潤滑を行うように心がけてください。目安として、ベアリング段差やシーリング部分全体に新しいグリースがはみ出るくらいたっぷりと潤滑してください。潤滑は、ベアリングを回転させながら行ってください。

潤滑油

⚠ 警告

潤滑油による皮膚への刺激
- 潤滑油を取扱う際には手袋を着用して下さい
- メーカーの説明書を確認して下さい

潤滑油に関する質問は各メーカーにお問い合わせください。

153ページ表3に記載された潤滑油は弊社のベアリングに使用でき、ThyssenKrupp Rothe Erdeがスペーサー及びシールに使用している材料との不適合が無いことを確認しています。潤滑油リストは全商品を記載しているものではありません。

メンテナンスに特殊な指示があるベアリングには該当しません。交換ベアリングの納品には、取り付け、潤滑、保守に関してメーカーに必ずお問い合わせ下さい。

表3: 潤滑油

ARAL	●	Aralub HLP 2	243 K から 393 K (−30 °C から +120 °C)
	▲	Castrol Molub-Alloy OG 936 SF Heavy	243 K から 373 K (−30 °C から +100 °C)
Castrol	●	Spheerol EPL 2	253 K から 413 K (−20 °C から +140 °C)
	▲	Castrol Molub-Alloy OG 9790/2500-0	253 K から 363 K (−20 °C から +90 °C)
KLÜBER LUBRICATION	●	Centoplex EP 2	253 K から 403 K (−20 °C から +130 °C)
	▲	Grafloscon C-SG 0 ultra	243 K から 473 K (−30 °C から +200 °C)
FUCHS LUBRITECH	●	Lagermeister EP 2	253 K から 403 K (−20 °C から +130 °C)
	▲	Ceplattyn KG 10 HMF	263 K から 413 K (−10 °C から +140 °C)
Mobil	●	Mobilux EP 2	253 K から 393 K (−20 °C から +120 °C)
	▲	Mobilgear OGL 461	253 K から 393 K (−20 °C から +120 °C)
Shell	●	Gadus S2 V220 2	248 K から 403 K (−25 °C から +130 °C)
	▲	Gadus S2 OGH NLGI 0/00	263 K から 473 K (−10 °C から +200 °C)
TOTAL	●	Multis EP 2	248 K から 393 K (−25 °C から +120 °C)
	▲	Copal OGL 0	248 K から 423 K (−25 °C から +150 °C)

● レース面グリース
▲ 歯車グリース

その他の潤滑油を使用する場合は、メーカーに適性をお問い合わせください。表3以外の潤滑油を使用する場合、その潤滑油が表3の潤滑油のような特性を持ち、当社の製品に使用されている素材に適していることを確認してください。自動潤滑機を使用する場合は、潤滑油がポンプ力に適応していることを、メーカー側が認証する必要があります。極度の温度下で作業を行う場合は、特殊な潤滑油が必要です。

潤滑油は水の汚染を引き起こす可能性があります。地面、地下水や下水道に混入しないよう注意してください。

取り付け·潤滑·メンテナンス
メンテナンスに特殊な指示があるベアリングには該当しません。交換ベアリングの納品には、取り付け、潤滑、保守に関してメーカーに必ずお問い合わせ下さい。

レース面の潤滑
レース面の潤滑は、ベアリングを回転、旋回しながら行ってください。その際、シーリングやベアリング段差全体に潤滑油があふれ出るくらい、しっかりと潤滑してください。メンテナンス担当係員が、軌道の潤滑状態をチェックし、製品に適した潤滑油の量と、潤滑頻度を管理して下さい。熱帯地、高湿度、ほこり、粉塵、激しい気温の変化などの特殊な環境では、潤滑油量を増やし、より頻繁に潤滑作業を行う必要があります。

電車や路面電車などのボギーベアリング、また風力発電のためのベアリングには、特別な規定があります。

ベアリングの取り付けを中断せざるをえない、ベアリングの取り付けと機械の運転までに期間があいてしまう、といった場合などには、それにあったメンテナンスが必要です。例えば、3か月に1度は回転、旋回をしながら潤滑作業をする、といったようなことです。機械の操業を停止する前後には必ず潤滑を行ってください。

製品の洗浄
装置を洗浄する場合は、以下のことに気をつけてください。洗浄剤や水がシールを破損しないようにすること。洗浄剤や水が軌道に入らないようにすること。

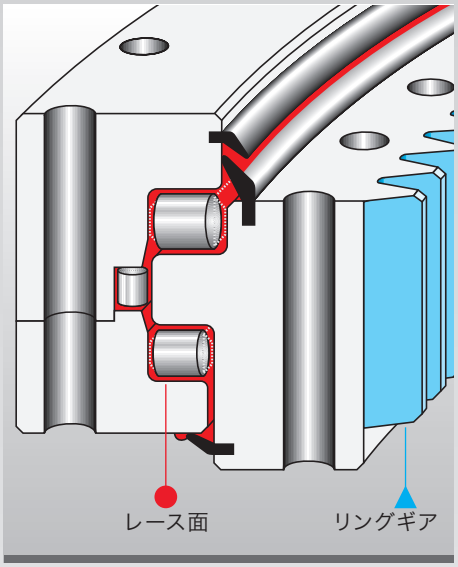


図3

リングギアの潤滑
リングギアの潤滑には、自動潤滑機を使用することをお勧めします。常に歯の部分がしっかりと油膜で覆われている状態を保ってください。メンテナンス担当係員が、リングギアの潤滑状態をチェックし、製品に適した潤滑油の量と、潤滑頻度を管理して下さい。

注意　レース面およびリングギアの潤滑は、必ずしっかりと行ってください。潤滑をすることによって、お客様のご満足いく使用が可能となります。

利点　適した潤滑油を使用し、定期的に潤滑することで機械の性能を最良な状態へと導きます。

ボルトの点検
ベアリングの全耐用期間中、充分なボルトの締付け力が維持される様にして下さい。今までの事例として、ネジの調節をする必要性がある場合がありますので、定期的なトルク値のチェック、ボルトの再締付けをして下さい。

取り付け·潤滑·メンテナンス
メンテナンスに特殊な指示があるベアリングには該当しません。
交換ベアリングの納品には、取り付け、潤滑、保守に関してメーカーに必ずお問い合わせ下さい。

レース面の点検

⚠ 危険

摩耗限界に達した場合、生命が危ぶまれる事故が発生する可能性があります

- 摩耗限界に達した場合、装置を止めて下さい

安全に関する注意

- 稼働中にベアリングの摩耗限界に達してはなりません。詳しくは www.thyssenkrupp-rotheerde.com を参照ください。
- 摩耗が発生した場合は、定期的に調査し記録して下さい
- 手順はマニュアルに記載されています
- ご質問、お問い合わせは ThyssenKrupp Rothe Erde へ連絡下さい

ベアリングの使用前に角すきま測定、もしくは沈下定を行うことをお勧めします（Rothe Erde® Slewing Bearingsのカタログ「Bearing inspection」または、www.thyssenkrupp-rotheerde.com参照）。
ベアリングの磨耗が限界を超えないよう気をつけてください。この測定はある一定期間を置いて繰り返すことをお勧めします。さらに使用済み潤滑剤のサンプルを採取し分析することもできます。

シールの点検

シールは6ヶ月ごとに点検してください。損傷している場合は取り替えてください。

ThyssenKrupp Rothe Erde サービスサポート

旋回ベアリングの本来の性能を保ち、長持ちさせるために下記のサービスを提供しています：

据付
- 取付面/レーザー計測判断
- ベアリング据付
- 基準測定
- 試運転

保守、点検
- 摩耗測定
- ボルトチェック
- 潤滑油分析
- シール交換

整備
- 補修
- オーバーホール

その他
- トレーニング
- 技術サポート

ベアリング点検

破損の予防
摩耗測定により不慮の装置・機械の操業停止の早期発見を可能にし、無駄な修理費用、生産中断による出費も回避できます。ベアリングの良好な状態を保つため定期的な摩耗測定をお勧めします。

レース面の摩耗はその上下方向の変位に現れます。摩耗増加はベアリングの仕様、使用状況に応じてモーメント荷重によるクリアランス測定、またはアキシャル寸法の測定によって検出できます。

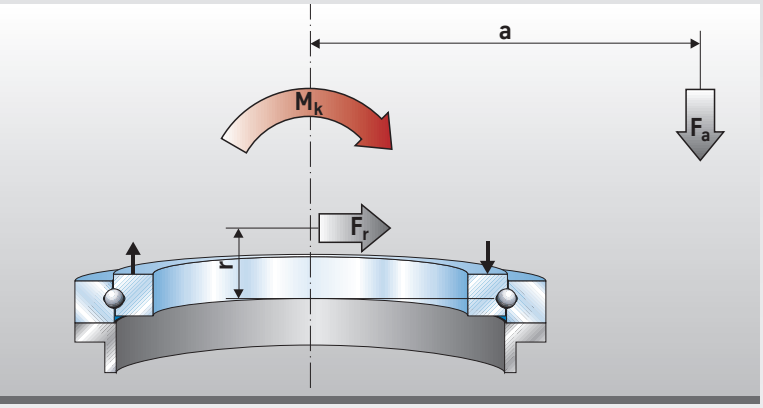


図4: モーメント荷重によるクリアランス測定法の荷重方向（軸回転）

図5:モーメント荷重によるクリアランス測定方法

モーメント荷重によるクリアランス測定法
摩耗の確認にはモーメント荷重によるクリアランスの測定をお勧めします。荷重方向は図4を参照下さい。

測定は下部構造物と上部構造物にボルト締結されている旋回ベアリングとの距離を測ります(図5)。機械構造の弾性変形の影響を最小限にするため、測定はできるだけレース面の近くで行われなければなりません。

測定方法:
- 稼働初期に最初の測定を行ないます。
- 特定位置から円周上に測定点をマークします。
- 後方にモーメント荷重を発生させダイアルゲージ(精度0.01mm)を“0”にセットします。次に必要に応じて荷を吊り前方へモーメント荷重を発生させダイアルゲージを読みます。
- 上部構造物を次の位置に回転させ同様の測定を繰り返します。
(163ページ、表7参照)

