
Paliers lisses — Fatigue des paliers —

Partie 4:

Essai sur demi-coussinets en matériau
antifriction métallique multicouche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 7905-4:1995

<https://standards.iteh.ai/en/standards/iso-7905-4-1995/5a4-4afd-a96e-65f1e41c43a9/iso-7905-4-1995>

*Plain bearings — Bearing fatigue —
Part 4: Tests on half-bearings of a metallic multilayer bearing material*



Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 7905-4 a été élaborée par le comité techniques ISO/TC 123, *Paliers lisses*, sous-comité SC 2, *Matériaux et lubrifiants, leurs propriétés, caractéristiques, méthodes d'essais et conditions d'essais*.

iTeh STANDARD PREVIEW

(Standards.iteh.ai)

ISO 7905-4:1995

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e6f79d51-33a4-4afd-a96e-6570e3157054-iso-7905-4>

L'ISO 7905 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Paliers lisses — Fatigue des paliers*:

- *Partie 1: Paliers dans les machines d'essai et dans les applications en lubrification hydrodynamique*
- *Partie 2: Essai d'éprouvettes cylindriques en matériau antifriction métallique*
- *Partie 3: Essai sur éprouvettes plates en matériau antifriction métallique multicouche*
- *Partie 4: Essai sur demi-coussinets en matériau antifriction métallique multicouche*

L'annexe A fait partie intégrante de la présente partie de l'ISO 7905. L'annexe B est donnée uniquement à titre d'information.

© ISO 1995

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Version française tirée en 1996

Imprimé en Suisse

Paliers lisses — Fatigue des paliers —

Partie 4:

Essai sur demi-coussinets en matériau antifriction métallique multicouche

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 7905 prescrit une méthode de détermination de la limite d'endurance à la fatigue des demi-coussinets en matériau antifriction métallique multicouche.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 7905. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente partie de l'ISO 7905 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 4386-3:1992, *Paliers lisses — Paliers lisses métalliques multicouches — Partie 3: Contrôle non destructif par ressuage.*

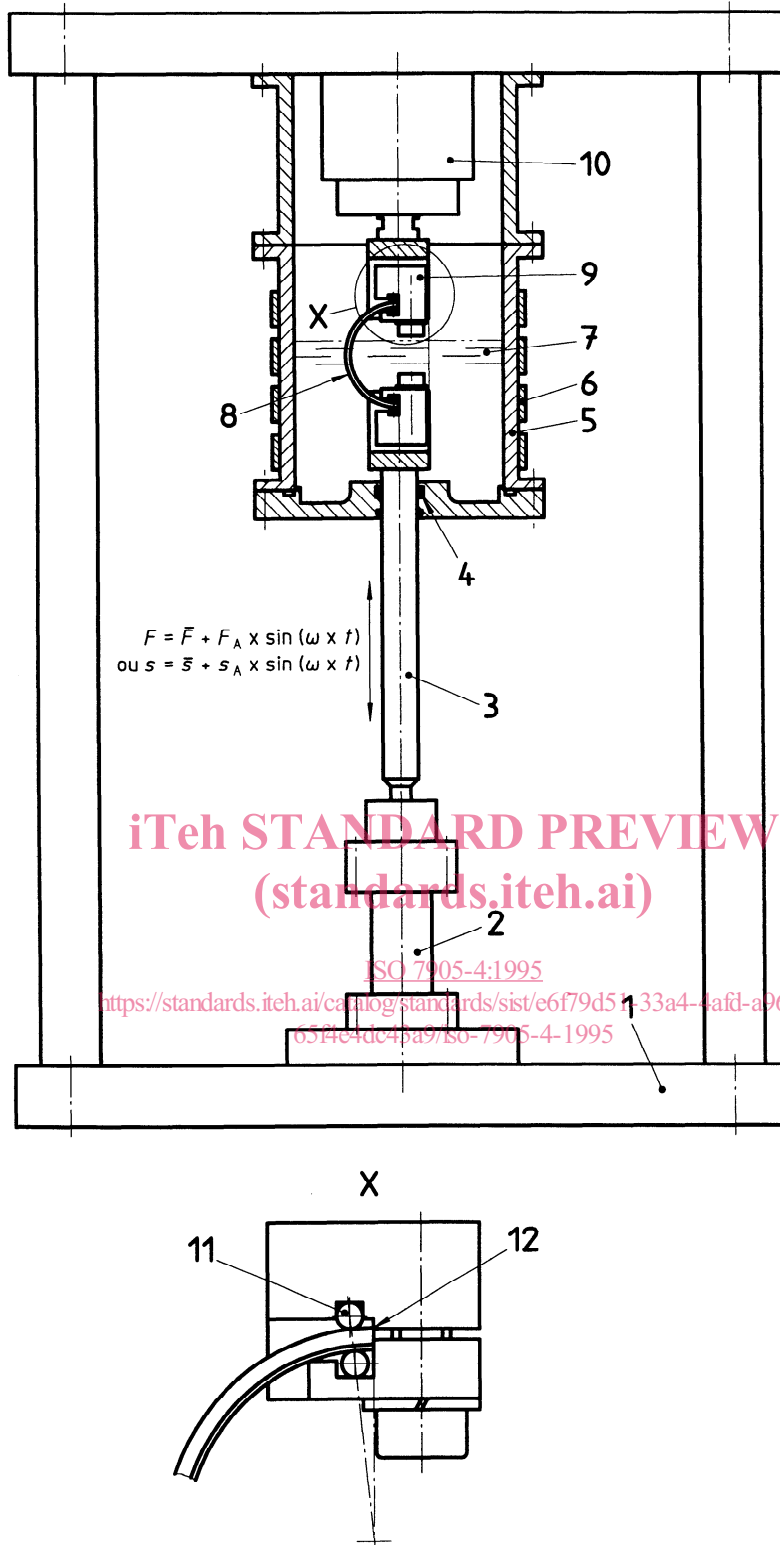
ISO 7905-3:1995, *Paliers lisses — Fatigue des paliers — Partie 3: Essai sur éprouvettes plates en matériau antifriction métallique multicouche.*

