
Norme internationale



4928

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Véhicules routiers — Coupelles et joints en caoutchouc pour cylindres de dispositifs de freinage hydrauliques utilisant un liquide de frein à base non pétrolière (Température maximale d'utilisation 120 °C)

iTeh STANDARD PREVIEW

Road vehicles — Elastomeric cups and seals for cylinders for hydraulic braking systems using a non-petroleum base hydraulic brake fluid (Service temperature 120 °C max.)

standards.iteh.ai

Deuxième édition — 1980-05-15

[ISO 4928:1980](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/af8a9e98-53a5-4101-959c-4deb7a14280d/iso-4928-1980>

CDU 629.113-592.2 : 678.06

Réf. n° : ISO 4928-1980 (F)

Descripteurs : véhicule routier, circuit de freinage, frein hydraulique, produit en caoutchouc, joint d'étanchéité, spécification, essai, essai de fonctionnement, marquage, matériel d'essai.

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 confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 4928 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 22, *Véhicules routiers*.

Cette deuxième édition fut soumise directement au Conseil de l'ISO, conformément au paragraphe 5.10.1 de la partie 1 des Directives pour les travaux techniques de l'ISO. Elle annule et remplace la première édition (ISO 4928:1978), qui avait été approuvée par les comités membres des pays suivants :

Afrique du Sud, Rép. d'	Espagne	Pologne
Allemagne, R.F.	Hongrie	Roumanie
Australie	Iran	Royaume-Uni
Autriche	Italie	Suède
Belgique	Japon	Suisse
Brésil	Mexique	Tchécoslovaquie
Bulgarie	Nouvelle-Zélande	URSS
Chili	Pays-Bas	Yougoslavie
Corée, Rép. de	Philippines	

Les comités membres des pays suivants l'avaient désapprouvée pour des raisons techniques :

France
USA

Véhicules routiers — Coupelles et joints en caoutchouc pour cylindres de dispositifs de freinage hydrauliques utilisant un liquide de frein à base non pétrolière (Température maximale d'utilisation 120 °C)

1 OBJET

La présente Norme internationale spécifie les essais de performance pour les coupelles et joints utilisés dans les dispositifs de freinage hydrauliques montés sur des véhicules routiers; elle ne comprend pas de prescriptions relatives à la composition chimique, à la résistance à la traction et à l'allongement du caoutchouc de base, et ne traite pas des joints pour freins à disque.

2 DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme internationale s'applique aux joints moulés (coupelles ou joints-bagues à double lèvre) à partir de caoutchouc résistant aux hautes températures, d'un diamètre inférieur ou égal à 60 mm, pour montage dans des cylindres utilisant un liquide conforme aux spécifications de l'ISO 4925.

3 RÉFÉRENCES

ISO 48, *Élastomères vulcanisés — Détermination de la dureté (Dureté comprise entre 30 et 85 D.I.D.C.)*.

ISO 1250, *Solvants d'origine minérale pour peintures — White spirits et hydrocarbures analogues*.

ISO 4925, *Véhicules routiers — Liquide de frein à base non pétrolière*.

ISO 4926, *Véhicules routiers — Freins hydrauliques — Liquides de référence à base non pétrolière*.

ASTM D 91, *Test for precipitation number of lubricating oils*.

ASTM E 145, *Specification for gravity-convection and forced-ventilation ovens*.

NOTE — Les références ASTM seront remplacées par des références ISO dès que celles-ci seront disponibles.

4 DÉFINITIONS

Dans le cadre de la présente Norme internationale, les définitions suivantes sont applicables :

4.1 dépôt : Apparition de noir de carbone à la surface du caoutchouc.

4.2 rayage : Apparition de rayures dans le caoutchouc, parallèles à la direction de déplacement du joint ou du piston.

4.3 usure : Érosion visible de la surface extérieure du caoutchouc.

5 EXIGENCES GÉNÉRALES

5.1 Exécution et fini

Les joints doivent être exempts de cloques, piqûres, craquelures, protubérances, inclusions de corps étrangers ou autres défauts physiques qui peuvent être détectés par une inspection minutieuse, et doivent être conformes aux dimensions spécifiées sur les dessins.