許容摩耗増加量
特別仕様に関しては、この許容摩耗増加量は適用されません。(例：回転機械等)
ThyssenKrupp Rothe Erdeにお問い合わせ下さい。

表4: BF* 01, 08 (複列ボールベアリング／アキシャルボールベアリング)

測定方法	ボール径mm										
	18	20	22	25	30	35	40	45	50	60	70
	許容摩耗増加量mm										
アキシャル寸法測定	1,8				2,2		3,0			3,8	
モーメント荷重による寸法測定	2,5				3,0		4,0			5,0	

*BF = Bauform：ベアリングタイプ(www.thyssenkrupp-rotheerde.com参照)

表5: BF* 06, 09, 25, 23, 28 (単列ボールおよび複列ボールベアリング(4点接触)/プロファイルベアリング)

測定方法	ボール径mm									
	20	22	25	30	35	40	45	50	60	70
	許容摩耗増加量mm									
アキシャル寸法測定	1,6		2,0			2,6			3,3	
モーメント荷重による寸法測定	2,0		2,6			3,2			4,0	

*BF = Bauform：ベアリングタイプ(www.thyssenkrupp-rotheerde.com参照)

表6: BF* 12, 13, 19 (ローラーベアリング)

測定方法	ローラー径mm												
	16	20	25	28	32	36	40	45	50	60	70	80	90	100
	許容摩耗増加量mm													
アキシャル寸法測定	0,8		1,2			1,6			2,0		2,4			
モーメント荷重による寸法測定	1,4		2,0			2,8			3,5		4,2			

*BF = Bauform：ベアリングタイプ(www.thyssenkrupp-rotheerde.com参照)

歯車検査
歯車は使用している過程で摩耗が生じる場合があります。許容摩耗量は使用方法により大きく左右しますが、一般的に歯面当たり許容摩耗量は最大0.1×モジュールです。

アキシャル寸法測定法
モーメント荷重によるクリアランス測定が不可能な場合はアキシャル寸法測定をお勧めします。
荷重の組み合わせによる重心はベアリングレース面径の内側です。
荷重方向は図6を参照下さい。

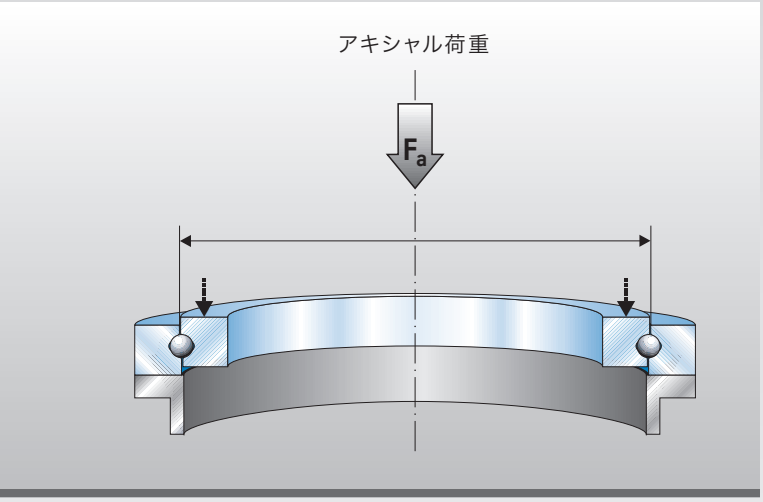


図6: アキシャル寸法測定法の荷重方向

測定は下部構造物と上部構造物にボルト締結されている旋回ベアリングとの距離を測ります(図7,8)。
手順はモーメント荷重によるクリアランスを測定する場合と同様です。

・ここでも稼働初期に最初の測定を行ないます。
・特定位置から円周上に測定点をマークします。

最初のボルト検査終了後、モーメント荷重によるクリアランス測定もしくはアキシャル寸法測定を一定間隔で繰返し実施して下さい。測定は同じ条件下で行って下さい。初期値と測定値の差が摩耗量を表します。摩耗量が増加傾向となった場合はより短い間隔で測定を行って下さい。

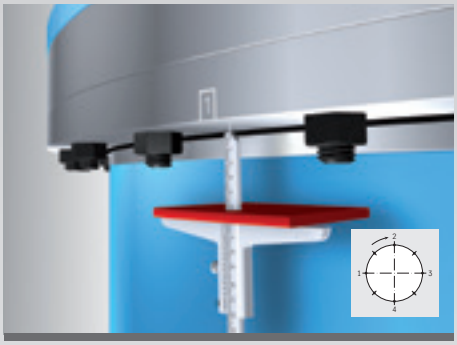


図7:デプスゲージによるアキシャル寸法測定方法

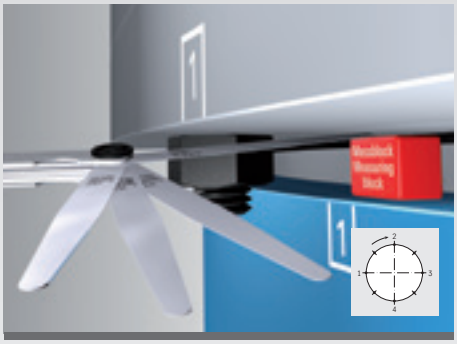


図8: フィーラゲージによるアキシャル寸法測定方法

利点　ベアリング状態を正確に認識することにより摩耗製品の交換を問題発生前に行うことができます。最適な予備品を管理することにより破損事故や長期機械停止を回避することができます。

注意　許容摩耗増加量(157ページの表4、5、6)を超えた場合は機械停止をお勧めします。

代替案:
内蔵型摩耗測定装置(IWM)
機械稼働のさらなる信頼性と最適な機能を助長するため、ThyssenKrupp Rothe Erdeはベアリング状態を常時観測する革新的な解決策を常に模索しています。旋回ベアリング用内蔵型測定装置は特許を取得した開発品です。この開発品によりモーメント荷重によるクリアランスまたはアキシャル寸法による許容摩耗量検査をオンラインで可能となります。

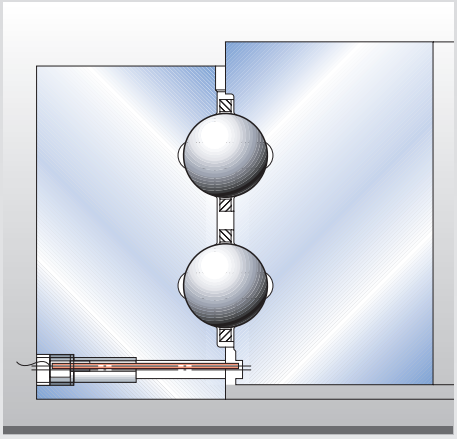


図9

利点　レース面の摩耗を確認する時に機械を停止する必要がありません。

レース面のピーク荷重領域にステンレス製のピンがあります。これは絶縁状態でリングに取り付けられています。このピンは反対側にある溝に突出しています。許容摩耗量に相当するあそびは溝の幅により設定できます。

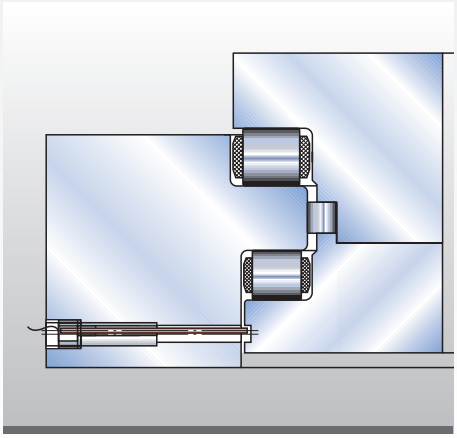


図10

許容できない程あそびが大きくなった場合、リングとピンが接触します。ピンとリングの接触した時点でピンの導通により信号が発せられます。この信号は許容摩耗量に到達しベアリングの調査が必要であることを示します。

利点　構造物の変形とボルト締め付けによる弾性は測定結果にほとんど影響を及ぼしません。レース面の弾性接近量、アキシャルクリアランス、座面の平面度等を補正することができます。メンテナンス人員のコストの削減が可能です。

図11:潤滑油サンプル採取セット

潤滑油サンプル採取セット
旋回環測定と同時に潤滑油を採取します。使用された潤滑油分析からレース面状態についての更なる情報が得られます。

潤滑油採取穴付きベアリング

⚠警告

潤滑油による皮膚への刺激
- 潤滑油を取扱う際には手袋を着用して下さい
- メーカーの説明書を確認して下さい

潤滑油サンプル採取セットにはプラスチック製チューブ、様々なキャップ、吸引器、5サンプル用サンプルケースと取扱い説明書が入っています。手順は詳しく説明されています。

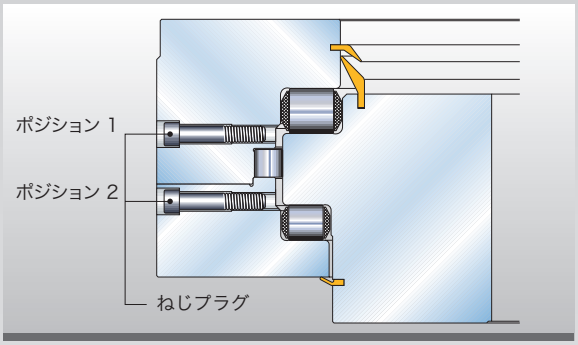


図12: 潤滑油採取穴付き三列ローラーベアリング

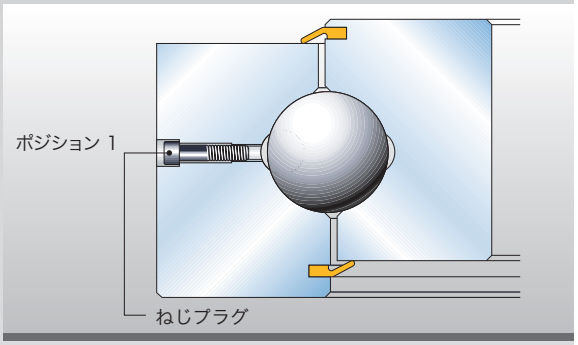


図13: 潤滑油採取穴付き単列ボールベアリング

潤滑油サンプルは主荷重負荷範囲から採取して下さい。

サンプル採取用ねじプラグ(M16 EN ISO 4762)を取り外します:ポジション1と可能であれば反対側のポジション2(図12 、13)