3 Éprouvettes d'essai

Les éprouvettes d'essai doivent être des demi-coussinets prêts à l'emploi. Normalement, en raison des conditions de charge, les contraintes principales se situent sur le pourtour du coussinet. Il convient de prendre garde, avant et pendant les essais, de ne pas endommager la surface, que ce soit de manière mécanique ou par corrosion. L'avantage de cette méthode est la présence d'une contrainte résiduelle associée au procédé de fabrication des coussinets.

4 Méthodes d'essai

Le principe d'essai est illustré à la figure 1. L'éprouvette doit être fixée à l'une de ses extrémités, l'autre étant soumise à une force ou un déplacement s'exerçant dans le plan radial au niveau du dépinçage, vers le plan de joint. La charge doit varier de la tension à la compression sur la surface de roulement. En outre, une précontrainte de traction ou de compression peut être appliquée afin d'évaluer une dépendance à la contrainte moyenne. L'équipement d'essai se trouve, de préférence, dans une chambre contenant un lubrifiant à des niveaux fixes de température à ± 2 °C. D'autres essais peuvent être réalisés à l'air libre à des niveaux fixes de température à ± 2 °C.



- | | | |
|------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| 1 Cadre | 5 Logement pour échantillon | 9 Poutre de fixation pivotante |
| 2 Cylindre hydraulique | 6 Collier chauffant | 10 Cellule de charge |
| 3 Arbre de connexion | 7 Fluide d'essai | 11 Rouleaux sur ligne radiale |
| 4 Joint d'étanchéité | 8 Demi-coussinet | 12 Fixation avec point d'appui |

Figure 1 — Principe d'essai

La contrainte de flexion peut être mesurée au moyen d'une jauge de contrainte, sur la surface d'engagement du demi-coussinet à mi-longueur développée. La contrainte requise dans la couche antifriction peut être calculée si les épaisseurs de celle-ci et du support en acier ainsi que les modules de Young sont connus. D'autre part, la force radiale F exercée sur l'extrémité de fixation peut être mesurée au moyen d'une cellule de charge ou calculée à partir de la théorie de la poutre en porte-à-faux, et la valeur de la contrainte dans la couche antifriction calculée conformément à l'annexe A. Ces valeurs dépendent largement des épaisseurs de la couche antifriction et du support en acier qui doivent être déterminées par des coupes micrographiques après les essais. La détection des fissures doit être effectuée par la méthode par ressuage (voir ISO 4386-3) ou au microscope.

L'amplitude doit être contrôlée par la force (F) ou le déplacement (s). Pour détecter des débuts de fissures dans des couches plus épaisses, la réduction de la jauge de contrainte peut être utilisée pour déterminer l'apparition des défaillances, voir l'ISO 7905-3.