5.2 Marquage

La marque d'identification du fabricant et les autres détails spécifiés sur les dessins doivent être moulés à l'intérieur de chaque joint. Chaque joint conforme à la présente Norme internationale peut, en outre, porter la marque suivante: «ISO 4928».

5.3 Emballage

Les joints doivent être emballés de façon à satisfaire aux exigences spécifiées par l'acheteur.

5.4 Échantillonnage

Le lot minimal sur lequel doivent être effectués les essais complets de contrôle de qualité ou la fréquence de chaque essai spécifique utilisé pour contrôler la production doivent faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'acheteur.

6 EXIGENCES D'ESSAI

6.1 Résistance au liquide de frein à température élevée

Après avoir été soumis à l'essai de résistance au liquide de compatibilité à température élevée tel qu'il est défini en 7.1, les joints doivent être conformes aux exigences spécifiées dans le tableau 1.

TABEAU 1 – Exigences pour la résistance au liquide à température élevée (120 °C)

Caractéristique	Variation admise
Volume	+ 5 à + 20 %
Diamètre extérieur aux lèvres	0 à + 5,75 %
Diamètre extérieur à la base	0 à + 5,75 %
Dureté	- 15 à 0 D.I.D.C.

Les joints ne doivent pas présenter de désagrégation excessive indiquée par des cloques ou des dépôts.

6.2 Précipitation

Après que les joints aient été essayés conformément à l'essai spécifié en 7.2, il ne doit pas rester dans le tube centrifugé de sédiment supérieur à 0,3 % en volume.

6.3 Essai de déplacement des joints pour cylindres de roue à la chaleur et à la pression

Les joints pour cylindres de roue, lorsqu'ils sont soumis à l'essai spécifié en 7.3, doivent satisfaire aux exigences suivantes :

6.3.1 Modification du diamètre aux lèvres

Le diamètre minimal aux lèvres des joints pour cylindres de roue après l'essai de déplacement doit être supérieur à l'alésage du cylindre selon les valeurs minimales indiquées au tableau 2.

TABEAU 2 – Variation du diamètre aux lèvres des joints pour cylindres de roue

Diamètre mm	Accroissement de diamètre par rapport au cylindre mm min.
jusqu'à 25,4	0,51
au-dessus de 25,4 jusqu'à 38,1	0,64
au-dessus de 38,1 jusqu'à 60	0,76

6.3.2 Fuites

Un suintement constant à travers les joints ou une décoloration du papier-filtre due au liquide après deux inspections ou plus doit être une cause de rejet.

6.3.3 Corrosion

L'alésage des cylindres et les pistons ne doivent pas porter de traces de corrosion se présentant sous forme de piqûres visibles à l'œil nu, mais les taches ou les décolorations sont admises.

6.3.4 Variation de la dureté

Les joints ne doivent pas avoir une dureté décroissant de plus de 15 D.I.D.C. lorsqu'ils sont essayés conformément à la méthode spécifiée en 7.7.

6.3.5 État des joints d'essai

Les joints pour cylindres de roue ne doivent pas présenter de détérioration excessive telle que rayures, usure, cloques, craquelures, écaillages (abrasion du talon) ou de changement par rapport à la forme initiale.

6.4 Essai de déplacement des joints pour maîtres-cylindres à la chaleur et à la pression

Les joints pour maîtres-cylindres, lorsqu'ils sont soumis à l'essai spécifié en 7.4, doivent satisfaire aux exigences suivantes :

6.4.1 Variation du diamètre aux lèvres

Le diamètre minimal aux lèvres des joints pour maîtres-cylindres, après l'essai de déplacement, doit être supérieur à l'alésage du cylindre selon les valeurs minimales indiquées au tableau 3.

TABEAU 3 – Variation du diamètre aux lèvres des joints pour maîtres-cylindres

Diamètre mm	Accroissement de diamètre par rapport au cylindre mm min.
jusqu'à 25,4	0,38
au-dessus de 25,4 jusqu'à 38,1	0,51
au-dessus de 38,1 jusqu'à 60	0,64

6.4.2 Fuites

Comme pour les joints pour cylindres de roue (voir 6.3.2).

6.4.3 Corrosion

Comme pour les joints pour cylindres de roue (voir 6.3.3).

6.4.4 Variation de la dureté

Comme pour les joints pour cylindres de roue (voir 6.3.4).