潤滑油採取の前にセット内のチューブを潤滑油採取穴の全長より少し長く45°斜めに切断します。採取用穴からレース面内部にチューブを挿入します(図14)。

切断した45°の面は回転方向の反対に向けることを確認して下さい(図15)。

採取穴を再度ねじプラグで塞ぎます。

潤滑油採取後はチューブの両端をプラスチックキャップで閉じて下さい。

潤滑油サンプルは番号を付け、表示したサンプルケースに入れて下さい。

サンプルケースの上部には必要な情報が記載されています(160ページ、図11、潤滑油サンプルセット参照)。

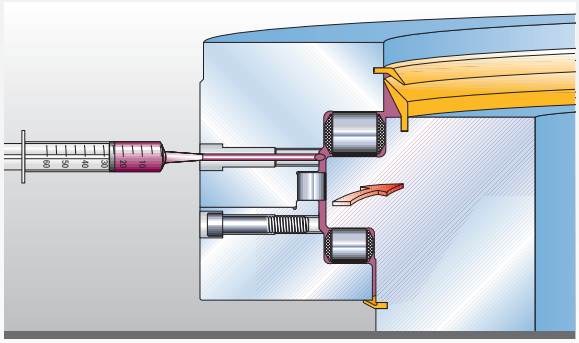


図14: サンプル採取

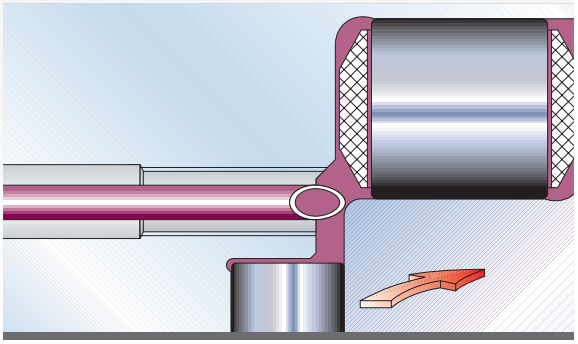


図15:サンプル採取の詳細

潤滑油採取穴なしのベアリング
ベアリングに潤滑油採取穴がない場合、シールから潤滑油サンプルを採取します。グリースニップル近くの領域は洗浄されなければなりません。サンプルは主荷重負荷範囲とできればその反対側(180°)で採取して下さい。

グリースニップルから給脂し(ベアリングの回転なし)、リップシールに最初に排出された潤滑油を採取して下さい(図16)。採取量は3 ccmで十分です。

注意 汚染により結果に差異が生じる可能性があります。採取は慎重に行って下さい。

図16:リップシールからの潤滑油採取

Fe限界値
潤滑油内のFe濃度の限界値はほとんど運転状況及び給脂間隔に関係します。使用方法により数値は最大20000 ppmまで達することもあります。

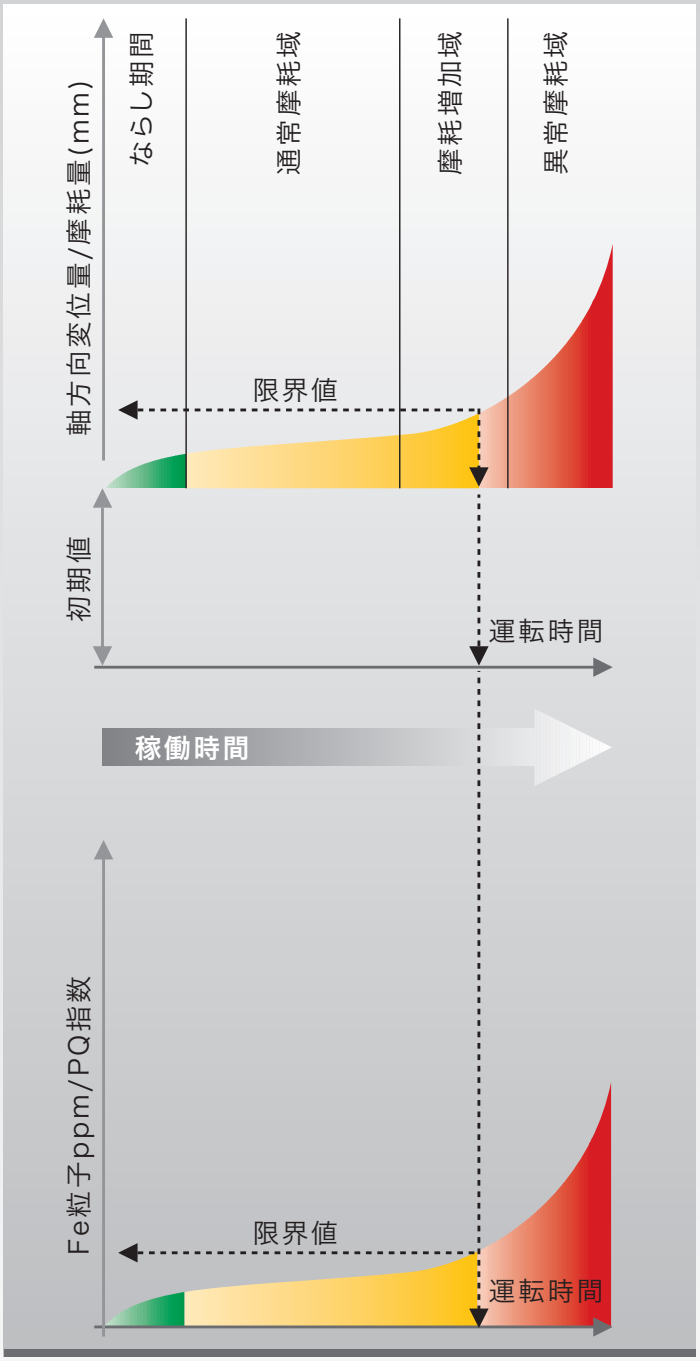


図17: 摩耗曲線

摩耗曲線
グラフは稼働時間に対する摩耗の進行および鉄粒子・PQ指数の増加を示しています。(図17).

標準用途の場合は157ページの表4－6の数値を参照して下さい。限界値に達した場合はThyssenKrupp Rothe Erdeにご連絡下さい。

表7: 測定表

Customer:				Application:			Location:		
ThyssenKrupp Rothe Erde drawing no.:				ThyssenKrupp Rothe Erde order no.:			Year of manufacture:		
Date									
Operating hours	0								
Measuring point	Basic measurement	1		2	3	4	5	6	7
				Repeated measurement (12 months interval)					
1 Main load area									
180° opposite									
2 Main load area									
180° opposite									
3 Main load area									
180° opposite									
4 Main load area									
180° opposite									
Grease sample no. / Fe particles ppm/ PQ index	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
Grease									
Lubrication system Quantity/interval									
Comments									

測定値、分析値、及びベアリングに関する特殊な情報は、別の表(表7参照)に記入しThyssenKrupp Rothe Erdeに提供して下さい。またサンプルケースをお送り下さい。

ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Service
Beckumer Straße 87
59555 Lippstadt
service.rotheerde@thyssenkrupp.com

ThyssenKrupp Rothe Erdeは公認研究所へグリースサンプルを送付します。

利点 摩耗測定及び分析結果はe-mailにて早急にお知らせします。

潤滑油サンプル採取セットは
以下のアドレスでお求め頂けます:

ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Tremoniastraße 5–11
44137 Dortmund
Telefon +49 (231) 186-0
Telefax +49 (231) 186-2500
sales.rotheerde@thyssenkrupp.com

使用後の廃棄処分

注意

廃棄処分の際、環境に悪影響を及ぼす可能性があります
・廃棄物ガイドラインを確認して下さい
・国内法を遵守して下さい

ベアリングを廃棄処分する際はまずベアリングを分解します。 グリース、シール及びプラスチック部品をゴミの分別法に従い分別します。ベアリングのリングと転動体は素材再利用(リサイクリング)することができます。

التركيب

ملحوظة

قد يتعرض الجلد لتهيجات بسبب المواد الحافظة

- يجب ارتداء قفازات اليد عند الإزالة
- برجاء مراعاة مستندات الشركة المصنعة المرفقة

خطر

خطر التعرض للسحق عند إنزال الحِمل

- يجب التحقق من موضع الإنزال قبل بدء الإنزال
- يجب الانتباه لوجود موظفين

سطح التلامس المستوي والخالي من الشحوم والزيوت يُعتبر شرطًا أساسيًا لتركيب المحمل، لذا يجب إزالة أي أطراف لحام بارزة أو نتوءات أو طلاءات أو أي بروزات أخرى، كما يجب تدعيم حلقات المحامل بالكامل من خلال هيكل وصل.

توصي شركة ThyssenKrupp Rothe Erde بإجراء فحص لسطح التلامس باستخدام أداة تسوية أو جهاز ليزر (هذه الخدمة متوفرة لدى شركة ThyssenKrupp Rothe Erde). قيم التسطيح المسموح بها موجودة بالجدول 1. يجب تجنب تكوّن قمم في القطاعات الصغيرة، بمعنى أنه ينبغي ألا يرتفع أي منحنى في النطاق 180°-0° إلا مرة واحدة بشكل متساوٍ ثم ينخفض مرة أخرى.

جدول 1: انحراف التسطيح المسموح به لسطح التلامس وفقًا للمعيار DIN EN ISO 1101

قطر المجرى بالمليمتر D_L	التسطيح وفقًا للمعيار DIN EN ISO 1101 لكل سطح تلامس بالمليمتر		
	BF 01 حلقات دوران محمل كريات ثنائي الصف BF 08 محمل كريات محوري	BF 06 حلقات دوران محمل كريات أحادي الصف محمل بأربع نقاط BF 09 محمل مزدوج بأربع نقاط BF 25, 23, 28 محمل جانبي*	BF 19 BF 13 حلقات دوران محمل أسطواني BF 12 محمل مشترك
حتى 500	0,15	0,10	0,07
حتى 1000	0,20	0,15	0,10
حتى 1500	0,25	0,19	0,12
حتى 2000	0,30	0,22	0,15
حتى 2500	0,35	0,25	0,17
حتى 4000	0,40	0,30	0,20
حتى 6000	0,50	0,40	0,30
حتى 8000	0,60	0,50	0,40

BF اختصار لنوع التصميم، وتشير إلى أول رقمين من رقم الرسم.
بالنسبة لإصدارات محامل الدقة الخاصة، ذات دقة التشغيل الأعلى وخلوص المحمل الأقل، لا ينبغي استخدام القيم المسموح بها الواردة في الجدول 1، بل يُرجى الرجوع إلى شركة ThyssenKrupp Rothe Erde: www.thyssenkrupp-rotheerde.com
*) يمكن مضاعفة القيم للمحمل العادي BF 25 و BF 23.