5 Évaluation et présentation des résultats d'essai

Il convient de présenter les contraintes limite d'endurance sous forme de courbes $\sigma_{e1}-N$ à des températures prédéterminées (± 2 °C), conformément à une description détaillée du matériau antifriction. Normalement, les essais sur les courbes $\sigma_{e1}-N$ s'achèvent, pour des raisons pratiques, à 50×10^6 cycles de contraintes. La contrainte limite d'endurance peut être indiquée pour un nombre spécifié de cycles, par exemple 3×10^6 , 10×10^6 , 25×10^6 ou 50×10^6 . Il convient d'identifier dans le rapport toute éprouvette ne présentant aucune défaillance pendant les essais de fatigue, pour une endurance spécifiée. En raison de la diversité des résultats d'essai obtenus normalement dans la pratique et de la nature statistique de la limite de fatigue, il est recommandé d'évaluer les résultats sur la base de méthodes statistiques.

Une autre présentation de la contrainte limite d'endurance peut être réalisée au moyen du diagramme de Haigh qui reporte l'amplitude de contrainte en fonction de la contrainte moyenne. Un contrôle métallographique permettra de mettre en évidence de manière détaillée le mécanisme d'altération, l'attaque corrosive et la diffusion résultant des effets thermiques.

ISO 7905-4:1995

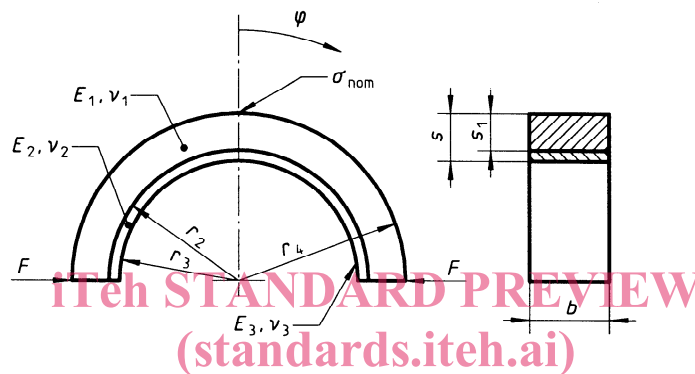
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e6f79d51-33a4-4afd-a96e-65f4e4dc43a9/iso-7905-4-1995>

Annexe A (normative)

Évaluation de contrainte

A.1 Évaluation des contraintes

Un système de demi-coussinet est décrit à la figure A.1 par les dimensions radiales r_4 , l'épaisseur s_1 et rapportée au module de Young $E_{2,0} = 50 \times 10^3$ MPa et à la contrainte nominale σ_{nom} .



$$\bar{r} = (r_3 + r_4) \times 0,5$$

$$\sigma_{nom} = \frac{6 \times F \times \bar{r}}{b \times s^2}$$

$$s^* = 2 \times \frac{r_4 - r_2}{r_4 + r_3}$$

$$s_1^* = \frac{r_4 - r_2}{r_4 - r_3}$$

$$E_2^* = E_2 / 50 \times 10^3$$

Figure A.1 — Système de demi-coussinet

La solution est indiquée à la figure A.2 pour un coussinet à deux couches. Elle s'explique d'elle-même. Une approximation pour la contrainte dans la couche de rodage d'un coussinet à trois couches est également indiquée à la figure A.2.