6.4.5 État des joints d'essai

Comme pour les joints pour cylindres de roue (voir 6.3.5).

6.5 Performances à basse température

6.5.1 Fuites

Aucune fuite du liquide ne doit se produire lorsque les joints sont essayés conformément au mode opératoire spécifié en 7.5.1.

6.5.2 Essai de flexion

Le joint ne doit pas se fendiller et doit retrouver sa forme initiale en moins de 1 min après qu'il ait été soumis à l'essai spécifié en 7.5.2.

6.6 Vieillessement au four

Les joints essayés conformément au mode opératoire spécifié en 7.6 doivent satisfaire aux exigences suivantes :

6.6.1 Variation de la dureté

Les variations de la dureté doivent être comprises dans les limites de ± 5 D.I.D.C.

6.6.2 État des joints d'essai

Les joints ne doivent pas présenter de traces de détérioration ou de modification par rapport à leur forme initiale.

6.7 Corrosion

6.7.1 Les joints essayés selon le mode opératoire spécifié en 7.8 ne doivent pas provoquer une corrosion supérieure à celle indiquée dans le tableau 4. Les bandes de métal en dehors des zones où elles sont en contact ne doivent ni être piquées ni rugueuses à un niveau discernable à l'œil nu, mais des taches ou décolorations sont admises.

6.7.2 Le mélange liquide-eau à la fin de l'essai ne doit pas présenter de gélification à 23 ± 5 °C. Aucun dépôt de type cristallin ne doit se former et adhérer soit aux parois du récipient en verre, soit à la surface des bandes de métal. Le mélange liquide-eau ne doit pas contenir plus de 0,2 % de sédiment en volume.

TABLEAU 4 – Variation admissible de la masse des bandes d'essai de corrosion

Bandes d'essai* (voir ISO 4925, annexe B)	Variation admissible en masse, max. mg/cm ² de surface
Fer étamé	0,2
Acier	0,2
Aluminium	0,1
Fonte	0,2
Laiton	0,4
Cuivre	0,4

* Les bandes d'essai peuvent être obtenues auprès de la «Society of Automotive Engineers, Inc.», 400 Commonwealth Drive, Warrendale, Pa. 15096 U.S.A.

6.8 Essai de corrosion au stockage

Après 12 cycles dans la chambre humide conformément au mode opératoire spécifié en 7.9, il ne doit pas être constaté de traces de corrosion en surface ou pénétrant dans la paroi de l'alésage du cylindre qui était en contact avec le joint d'essai.

De légères décolorations ou taches, ou toute corrosion ou points éloignés de la surface de contact du joint d'essai ne doivent pas être cause de rejet.

7 MÉTHODES D'ESSAI

7.1 Résistance au liquide de frein à température élevée (essai dimensionnel)

7.1.1 Appareillage

7.1.1.1 Micromètre, projecteur de profil, ou tout autre appareil convenable pour mesurer avec précision jusqu'à 0,02 mm.

7.1.1.2 Récipients en verre¹⁾ d'une capacité d'environ 250 ml et d'un diamètre de 50 mm, pouvant être hermétiquement fermés.

7.1.1.3 Étuve convenablement conçue à chauffage par air sec conforme aux spécifications, pour le type II A, de l'ASTM E 145.

7.1.2 Échantillons pour essai

Deux joints doivent être utilisés pour l'essai à 120 °C.

7.1.3 Mode opératoire

Rincer les joints dans de l'alcool isopropylique ou éthylique et les essuyer avec un tissu propre, non pelucheux, pour enlever la saleté et les résidus d'emballage. Ne pas laisser les joints dans l'alcool plus de 30 s.

Mesurer les diamètres aux lèvres et à la base avec une précision de 0,02 mm, en prenant la moyenne de deux mesures prises à angle droit l'une par rapport à l'autre. Veiller à ce que les mesures des diamètres avant et après vieillissement soient prises de la même façon et aux mêmes emplacements.

Déterminer et noter la dureté initiale des joints d'essai. (Voir 7.7 et figure 5.)

Déterminer le volume de chaque joint de la façon suivante : peser les joints dans l'air (m_1) à 0,001 g près, puis les peser immergés dans de l'eau distillée à la température de la pièce (m_2). Plonger rapidement les échantillons dans de l'alcool et les essuyer avec du papier-filtre non pelucheux et exempt de matériaux étrangers.