التركيب · التشحيم · الصيانة (ILM)

هذه البيانات لا تصلح للمحامل ذات تعليمات التركيب والتشحيم والصيانة الخاصة - عند توريد المحامل البديلة يجب الاتصال بالشركة المصنعة للوحدة لمعرفة كيفية التركيب والتشحيم والصيانة.

تقدم شركة ThyssenKrupp Rothe Erde خدمة شاملة لمحامل الدوران الكبيرة (انظر مستند "Rothe Erde® Slewing Bearing Service" أو تفضل بزيارة الموقع الإلكتروني www.thyssenkrupp-rotheerde.com).

النقل والتعامل

خطر

خطر على الحياة بسبب الحِمل المعلق

- لا تدخل تحت الحِمل
- اختر الرافعة المناسبة
- اختر معدات الرفع المناسبة
- فتحات النقل المناسبة معروضة في رسوم المحمل

مثل أي عنصر آلة آخر تتطلب محامل الدوران الكبيرة أيضًا تعاملاً متأنيًا. ينبغي ألا يتم النقل والتخزين إلا في الوضع الأفقي. مع المحامل المناسبة يجب استخدام المسامير الحلقية/حلقات التحميل في فتحات النقل أو فتحات التثبيت المتوفرة، أما في الحالات الخاصة، مثل النقل المائل، فيتطلب الأمر توفير تعزيز داخلي (شبكة نقل متصالبة). يجب الإشارة إلى وزن المحمل على صندوق الشحن أو المنصة الناقلة، كما يجب تجنب الصدمات القُطرية.

التخزين

ملحوظة

سطح حساس

- لا تفتح العبوات باستخدام سكين حاد
- قد تتعرض الأسطح للتلف

يتم التخزين لحوالي 6 شهور في أماكن التخزين المسقوفة، وحوالي 12 شهرًا في الأماكن المغلقة المتحكم في درجة حرارتها (درجة الحرارة < 12 مئوية)، ولا يُسمح بالتخزين في الهواء الطلق.

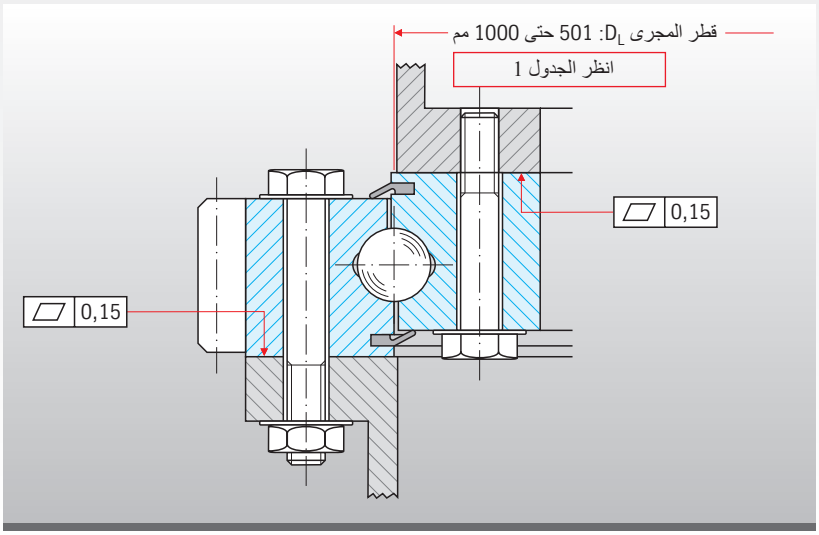
أوقات التخزين الطويلة تتطلب حماية خاصة، فبعد فترة التخزين الطويلة لمحمل الدوران الكبير قد تحدث زيادة في عزم دوران الاحتكاك بسبب امتصاص شفة منع التسرب. وبواسطة الرفع الحذر والطفيف لشفة منع التسرب من على كامل محيطها باستخدام أداة غير حادة، مع الدوران المتكرر لمحمل الدوران الكبير بزاوية 360° يمينًا ويسارًا، تقل قيمة عزم دوران الاحتكاك وصولاً إلى القيمة الطبيعية.

حالة التوريد

- نظام مجرى الكريات
  يتم توريد محامل الدوران الكبيرة وهي معبئة بشحم (انظر الجدول 3، صفحة 168) (إذا لم تكن هناك حاجة لمادة تشحيم خاصة أو كمية شحم خاصة).

- الأسطح الخارجية
  يتم حماية الأسطح الخارجية باستخدام Cortec VpCI 369/H10.

- مجموعة المسننات
  مجموعة المسننات غير مشحمة، ويتم حمايتها بنفس طريقة حماية الأسطح الخارجية.



صورة 1: مثال لانحراف التسطيح وفقًا للمعيار DIN EN ISO 1101

جدول 2

قطر سن اللولب/ المسمار	قطر الفتحة مم	عزم دوران التشديد بالنيوتن متر مع فئة تثبيت المسامير $\mu_G \approx \mu_K = 0,14$	
		لمفك البراغي M_d الهيدروليكي + الإلكتروني	لمفتاح M_d
	DIN EN 20273	10.9	10.9
M 12	14	137	123
M 14	16	218	196
M 16	17,5	338	304
M 18	20	469	422
M 20	22	661	594
M 24	26	1136	1022
M 27	30	1674	1506
M 30	33	2274	2046
		المستوى 8	المستوى 8
UNC 5/8" – 11	18	286	260
UNC 3/4" – 10	21	506	460
UNC 7/8" – 9	25	803	730
UNC 1" – 8	27,5	1210	1100
UNC 1 1/8" – 7	32	1716	1560
UNC 1 1/4" – 7	35	2410	2190
		المستوى 8	المستوى 8
UNF 5/8" – 18	18	320	290
UNF 3/4" – 16	21	560	510
UNF 7/8" – 14	25	902	820
UNF 1" – 12	27,5	1330	1210
UNF 1 1/8" – 12	32	1936	1760
UNF 1 1/4" – 12	35	2685	2440

الربط بالمسامير الملولبة/مجموعة المسامير

يجب أن تتوافق فتحات المسامير بالمحمل وهيكل الوصل، وإلا حدث تشديد غير مسموح به، ويجب تكوين فتحات المرور وفقًا للمعيار DIN EN 20 273، السلسلة المتوسطة – انظر الجدول 2.

في حالة تجاوز هذه القيم يكون من الضروري إجراء معالجة ميكانيكية على أسطح اتصال المحمل بهيكل الوصل. يجب أن يتناسب موضع تركيب محمل الدوران الكبير مع الموضع الظاهر بالرسم.

يمكن إزالة المادة الحافظة باستخدام منظف قلوي، لكن لا تمسح بوصول المذيب إلى حلقات منع التسرب ومجرى الكريات، وقم بتنظيف سطح التلامس العلوي والسفلي لمحمل الدوران الكبير وكذلك مجموعة المسننات من المواد الحافظة.

ملحوظة يمكن إزالة المادة الحافظة بسهولة، وذلك باستخدام منظف قلوي بيولوجي قابل للتحلل على سبيل المثال.

ميزة إزالة سريعة للمادة الحافظة مع تأثير منخفض على البيئة.

الفجوة الصلبة

تم تمييز الموضع غير المصلد بين بداية ونهاية المنطقة الصلبة بمجرى الكريات بالحرف "S" المطبوع على القطر الداخلي والخارجي لكل حلقة محمل. أما مع الحلقة المسننة فقد تم تعليم الفجوة الصلبة على السطح المحوري. ينبغي تحديد موضع الفجوة الصلبة "S" على الحلقة ذات نقطة التحميل خارج منطقة التحميل الرئيسية. وإذا كانت منطقة العمل الرئيسية لحالة التطبيق معروفة، يتم تحديد موضع الفجوة الصلبة لحلقة التحميل الشامل خارج منطقة التحميل الرئيسية أيضًا.

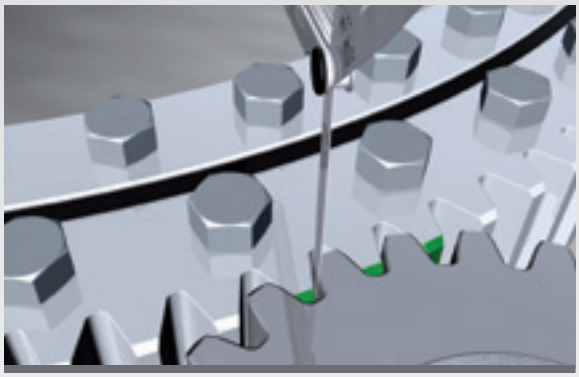
مجموعة المسننات

خطر

خطر التعرض للسحق بسبب التروس المسننة المكشوفة

- لا تدخل في منطقة التأثير

يجب ضمان ألا تقل الحركة الارتجاعية بالأسنان الثلاثة المعلمة باللون الأخضر عن 0,03 – 0,04 x الوحدة، وبعد الشد النهائي للمحمل يجب إعادة فحص الحركة الارتجاعية مرة أخرى على المحيط الكامل، كما يجب أن يحتوي الترس على منحنى بالحافة العلوية وجانب علوي مستدق الطرف (انظر فصل "Gearing" في كتالوج Rothe Erde® Slewing Bearing أو تفضل بزيارة الموقع الإلكتروني www.thyssenkrupp-rotheerde.com).