A.2 Symboles

Symbole	Définition	Unité
A_1	coefficient de contrainte du support du coussinet	—
$a_{1,i}$	3 coefficients à la surface d'engagement du coussinet, avec $i = 0, 1, 2$	—
A_2	coefficient de contrainte à la surface de la couche antifriction	—
$a_{2,i}$	3 coefficients à la surface de la couche antifriction, avec $i = 0, 1, 2$	—
b	largeur du coussinet	mm
B_1	coefficient de contrainte du support du coussinet	—
$b_{1,i}$	3 coefficients à la surface d'engagement du coussinet, avec $i = 0, 1, 2$	—
B_2	coefficient de contrainte à la surface de la couche antifriction	—
$b_{2,i}$	3 coefficients à la surface de la couche antifriction, avec $i = 0, 1, 2$	—
E	module de Young	MPa
E^*	module de Young sans dimension, $E^* = E_2/E_{2,0}$	—
E_1	module de Young, support en acier, $E_1 = 210 \times 10^3$	MPa
E_2	module de Young, couche antifriction	Pa
$E_{2,0}$	module de Young pour la figure A.2, $E_{2,0} = 50 \times 10^3$	MPa
E_3	module de Young, couche de rodage	Pa
F	force radiale	N
r_2	rayon de l'interface entre le support et la couche antifriction	mm
r_3	rayon de la surface de roulement (épaisseur de la couche de rodage peu importante)	mm
r_4	rayon de la surface d'engagement du coussinet en acier	mm
s	épaisseur total du coussinet	mm
s^*	valeur sans dimension de l'épaisseur totale, voir figure A.1	—
s_1	épaisseur du support en acier	mm
s_1^*	valeur sans dimension de l'épaisseur du support en acier, voir figure A.1	—
t	temps	s
σ	contrainte	Pa
σ^*	valeur sans dimension de la contrainte, $\sigma^* = \sigma/\sigma_{nom}$	—
σ_{el}	contrainte limite d'endurance	Pa
σ_{nom}	contrainte nominale	Pa
σ_1	contrainte à la surface d'engagement du coussinet	MPa
σ_1^*	valeur sans dimension de la contrainte à la surface d'engagement du coussinet en acier	—
σ_2	contrainte à la surface de la couche antifriction	MPa
σ_2^*	valeur sans dimension de la contrainte, surface de la couche antifriction	—
σ_3	contrainte dans la couche de rodage	Pa
σ_3^*	valeur sans dimension de la contrainte, couche de rodage	—

A.3 Exemple

Données pour le demi-coussinet:

$$b = 30 \text{ mm}$$

$$E_1 = 210 \times 10^3 \text{ MPa}$$

$$E_2 = 69 \times 10^3 \text{ MPa}$$

$$E_3 = 22 \times 10^3 \text{ MPa}$$

$$F = 100 \text{ N}$$

$$r_2 = 49,10 \text{ mm}$$

$$r_3 = 48,52 \text{ mm}$$

$$r_4 = 51,50 \text{ mm}$$

On suppose que la couche de rodage (PbSn11) est relativement mince (0,02 mm), elle n'affecte pas les contraintes auxquelles sont soumises les autres couches.

A.3.1 Pour calculer les dimensions afférentes

Voir figure A.1.

$$s^* = 0,06$$

$$s_1^* = 0,8$$

$$E^* = 1,38$$

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

A.3.2 Pour calculer la contrainte nominale

Voir figure A.1.

$$\sigma_{\text{nom}} = 111,1 \text{ MPa}$$

[ISO 7905-4:1995](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e6f79d51-33a4-4afd-a96e-65f4e4dc43a9/iso-7905-4-1995)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e6f79d51-33a4-4afd-a96e-65f4e4dc43a9/iso-7905-4-1995>

A.3.3 Pour calculer ou lire les coefficients a et b

Voir figure A.2.

Surface de roulement:

$$a_{2,0} = 0,016$$

$$a_{2,1} = 0,495$$

$$a_{2,2} = -0,086$$

$$b_{2,0} = 0,033$$

$$b_{2,1} = 0,339$$

$$b_{2,2} = -0,079$$

du coussinet:

$$a_{1,0} = 1,572$$

$$a_{1,1} = -0,296$$

$$a_{1,2} = 0,049$$

$$b_{1,0} = -0,440$$

$$b_{1,1} = -0,095$$

$$b_{1,2} = 0,034$$

A.3.4 Pour calculer les coefficients A et B

Surface de roulement:

$$A_2 = 0,535$$

$$B_2 = 0,350$$

Surface d'engagement du coussinet:

$$A_2 = 1,257$$

$$B_2 = -0,506$$

A.3.5 Pour calculer la valeur sans dimension de la contrainte

Surface de roulement:

$$\sigma_2^* = 0,556$$

Surface d'engagement du coussinet:

$$\sigma_1^* = 1,227$$

A.3.6 Pour calculer la contrainte réelle

Surface de roulement:

$$\sigma_2 = 61,8 \text{ MPa}$$

Surface d'engagement du coussinet:

$$\sigma_1 = 136,3 \text{ MPa}$$

A.3.7 Approximation pour la contrainte dans la couche de rodage

$$\sigma_3 = 19,7 \text{ Mpa}$$

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 7905-4:1995](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e6f79d51-33a4-4afd-a96e-65f4e4dc43a9/iso-7905-4-1995)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e6f79d51-33a4-4afd-a96e-65f4e4dc43a9/iso-7905-4-1995>