1) Des récipients convenables et des couvercles en acier étamé peuvent être obtenus de la «Society of Automotive Engineers, Inc.», 400 Commonwealth Drive, Warrendale, Pa. 15096 U.S.A.

Immerger complètement deux joints dans 75 ml du liquide de compatibilité tel que défini dans l'ISO 4926 dans un récipient en verre convenable (7.1.1.2) et fermer celui-ci pour éviter des pertes de vapeur. Placer le récipient dans l'étuve (7.1.1.3) à 120 ± 2 °C pour une période de 70 h. À la fin de la période de chauffage, retirer les joints du four et les laisser se refroidir dans le récipient à 23 ± 5 °C durant 60 à 90 min. À la fin de la période de refroidissement, retirer les joints du récipient et les rincer avec de l'alcool isopropylique ou éthylique et les essuyer avec un tissu propre non pelucheux. Ne pas garder les joints dans l'alcool plus de 30 s.

Après les avoir retirés de l'alcool et les avoir essuyés, placer chacun des joints dans un récipient séparé, taré et bouché à l'émeri et les peser (m_3). Retirer chaque joint du récipient et le peser plongé dans de l'eau distillée (m_4) pour déterminer le volume d'eau déplacé après l'immersion dans le liquide chaud. Effectuer toutes les pesées au 0,001 g le plus proche.

Déterminer le volume final, les dimensions et la dureté de chaque joint dans un délai de 60 min après le rinçage dans l'alcool.

7.1.4 Expression des résultats

7.1.4.1 La variation de volume doit être exprimée en pourcentage du volume d'origine. Elle est donnée par la formule

$$\frac{(m_3 - m_4) - (m_1 - m_2)}{(m_1 - m_2)} \times 100$$

où

m_1 est la masse initiale, en grammes, dans l'air;

m_2 est la masse initiale apparente, en grammes, dans l'eau;

m_3 est la masse, en grammes, dans l'air après immersion dans le liquide d'essai;

m_4 est la masse apparente, en grammes, dans l'eau après immersion dans le liquide d'essai.

7.1.4.2 VARIATIONS DIMENSIONNELLES

Les mesures d'origine doivent être déduites des mesures prises après l'essai et les différences indiquées en millimètres et en pourcentage des diamètres d'origine.

7.1.4.3 DURETÉ

Les variations de dureté doivent être déterminées et indiquées dans le rapport.

7.1.4.4 DÉSAGRÉGATION

Les joints doivent être examinés en vue de déceler une désagrégation indiquée par des cloques ou des dépôts.

7.2 Essai de précipitation

7.2.1 Appareillage

7.2.1.1 **Récipient en verre**¹⁾, ayant une capacité d'environ 250 ml et un diamètre de 50 mm, pouvant être hermétiquement fermé.

7.2.1.2 **Tube de forme conique pour la centrifugation**, d'une capacité de 100 ml.

7.2.1.3 **Étuve**, à chauffage par air sec, conforme aux spécifications, pour le type II A, de l'ASTM E 145.

7.2.2 Échantillons pour essai

À partir de deux joints, ou plus, à essayer, préparer un échantillon de $4 \pm 0,5$ g. Comme les tailles des joints peuvent varier, de petits morceaux peuvent être coupés dans un joint pour arriver à la masse convenable. Utiliser un nombre minimal de morceaux pour obtenir $4 \pm 0,5$ g.

7.2.3 Mode opératoire

Pour déterminer les caractéristiques de précipitation des joints d'essai, placer l'échantillon (7.2.2) dans le récipient en verre approprié (voir 7.2.1.1) contenant 75 ml du liquide de compatibilité spécifié dans l'ISO 4926. Fermer le récipient hermétiquement pour éviter des pertes de vapeur et le placer dans une étuve à 120 ± 2 °C durant 70 h. (Essai facultatif : un essai à blanc peut être effectué sur le liquide de frein avant l'essai et tout sédiment résultant de cet essai à blanc peut être déduit du volume de sédiment obtenu lors de l'essai avec l'échantillon.)

À la fin de la période de chauffage, retirer le récipient de l'étuve et le laisser se refroidir à la température de la pièce durant 24 h, et retirer ensuite les joints.