صورة 2: قياس الحركة الارتجاعية

جدول 3: مواد التشحيم

ARAL	Aralub HLP 2	●	393 K حتى 243 K (120+ حتى 30- مئوية)
	Castrol Molub-Alloy OG 936 SF Heavy	▲	373 K حتى 243 K (100+ حتى 30- مئوية)
Castrol	Spheerol EPL 2	●	413 K حتى 253 K (140+ حتى 20- مئوية)
	Castrol Molub-Alloy OG 9790/2500-0	▲	363 K حتى 253 K (90+ حتى 20- مئوية)
KLÜBER	Centoplex EP 2	●	403 K حتى 253 K (130+ حتى 20- مئوية)
	Grafloscon C-SG 0 ultra	▲	473 K حتى 243 K (200+ حتى 30- مئوية)
LUBRITECH	Lagermeister EP 2	●	403 K حتى 253 K (130+ حتى 20- مئوية)
	Ceplattyn KG 10 HMF	▲	413 K حتى 263 K (140+ حتى 10- مئوية)
Mobil	Mobilux EP 2	●	393 K حتى 253 K (120+ حتى 20- مئوية)
	Mobilgear OGL 461	▲	393 K حتى 253 K (120+ حتى 20- مئوية)
Shell	Gadus S2 V220 2	●	403 K حتى 248 K (130+ حتى 25- مئوية)
	Gadus S2 OGH NLGI 0/00	▲	473 K حتى 263 K (200+ حتى 10- مئوية)
TOTAL	Multis EP 2	●	393 K حتى 248 K (120+ حتى 25- مئوية)
	Copal OGL 0	▲	423 K حتى 248 K (150+ حتى 25- مئوية)

● شحم مجرى الكريات
▲ شحم مجموعة المسننات

عند استخدام مادة تشحيم أخرى يجب الحصول على تأكيد عن مدى ملاءمتها من الشركة المصنعة لمادة التشحيم، كما يجب أن تتماثل الخصائص مع خصائص الشحوم الواردة في الجدول 3 على الأقل، وأن تتوافق مع المواد التي نستخدمها. وفي حالة استخدام أنظمة تشحيم أوتوماتيكية فيجب على الشركة المصنعة لمادة التشحيم التأكيد على مدى ملاءمة مادة التشحيم للضخ. وعند الاستخدام مع درجات حرارة منخفضة يكون من الضروري استخدام مواد تشحيم خاصة.

مواد التشحيم هي منتجات ملوثة للمياه، لذا ينبغي عدم وصولها إلى الأرض أو إلى المياه الجوفية أو إلى شبكة قنوات الصرف الصحي.

مسامير التثبيت

مسامير التثبيت والصواميل وحلقات إحكام الربط (بدون معالجة الأسطح) تكون في المعتاد مربوطة على فئة التثبيت 10.9 وفقًا للمعيار DIN ISO 267، ويجب الالتزام بالعدد والقطر المحددين مسبقًا. يجب ربط المسامير مسبقًا بالعرض على القيم المنصوص عليها، والجدول 2، صفحة 166 يعرض بعض القيم النموذجية. كما يجب ألا يتجاوز ضغط السطح تحت رأس المسمار أو الصامولة القيم الحدية المسموح بها (انظر فصل "Fastening bolts" في كتالوج Rothe Erde® Slewing Bearing أو تفضل بزيارة الموقع الإلكتروني www. thyssenkrupp-rotheerde.com، وكذلك الحال فيما يتعلق بالحد الأدنى لطول التثبيت). في حالة تجاوز الحد الأدنى لضغط السطح يجب توفير حلقات إحكام ربط ذات حجم مناسب وصلابة مناسبة. يجب ضمان الحد الأدنى لعمق المسامير مع سن اللولب ذي الثقب المسدود. إذا تم استخدام أسطوانة ربط مسامير، يجب مراعاة بروزات أسنان اللوالب اللازمة مع المسامير الملولبة أو البراغي عديمة الرأس، واستخدام حلقات إحكام الربط المناسبة (انظر فصل "Bolts" في كتالوج Rothe Erde® Slewing Bearing أو تفضل بزيارة الموقع الإلكتروني www.thyssenkrupp-rotheerde.com).

تحديد عزم دوران التشديد لا يعتمد فقط على فئة تثبيت المسامير وطريقة التثبيت، بل يتعلق أيضًا بالاحتكاك في سن اللولب وبأسطح التلامس بين رأس المسمار والصامولة. قيم عزم دوران التشديد الواردة بالجدول 2، صفحة 166 هي قيم مرجعية، معتمدة على سن لولب مزيت قليلاً وأسطح تلامس مزيتة قليلاً.

سن اللولب الجاف يتطلب عزم دوران تشديد أعلى، بينما يتطلب سن اللولب المزيت بدرجة كبيرة عزم دوران تشديد أقل، لذلك يمكن أن تختلف القيم بشكل كبير. وهذا الأمر ينطبق بشكل خاص على سن اللولب الأكبر من M 30 أو "1¼، ومن المستحسن استخدام أسطوانة ربط مسامير بدءًا من هذه الأحجام. في حالة عدم كفاية سلامة وصلة الاحتكاك فمن الضروري توفير مُحسّن لقيمة الاحتكاك أو وصلة توافق محكم، ولا يُسمح بلحام محمل الدوران الكبير.

التشحيم والصيانة

يجب أن يكون الوصول إلى حلمات التشحيم سهلاً، ويمكن إضافة خطوط تشحيم عند الحاجة لذلك. توصي شركة ThyssenKrupp Rothe Erde باستخدام أنظمة تشحيم مركزية أوتوماتيكية. يجب أن يتم تشحيم نظام مجرى الكريات ومجموعة المسننات بعد التركيب مباشرة، وللقيام بذلك، ولأي تشحيم لاحق استخدم مواد تشحيم من الواردة في الجدول 3، صفحة 168. عند تشحيم مجرى الكريات لا تستخدم إلا شحوم KP 2 K، أي استخدم زيوت معدنية مصبنة من الليثيوم من فئة NLGI 2 مع إضافات EP. يمكن خلط مواد التشحيم الواردة في الجدول 3، صفحة 168، مع بعضها البعض عند الاستخدام لمجرى الكريات. تم ترتيب مواد التشحيم أبجديًا. التعبئة بالشحم تمنع الاحتكاك، وتحمي من التآكل، وتُعتبر أحد عناصر منع التسرب.

لذلك يجب دائمًا إعادة التشحيم بشكل وفير، بحيث يتم تكوين طوق من الشحم الجديد على امتداد المحيط الكامل لفجوة المحمل أو موانع التسرب. قم بتدوير المحمل بعد إعادة التشحيم أو أرجحته بشكل كافٍ.

مواد التشحيم

تحذير ⚠

قد يتعرض الجلد لتهيجات بسبب مواد التشحيم

- يجب ارتداء قفازات اليد عند التعامل مع مواد التشحيم
- برجاء مراعاة مستندات الشركة المصنعة المرفقة

للحصول على توضيحات لأي استفسارات متعلقة بمواد التشحيم يُرجى الرجوع إلى الشركة المصنعة لمادة التشحيم.

تم الموافقة على استخدام مواد التشحيم الواردة في الجدول 3، صفحة 168، مع محامل الدوران الكبيرة خاصتنا، وتم التحقق من توافقها مع المواد المستخدمة من قِبل شركة ThyssenKrupp Rothe Erde في المباعِدات وموانع التسرب. قائمة الشحوم ليست شاملة.

فحص نظام مجرى الكريات

خط

في حالة تجاوز حدود التآكل المسموح بها ينشأ خطر وقوع حوادث وخطر الموت

- عند الوصول إلى حدود التآكل يجب إيقاف الجهاز عن العمل

تعليمات السلامة

- خلال التشغيل يجب التأكد من عدم تجاوز حدود تآكل المحمل، وللحصول على مزيد من المعلومات (تخطيطات/إجراءات) انظر الموقع الإلكتروني www.thyssenkrupp-rotheerde.com.
- يجب الكشف بانتظام عن معدل التآكل الحادث وتوثيقه
- الإجراءات موصوفة في الدليل
- في حالة وجود أي مواضيع غير محسومة يمكنك التشاور مع شركة ThyssenKrupp Rothe Erde

عند التشغيل لأول مرة نوصي بتنفيذ قياس خلوص الإمالة وقياس الانخفاض (انظر فصل "Bearing inspection" في كتالوج Rothe Erde® Slewing Bearing أو تفضل بزيارة الموقع الإلكتروني www.thyssenkrupp-rotheerde.com)، ويجب التأكد من عدم تجاوز حدود تآكل المحمل، ونحن نوصي بإعادة هذه القياسات على فترات مناسبة، كما يمكن سحب عينة من الشحم المستخدم وتحليلها.

فحص موانع التسرب

يجب التحقق من موانع التسرب كل 6 أشهر على الأقل، وفي حالة وجود تلفيات يجب تغيير موانع التسرب.

خدمة الدعم من شركة ThyssenKrupp Rothe Erde

للتشغيل المستمر والخالي من الأعطال لمحامل الدوران الكبيرة خاصتنا، نقدم لك الخدمات التالية:

التركيب
- تقييم أسطح التلامس/قياس الليزر
- تركيب المحمل
- القياس المرجعي
- التشغيل لأول مرة

الصيانة والمعاينة
- قياس التآكل
- التحقق من المسامير
- تحليل مواد التشحيم
- تغيير موانع التسرب

الإصلاح
- الترميم
- التجديد الشامل

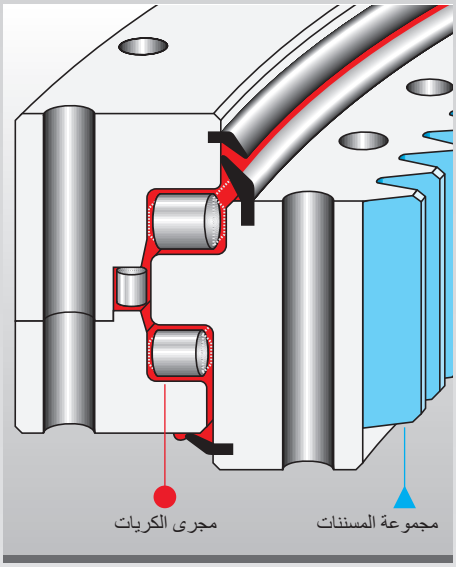
أخرى
- التدريب
- الدعم التقني

إعادة تشحيم نظام مجرى الكريات
يجب أن تتم إعادة التشحيم مع تدوير المحمل أو أرجحته بشكل كافٍ، حتى يتسرب الشحم الجديد إلى كامل محيط شفاه منع التسرب أو شبكات المسارات. يقع على عاتق فريق الصيانة مهمة تحديد كميات الاستهلاك وفترات التغيير الفردية، وذلك من خلال الفحص المستهدف لحالة الشحم بمجرى الكريات. وفي ظل الظروف القاسية، مثلاً في المناطق الاستوائية، أو في حالة ارتفاع درجة الرطوبة، أو التعرض لأتربة وأوساخ كثيرة، أو مع التقلبات الشديدة لدرجات الحرارة، يكون من الضروري زيادة مرات إعادة التشحيم وتقليل الفترات البينية.

يتم تطبيق تعليمات خاصة مع محامل عربات النقل المنخفضة الخاصة بمركبات السكك الحديدية والترام، وكذلك محامل وحدات طاقة الرياح.

مع المحامل المربكة جزئيًا أو في حالة وجود أوقات توقف بين تركيب المحمل واستخدام الجهاز، يجب إجراء أعمال الصيانة المناسبة، مثل إعادة التشحيم مع تدوير المحمل أو أرجحته بشكل كافٍ، بعد 3 أشهر على الأكثر، وكل 3 أشهر بعد ذلك. ويجب إعادة التشحيم قبل وبعد إيقاف الجهاز عن العمل لمدة طويلة.

تنظيف الجهاز
عند تنظيف الجهاز يجب مراعاة ألا تتسبب أي مادة تنظيف أو أي مياه في إتلاف موانع التسرب، ومراعاة ألا تتسرب مواد التنظيف والمياه إلى مجاري الكريات.



صورة 3

إعادة تشحيم مجموعة المسننات
نوصي بتشحيم مجموعة المسننات أوتوماتيكيًا، حيث يجب دائمًا وجود شحم كافٍ على جوانب الأسنان، ويقع على عاتق فريق الصيانة مهمة تحديد كميات الاستهلاك وفترات التغيير الفردية، وذلك من خلال الفحص المستهدف لحالة الشحم بمجموعة المسننات.

ملحوظة يُعتبر التشحيم الجيد ضروريًا لنظام مجرى الكريات ومجموعة المسننات، فهو السبيل الوحيد للوصول إلى فترات استخدام مرضية.

ميزة استخدام مواد تشحيم مثالية والالتزام بفترات تغيير مثالية يزيد من توافر النظام.

فحص المسامير الملولبة
يجب ضمان الحفاظ على قوة شد مسبق عالية بشكل كافٍ للمسامير، طوال فترة الصلاحية الإجمالية لمحمل الدوران الكبير. وفقًا للخبرات العملية، يوصى بإعادة شد وربط المسامير باستخدام عزم دوران التشديد اللازم وقوة الشد المسبق اللازمة، للتعويض عن آثار التثبيت.

أقصى زيادة مسموح بها لخلوص المحمل (التآكل المنتظم)
مع حالات الإستخدام الخاصة (التشاور مع شركة ThyssenKrupp Rothe Erde) لا يُسمح بزيادات خلوص المحمل هذه، مثلاً 50% من القيم المذكورة لمحامل الدوران الكبيرة لألعاب الملاهي.

جدول 4: أنواع التصميم BF* 01, 08(محامل كريات ثنائية الصف/محامل كريات محورية)

طريقة القياس	قطر الكرة مم										
	18	20	22	25	30	35	40	45	50	60	70
	الحد الأقصى لقيم التآكل المسموح بها مم										
قياس الانخفاض	1,8				2,2		3,0				3,8
قياس خلوص الإمالة	2,5				3,0		4,0				5,0

*BF = نوع التصميم، (انظر الفهرس أو www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

جدول 5:أنواع التصميم BF* 06, 09, 25, 23, 28 (محامل كريات/محامل جانبية)

طريقة القياس	قطر الكرة مم									
	20	22	25	30	35	40	45	50	60	70
	الحد الأقصى لقيم التآكل المسموح بها مم									
قياس الانخفاض	1,6		2,0			2,6				3,3
قياس خلوص الإمالة	2,0		2,6			3,2				4,0

*BF = نوع التصميم، (انظر الفهرس أو www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

جدول 6: أنواع التصميم BF* 12, 13, 19 (حلقات دوران محامل أسطوانية)

طريقة القياس	قطر الأسطوانة مم												
	16	20	25	28	32	36	40	45	50	60	70	80	90	100
	الحد الأقصى لقيم التآكل المسموح بها مم												
قياس الانخفاض	0,8		1,2			1,6			2,0		2,4			
قياس خلوص الإمالة	1,4		2,0			2,8			3,5		4,2			

*BF = نوع التصميم، (انظر الفهرس أو www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

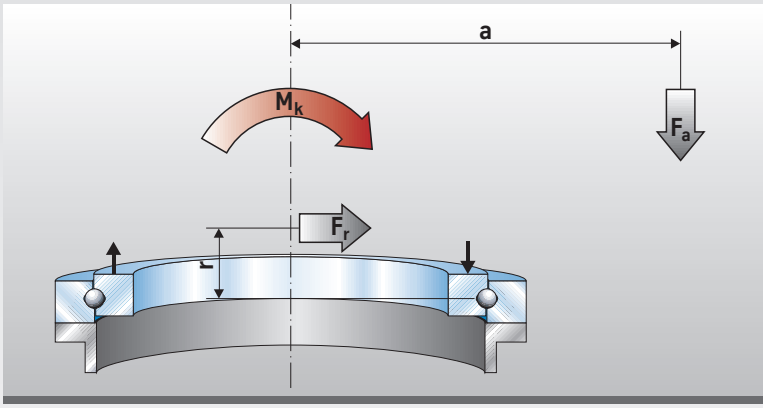
فحص مجموعة المسننات
على امتداد فترة الاستخدام تحدث نعومة وتآكل لمجموعة المسننات، وتعتمد القيمة الحدية المسموح بها للتآكل بشكل كبير على حالة الإستخدام، وقد أظهرت التجارب أن التآكل المسموح به يبلغ 0,1 x وحدة لكل جانب من جوانب الأسنان.

معاينة المحمل

منع التلف

تتيح قياسات التآكل التعرف المبكر على المشاكل التقنية، قبل أن تتسبب هذه المشاكل في توقف ليس في الحسبان بالنسبة للوحدة، وهكذا يتم تجنب تكاليف الإصلاح غير الضرورية وتوقفات الإنتاج المكلفة، لذا نوصي بإجراء قياسات تآكل المحمل بشكل منتظم لتقييم حالة المحمل.

يمكن ملاحظة تآكل نظام مجرى الكريات من خلال تغير الحركة المحورية أو الانخفاض، ويمكن اكتشاف زيادة التآكل هذه تبعًا لحالة إستخدام / نوع المحمل من خلال قياس خلوص الإمالة أو قياسات الانخفاض.



صورة 4: مبدأ التحميل الخاص بقياس خلوص الإمالة (الحركة المحورية)

صورة 5: البنية الأساسية لقياس خلوص الإمالة

قياس خلوص الإمالة

نوصي بقياس خلوص الإمالة، إذا كان ذلك ممكنًا، لتحديد مدى التآكل، ومبدأ التحميل الخاص بمثل هذا القياس معروض في الصورة 4.

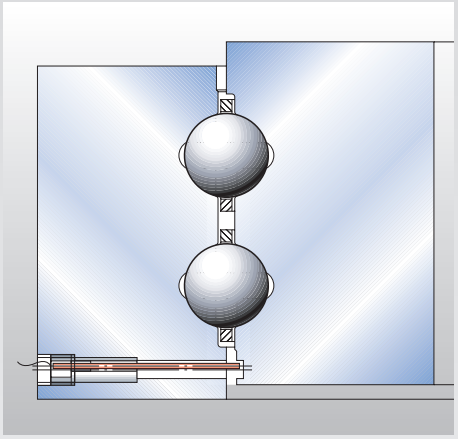
يتم القياس بين هيكل الوصلة السفلية وحلقة المحمل المركبة على الهيكل العلوي (صورة 5)، ولتقليل تأثير التشهوات المرنة لهيكل الوصلة، يجب إجراء القياس بالقرب من نظام مجرى الكريات بالمحمل قدر الإمكان.

يتم تنفيذ العملية على النحو التالي:

- قم بإجراء قياس مرجعي عند التشغيل لأول مرة.
- قم بتعليم نقاط القياس حول المحيط، انطلاقًا من نقطة محددة.
- لوضع مؤشر القياس على الصفر، والذي ينبغي أن يشير إلى دقة قياس0,01 مم، قم أولاً بتطبيق الحد الأقصى لعزم الدوران العكسي، ثم قم بتوليد عزم إمالة للأمام، عن طريق تعليق الجمل إذا لزم الأمر.
- بعد أرجحة الهيكل العلوي يتم إعادة القياس في مناطق القياس المعلمة.

(انظر الجدول 7، صفحة 178)

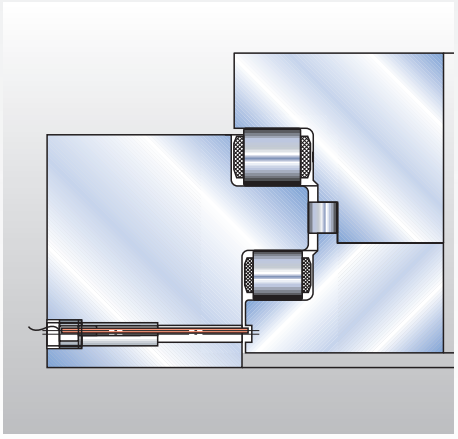
البديل:
جهاز قياس التآكل المتكامل (IWM)
لزيادة تحسين الأداء الوظيفي وسلامة تشغيل الوحدات، تعمل شركة ThyssenKrupp Rothe Erde بشكل متواصل على تطوير حلول ابتكارية للمراقبة المستمرة لحالة المحمل. جهاز قياس التآكل المتكامل لمحامل الدوران الكبيرة هو أحد الاختراعات الحاصلة على براءة اختراع، وهو يُتيح الفحص عبر الإنترنت للحد الأقصى المسموح به للخلوص المحوري أو لانخفاض حلقات الدوران.