Agiter soigneusement le contenu du récipient et le transférer dans le tube conique de 100 ml, et déterminer le volume de sédiment conformément aux paragraphes 5 et 6 de l'ASTM D 91.

7.3 Essais de déplacement des joints pour cylindres de roue à la chaleur et à la pression

7.3.1 Appareillage

7.3.1.1 **Étuve**, conforme aux spécifications, pour le type II B, de l'ASTM E 145.

7.3.1.2 **Mécanisme d'actionnement** pour les joints pour cylindres de roue, conçu pour assurer un déplacement de $3,8 \pm 1,7$ mm de chaque piston; pendant le déplacement complet du piston, la pression doit s'élever à $7 \pm 0,3$ MPa.

1) Des récipients convenables et des couvercles en acier émaillé peuvent être obtenus de la «Society of Automotive Engineers, Inc.», 400 Commonwealth Drive, Warrendale, Pa. 15096 U.S.A.

La fréquence uniforme de déplacement doit être de $1\,000 \pm 100$ courses aller-retour par heure. La figure 2 illustre une pression recommandée en MPa pour des déplacements des pistons de cylindres de roue de 12,7 à 60 mm de diamètre.

NOTE — Un nouveau montage de cylindre de roue doit être utilisé pour chaque essai.

7.3.2 Échantillons pour essai

Deux joints pour cylindres de roue doivent être utilisés comme échantillon pour essai.

7.3.3 Mode opératoire

Rincer les joints dans de l'alcool isopropylique ou éthylique et les essuyer avec un chiffon propre, non pelucheux, pour enlever la saleté et les débris d'emballage; les joints ne doivent pas demeurer dans l'alcool plus de 30 s.

Mesurer le diamètre aux lèvres avec une précision de 0,02 mm, en prenant la moyenne de deux lectures à angle droit l'une par rapport à l'autre. Dans le cas de joints à doubles lèvres, effectuer le mesurage après que le joint ait été monté sur le piston. Déterminer et noter la dureté initiale des joints d'essai.

Installer les pièces internes telles que les joints, le ressort de piston, les anneaux d'expansion, etc., dans un cylindre de diamètre connu en utilisant le liquide de compatibilité spécifié dans l'ISO 4926 comme lubrifiant. (Des capuchons ne doivent pas être utilisés.) Placer le cylindre de roue sur le mécanisme d'actionnement. Remplir le système avec le liquide de compatibilité selon ISO 4926. Purger tout l'air du système. Fixer une feuille de papier-filtre à chaque extrémité du cylindre de roue pour recueillir et déterminer les fuites.

Placer le montage complet dans l'étuve (7.3.1.1) et porter à la température de $120 \pm 2^\circ\text{C}$ durant 70 h. Arrêter le mécanisme d'actionnement et le chauffage de l'étuve à la fin de l'essai de 70 h avec le maître-cylindre dans la position «arrêt», pour supprimer la pression dans le système.

Après 1 h de refroidissement avec la porte de l'étuve ouverte et un ventilateur mis en action, débrancher la conduite de liquide à l'entrée du cylindre de roue. Retirer l'ensemble contenant le cylindre de roue à essayer de l'étuve et laisser se refroidir durant 22 ± 2 h à la température de la salle. Immédiatement après la fin de la période de refroidissement, vérifier soigneusement s'il y a des fuites de liquide à travers les joints et noter les résultats.

Vider le liquide du système et retirer les joints du cylindre de roue. Mesurer les joints à doubles lèvres avant de les enlever des pistons. Rincer les joints dans de l'alcool isopropylique ou éthylique et les sécher à l'air comprimé. Les joints ne doivent pas demeurer dans l'alcool plus de 30 s.

Vérifier l'état des joints, rayures, dépôts, usure, cloques, craquelures, écaillages (abrasion du talon) et les modifications de la forme initiale. Vérifier les éléments du cylindre, en notant toute piqûre sur les parois des pistons et du cylindre. Déterminer et noter la modification de dureté.

Mesurer le diamètre aux lèvres de chaque joint dans un délai de 30 à 60 min après le démontage du cylindre de roue, et noter la différence entre l'alésage du cylindre et le diamètre aux lèvres après l'essai (voir tableau 2 pour les variations admissibles du diamètre aux lèvres).