صورة 9

ميزة لا توجد حاجة لإيقاف الأعمال من أجل الكشف على الخلوص المحوري.

في منطقة الحِمل الأقصى لمجرى الكريات يوجد دبوس مصنوع من الفولاذ المقاوم للصدأ، وهذا الدبوس – المعزول كهربائيًا – مركب في حلقة، ويبرز في أخدود، موجود بالحلقة المقابلة. ويمكن تعديل الحد الأقصى المسموح به للخلوص عبر عرض الأخدود.

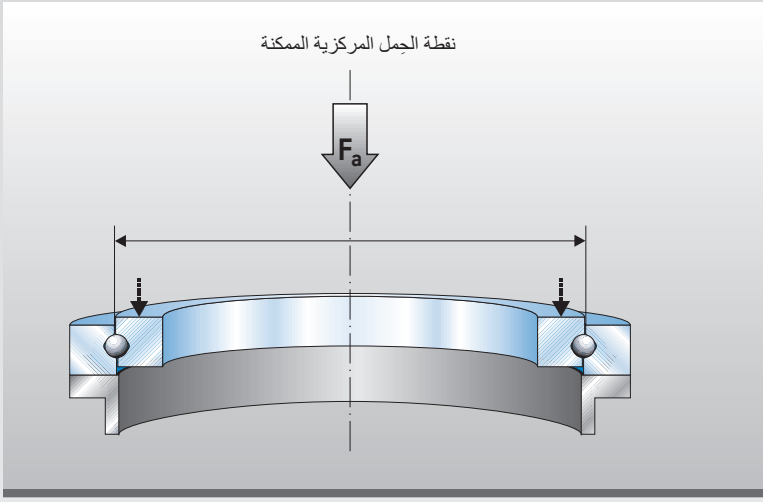


صورة 10

إذا حدثت تغييرات كبيرة في الخلوص بشكل غير مسموح به، يحدث تلامس بين الحلقة والدبوس، ويؤدي الربط الكهربائي للدبوس، إلى تنشيط إشارة عند التلامس بين الدبوس والحلقة المقابلة، هذه الإشارة تشير إلى الوصول إلى الإزاحة النسبية المسموح بها للحلقات، ويشير إلى أن فحص المحمل أصبح ضروريًا.

ميزة تشوه هيكل الوصلة أو مرونة مجموعة المسامير لا تؤثر على نتيجة القياس بشكل جوهري. يتم تعويض التقارب المرن لمجاري الكريات، والخلوص المحوري للمحمل، وانحراف تسطيح سطح التلامس، ويتم تقليل تكاليف فريق الصيانة.

قياس الانخفاض
إذا كان قياس خلوص الإمالة غير ممكن، نوصي بإجراء قياس الانخفاض، حيث يتم في هذه الحالة وضع النقطة المركزية لتركيبات الحِمل داخل قطر مجرى كريات المحمل. مبدأ التحميل معروض في الصورة 6.

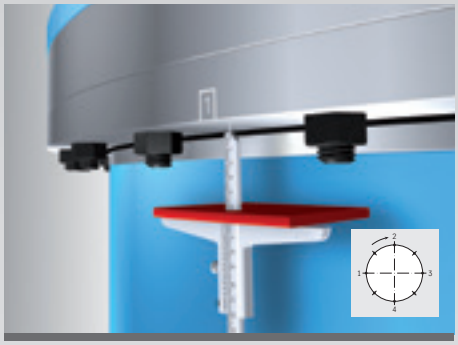


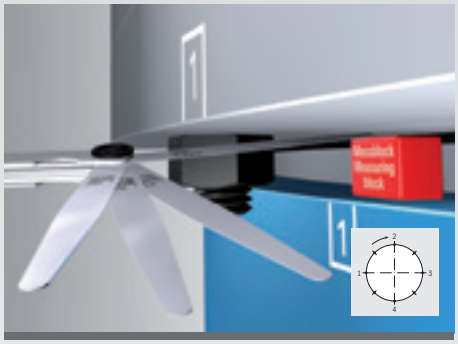
صورة 6: مبدأ التحميل الخاص بقياس الانخفاض

يتم القياس بين هيكل الوصلة السفلية وحلقة المحمل المثبتة على الهيكل العلوي (صورة 7، 8). و هذا الإجراء مشابه لطريقة قياس خلوص الإمالة:

- يتم هنا أيضًا تحديد القيم المرجعية عند تشغيل الجهاز لأول مرة.
- قم بتعليم نقاط القياس حول المحيط، انطلاقًا من نقطة محددة.

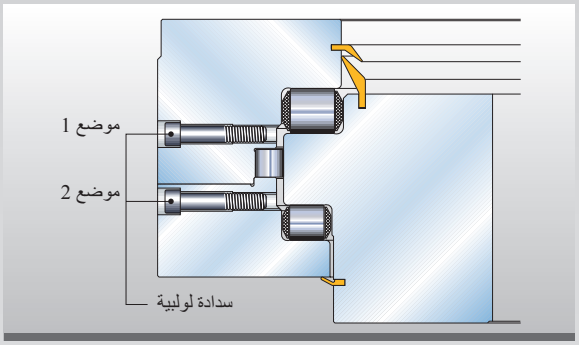
ينبغي إعادة قياس خلوص الإمالة والانخفاض، تحت نفس الظروف، وعلى فترات زمنية مناسبة، بعد التحقق من مسامير تثبيت المحمل، حيث تشير اختلافات القياس عن القياس المرجعي إلى التآكل الحادث خلال الفترات البينية، وإذا كانت قيم التآكل مرتفعة، فينبغي إجراء القياس على فترات زمنية أكثر تقاربًا.



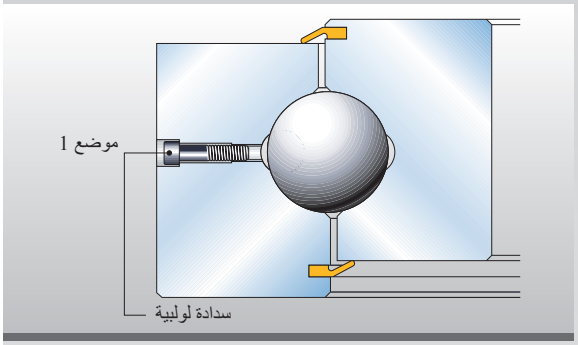


ميزة من خلال التقييم الواضح لحالة المحمل يمكن استبدال القطع المتآكلة في الوقت المناسب، وبالتعاون مع إدارة قطع غيار مثالية يمكن تجنب حالات التلفيات وأوقات التعطل الطويلة.

ملحوظة إذا تم تخطي قيم التآكل المسموح بها (الجداول 4 و5 و6، صفحة 172)، نوصي بإيقاف الجهاز.



صورة 12: حلقة دوران محمل أسطواني ثلاثي الصفوف مع منافذ لسحب عينات الشحم



صورة 13: محمل كريات أحادي الصف مع منفذ لسحب عينات الشحم

يجب سحب عينة الشحم من منطقة التحميل الرئيسية.

يتم سحب السدادة الولبية (صور 12 و 13) المختارة لسحب العينة (M16 EN ISO 4762) من الموضع 1، ويمكن أيضًا سحب الموضع 2 عند الضرورة.

قبل إزالة عينة الشحم يجب قطع الخرطوم المورد المرفق بزاوية ميل (45°)، بحيث يكون أطول قليلاً من الطول الإجمالي لمنفذ سحب عينة الشحم، ثم يتم إدخال الخرطوم في المنفذ المناسب بمنطقة مجرى الكريات (صورة 14).

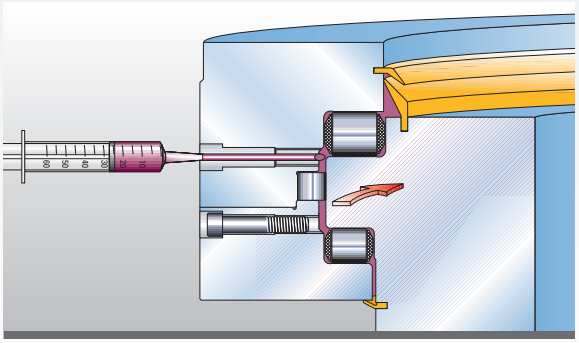
يجب وضع السطح المقطوع بزاوية 45° في عكس اتجاه الدوران (صورة 15).

يجب إعادة إغلاق منافذ سحب عينات الشحم باستخدام السدادات اللولبية.

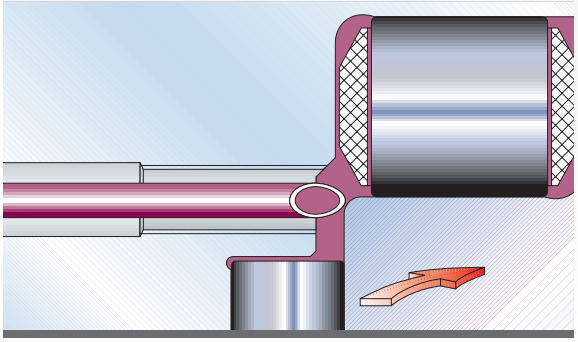
بعد سحب الشحم يتم إغلاق طرفي الخرطوم بالسدادات البلاستيكية.

يتم ترقيم عينة الشحم ووضعها داخل صندوق العينات المعلم.

يتم تزويد صندوق العينات بالمعلومات الضرورية (انظر مجموعة سحب عينة الشحم، صورة 11، صفحة 177) على الجانب العلوي من الصندوق.



صورة 14: سحب العينة



صورة 15: مقطع تفصيلي لسحب العينة

صورة 11: مجموعة سحب عينة الشحم

مجموعة سحب عينة الشحم

يتم سحب عينات الشحم المستخدم بالتوازي مع إجراء قياسات المعاينة، أي في نفس الوقت، ويوفر تحليل الشحم المستخدم مزيدًا من المعلومات عن حالة مجرى الكريات.

محامل مع منافذ لسحب عينات الشحم

تحذير ⚠

قد يتعرض الجلد لتهيجات بسبب مواد التشحيم

- يجب ارتداء قفازات اليد عند التعامل مع مواد التشحيم
- برجاء مراعاة مستندات الشركة المصنعة المرفقة

تتكون مجموعة سحب عينة الشحم من خرطوم بلاستيكي، وسدادات متنوعة، وجهاز شفط، وصندوق عينات يكفي حتى 5 عينات شحم، وورقة بيانات، ليتم توصيف هذا الإجراء بالتفصيل.

جدول 7: جدول القياسات

Customer:			Application:			Location:		
ThyssenKrupp Rothe Erde drawing no.:			ThyssenKrupp Rothe Erde order no.:			Year of manufacture:		
Date								
Operating hours	0							
Measuring point	Basic measurement	1	2	3	4	5	6	7
1 Main load area								
180° opposite								
2 Main load area								
180° opposite								
3 Main load area								
180° opposite								
4 Main load area								
180° opposite								
Grease sample no. / Fe particles ppm / PQ index 1								
2								
3								
4								
5								
Grease								
Lubrication system Quantity/interval								
Comments								

ينبغي إدراج قيم القياس والتحليل والمعلومات الخاصة بالمحمل في جدول منفصل (انظر الجدول 7)، وتقديمها لشركة ThyssenKrupp Rothe Erde. برجاء إرسال صندوق العينات إلى شركة ThyssenKrupp Rothe Erde.

ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Service
Beckumer Straße 87
59555 Lippstadt
service.rotheerde@thyssenkrupp.com

تقوم شركة ThyssenKrupp Rothe Erde بإرسال عينات الشحم إلى معمل معتمد ومؤهل.

ميزة وقت معالجة قصير وإرسال بيانات نتيجة التحليل وقياس التآكل عبر البريد الإلكتروني.

برجاء طلب
مجموعة سحب عينة الشحم
من العنوان التالي:

ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Tremoniastraße 5 –11
44137 Dortmund
هاتف 0 – 86 1 (2 31) 49+
فاكس 00 25 – 86 1 (2 31) 49+
sales.rotheerde@thyssenkrupp.com

التخلص من الجهاز بعد انتهاء الاستخدام

ملحوظة

عند التخلص من الجهاز قد تنشأ مخاطر على البيئة

- برجاء مراعاة توجيهات التخلص من النفايات
- برجاء مراعاة اللوائح القانونية المحلية

قم بتفكيك المحمل بعد انتهاء الاستخدام، وتخلص من الشحوم وموانع التسرب والأجزاء البلاستيكية بشكل مناسب وفقًا لتوجيهات التخلص من النفايات، وأرسل حلقات المحمل وعناصر التدوير إلى مركز استرجاع المواد (إعادة التدوير).

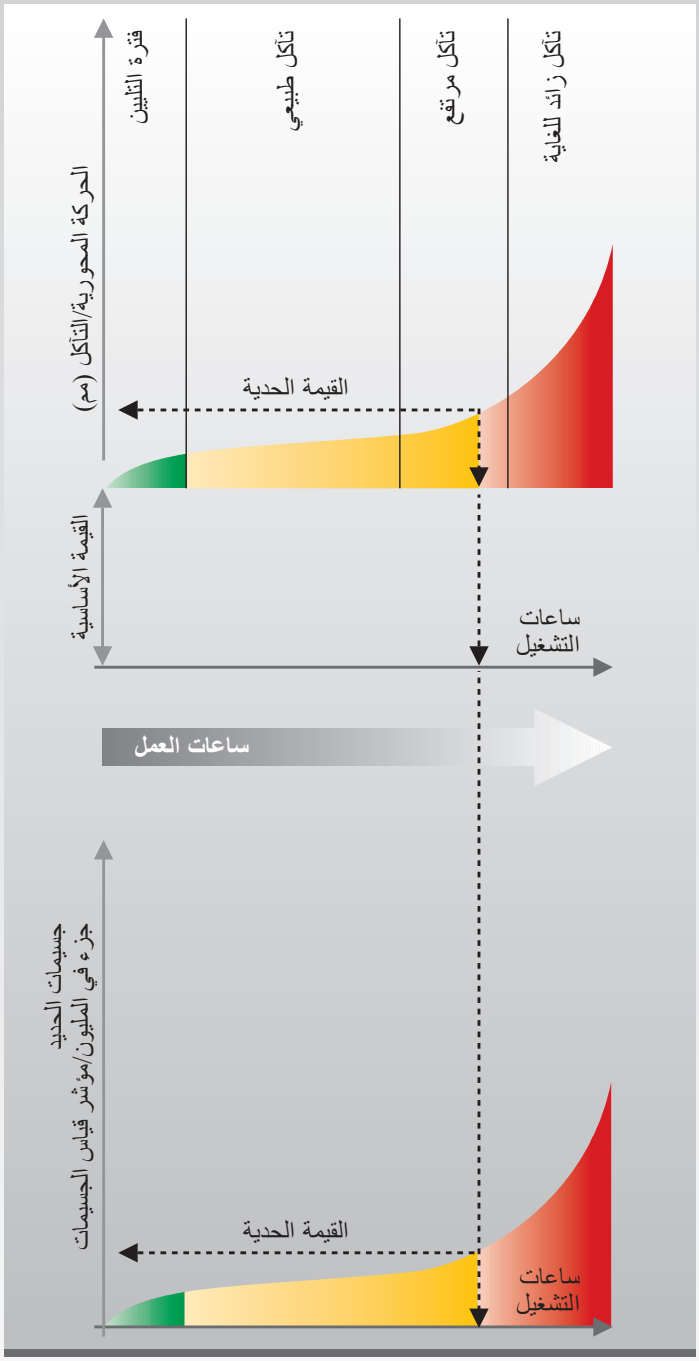
محامل بدون منافذ لسحب عينات الشحم
في حالة عدم وجود منافذ لسحب عينات الشحم بالمحمل، يتم سحب عينة واحدة أو عدة عينات شحم من مانع التسرب، حيث يجب تنظيف هذه المنطقة الموجودة بالقرب من حلمات التشحيم، ويُفضل سحب العينة من منطقة العمل الرئيسية و/أو مع انحراف بمقدار 180°.

أثناء إعادة التشحيم بحلمة التشحيم سالفة الذكر (دون تدوير المحمل) يتم سحب أول شحم متسرب من شفة منع التسرب (صورة 16)، وتكفي كمية شحم تبلغ 3 سم^3.

ملحوظة يُرجى سحب العينة بحذر شديد، وإلا قد تحصل على نتيجة خاطئة بسبب التلوث.

صورة 16: سحب العينة بشفة منع التسرب

القيم الحدية للحديد
تعتمد القيمة الحدية المسموح بها للتلوث الحديدي لمادة التشحيم، إلى حد كبير، على معاملات التشغيل وفترات إعادة التشحيم، ويمكن أن تصل القيمة إلى 20 000 جزء في المليون، تبعًا لحالة الإستخدام .



صورة 17: منحنيات التآكل

منحنيات التآكل
يشير الرسم البياني إلى زيادة التآكل، أو زيادة الجسيمات الحديدية ومؤشر قياس الجسيمات، اعتمادًا على عدد ساعات التشغيل (صورة 17).

في حالات الإستخدام القياسية انظر القيم الواردة بالجداول 6 – 4، صفحة 172، وعند الوصول إلى القيم الحدية يُرجى الاتصال بشركة ThyssenKrupp Rothe Erde.

Rothe Erde®

Slewing bearings in operation

ThyssenKrupp Rothe Erde
Worldwide

Headoffice

Headoffice Dortmund
ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Tremoniastrasse 5–11
44137 Dortmund, Germany
Telephone +49 (231) 186-0
Telefax +49 (231) 186-2500
rotheerde@thyssenkrupp.com
www.thyssenkrupp-rotheerde.com

Plants

Dortmund plant
ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Tremoniastrasse 5–11
44137 Dortmund, Germany
Telephone +49 (231) 186-0
Telefax +49 (231) 186-2500

Lippstadt plant
ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Beckumer Strasse 87
59555 Lippstadt, Germany
Telephone +49 (2941) 741-0
Telefax +49 (2941) 741-3320

Eberswalde plant
ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Heegermühler Strasse 64
16225 Eberswalde, Germany
Telephone +49 (3334) 206-400
Telefax +49 (3334) 206-490

Branch offices in Germany

Berlin
ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Geschäftsstelle Berlin
gs-berlin.rotheerde@
thyssenkrupp.com

North
ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Geschäftsstelle Nord
gs-nord.rotheerde@
thyssenkrupp.com

South
ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Geschäftsstelle Süd
gs-sued.rotheerde@
thyssenkrupp.com

Subsidiaries

France
Roballo France SARL
contact@roballo-france.com

Great Britain
Roballo Engineering Co. Ltd.
info@roballo.co.uk
www.roballo.co.uk

Italy
Rothe Erde-Metallurgica
Rossi S.p.A.
mri@thyssenkrupp.com
www.rotheerde.it

Spain
Roteisa
Rothe Erde Ibérica S.A.
roteisa@roteisa.es
www.roteisa.es

China
Xuzhou Rothe Erde
Slewing Bearing Co., Ltd.
xuzhou_rothe_erde@xreb.com
www.xreb.com

Xuzhou Rothe Erde
Ring Mill Co., Ltd.
xrem@xrem.cn

India
Rothe Erde India Private Limited
info.rotheerdeindia@
thyssenkrupp.com
www.rotheerdeindia.com

Japan
Nippon Roballo Co., Ltd.
info@roballo.co.jp
www.roballo.co.jp

Brazil
Robrasa
Rolamentos Especiais
Rothe Erde Ltda.
vendas.robrasa@
thyssenkrupp.com
www.robrasa.com.br

USA
Rotek Incorporated
sales@rotek-inc.com
www.rotek-inc.com

Picture credits: Page 180: Herrenknecht AG, Leander Jahoda.
Individual details in this document shall only be considered a quality and/or durability guarantee if expressly confirmed by us in writing on a case-by-case basis. This publication must not be reproduced in whole or in part without permission.
All rights reserved. Printed in Germany.

ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH
Tremoniastrasse 5–11 · 44137 Dortmund · Germany
Telephone +49 (231) 186-0 · Telefax +49 (231) 186-2500
rotheerde@thyssenkrupp.com · www.thyssenkrupp-rotheerde.com

ILM_BI_15.05_V01P_10.0_PA