7.4 Essai de déplacement des joints pour maîtres-cylindres à la chaleur et à la pression

7.4.1 Appareillage

7.4.1.1 Étuve, conforme aux exigences, pour le type II A, de l'ASTM E 145.

NOTE — Lorsque des éléments de chauffage sont utilisés, ils doivent être placés à plus de 150 mm du cylindre à essayer, et isolés pour éviter des radiations directes sur chaque cylindre.

7.4.1.2 Mécanisme d'actionnement, pour les joints pour maîtres-cylindres, conçu pour assurer un déplacement du maître-cylindre contenant les échantillons à essayer à un rythme de $0,28 \pm 0,03$ courses aller-retour à la seconde ($1\,000 \pm 100$ courses aller-retour à l'heure). Le déplacement complet du piston doit être suffisant pour couvrir 90 % de la course disponible.

Pour tous les maîtres-cylindres ayant une course totale de 63 mm ou plus, l'essai de déplacement sous chaleur et pression doit être fait sur 90 % des 63 mm soit 57 mm. Le rythme des courses aller-retour doit être de $0,22 \pm 0,02$ courses aller-retour à la seconde (800 ± 80 courses aller-retour à l'heure); la pression complète (7 MPa) doit être atteinte et maintenue sur 3 mm de la course ou durant 1 s maximum.

La figure 1 illustre un montage recommandé pour l'essai de déplacement du joint de maître-cylindre. La figure 3 illustre une pression recommandée (MPa) en fonction de la courbe de déplacement du piston du maître-cylindre obtenue avec trois cylindres de roue ayant un diamètre d'environ 22 mm, montés sur les fixations indiquées à la figure 1, actionnés par un maître-cylindre de 25 mm de diamètre. La course complète d'un tel maître-cylindre doit être de 25 mm; le déplacement initial de 14 à 15 mm doit s'effectuer à un taux permettant une montée progressive en pression ne dépassant pas 1 MPa. Ceci doit permettre au joint primaire de passer sur l'orifice de compensation avec une basse pression. Le reste de la course doit permettre une montée progressive en pression jusqu'à $7 \pm 0,3$ MPa durant les derniers 1,6 à 3,2 mm de course.

Le maître-cylindre doit être placé dans une étuve (7.4.1.1) et le liquide du réservoir du maître-cylindre doit être maintenu à une température de $120 \pm 2^\circ\text{C}$.

NOTE — Un nouveau maître-cylindre doit être utilisé pour chaque essai. Il est recommandé de maintenir au moins un jeu de 0,05 à 0,13 mm entre le piston et l'alésage du maître-cylindre lorsqu'on effectue l'essai de déplacement.

7.4.2 Échantillons pour essai

Un joint primaire et un joint secondaire doivent être utilisés comme échantillons pour essai.

7.4.3 Mode opératoire

Rincer les joints dans de l'alcool isopropylique ou éthylique et les essuyer avec un tissu propre, non pelucheux, pour enlever la saleté et les débris d'emballage. Les joints ne doivent pas rester dans l'alcool plus de 30 s.

Mesurer et noter la dureté initiale des joints d'essai. Mesurer le diamètre aux lèvres des joints primaire et secondaire et le noter avec une précision de 0,02 mm en prenant la moyenne de deux lectures à angle droit l'une par rapport à l'autre. Le diamètre aux lèvres du joint secondaire doit être mesuré après que le joint ait été montée sur le piston.

Plonger les joints et les éléments internes du maître-cylindre dans le liquide de compatibilité indiqué dans l'ISO 4926, et enduire les parois du cylindre avec le liquide d'essai avant le montage. Remplir le système avec le liquide de compatibilité selon l'ISO 4926. Purger tout l'air du système.

Après installation dans l'étuve (7.4.1.1), faire fonctionner l'appareillage pour le maître-cylindre durant 70 h au rythme indiqué en 7.4.1 et à une température de 120 ± 2 °C. Après avoir laissé le liquide en excès s'évaporer, placer une feuille de papier-filtre sous le joint secondaire du maître-cylindre pour recueillir et mesurer les fuites à travers le joint secondaire. Arrêter le chauffage et le mouvement à la fin de la période d'essai de 70 h avec le maître-cylindre dans la position «arrêt», pour supprimer la pression rémanente dans le maître-cylindre.

Après 1 h de refroidissement avec la porte de l'étuve ouverte et le ventilateur en fonctionnement, débrancher la conduite de sortie du maître-cylindre. Retirer le maître-cylindre du four et le laisser refroidir à la température de la pièce durant 22 ± 2 h. Immédiatement après la fin de cette période de refroidissement, effectuer un examen attentif pour vérifier les fuites de liquide à travers le joint secondaire du maître-cylindre.

Vider le liquide du maître-cylindre. Retirer le joint du cylindre, le rincer avec de l'alcool isopropylique ou éthylique et le sécher avec de l'air comprimé. Rincer le joint secondaire sur le piston dans de l'alcool isopropylique ou éthylique, le sécher avec de l'air comprimé et mesurer le diamètre aux lèvres avant le démontage du piston. Les joints ne doivent pas demeurer dans l'alcool plus de 30 s.

Vérifier les détériorations des joints telles que cloques, rayures, usure, craquelures, écaillage (abrasion du talon) et les modifications de la forme initiale. Contrôler les éléments du cylindre en notant les traces de corrosion sur les pistons ou parois du cylindre. Mesurer le diamètre aux lèvres du joint primaire dans un délai de 30 à 60 min après l'enlèvement du cylindre, et déterminer et noter la différence entre l'usure initial du cylindre et le diamètre aux lèvres après l'essai pour les joints primaire et secondaire.

Déterminer et noter la variation de dureté.

7.5 Résistance à basse température

7.5.1 Fuites

7.5.1.1 APPAREILLAGE

7.5.1.1.1 Chambre froide, suffisamment grande pour recevoir l'appareillage et permettre à l'opérateur de faire fonctionner l'appareillage sans le retirer de la chambre.

7.5.1.1.2 Maître-cylindre et cylindre de roue, reliés de telle façon qu'ils reproduisent sensiblement le fonctionnement normal du système de freinage. L'appareillage indiqué à la figure 4 a donné satisfaction. L'usure du cylindre contenant les joints d'essai doit satisfaire aux limites dimensionnelles et aux exigences d'état de surface spécifiées par le fabricant.

7.5.1.1.3 Ressort de rappel, conçu de façon qu'il n'exige pas une pression supérieure à 0,35 MPa dans la conduite pour faire une course complète à la température de la pièce.

7.5.1.2 ÉCHANTILLONS POUR ESSAI

Deux joints de cylindres de roue, un joint primaire et un joint secondaire de maître-cylindre doivent être utilisés pour l'essai.

7.5.1.3 MODE OPÉRATOIRE

Rincer les joints d'essai dans de l'alcool isopropylique ou éthylique et les essuyer avec un tissu propre, non pelucheux. Les joints ne doivent pas demeurer dans l'alcool plus de 30 s. Monter les joints dans le cylindre d'essai. Pendant l'assemblage du cylindre, enduire les parois du cylindre avec le liquide de compatibilité spécifié dans l'ISO 4926, ainsi que les autres éléments qui doivent être plongés dans le liquide.

Placer le montage du cylindre de roue et du maître-cylindre contenant les joints à essayer dans la chambre froide. Remplir le système avec le liquide d'essai et purger tout l'air du système. Ne pas utiliser de capuchons.

Enfermer l'ensemble du dispositif d'actionnement dans la chambre froide et le soumettre à une température de -40 à -43 °C durant 120 h. Maintenir le piston et les joints en position statique durant les premières 72 h de l'essai et les actionner ensuite six fois à une pression de 0,7 MPa et six fois à une pression de 3,5 MPa chaque 24 h après 72, 96, 120 h. Les actionnements doivent être approximativement à intervalles de 1 min et le piston doit retourner en position de repos après chaque actionnement; aucune fuite ne doit se produire durant l'essai de 120 h.

7.5.2 Essai de flexion

7.5.2.1 ÉCHANTILLON POUR ESSAI

Un joint doit être utilisé.

7.5.2.2 MODE OPÉRATOIRE

Plier le joint d'essai, après l'avoir exposé durant 22 h à une température de -40 à -43 °C, entre le pouce et l'index avec un angle d'environ 90° et le relâcher immédiatement. (Le joint doit être plié à l'intérieur de la chambre froide et doit être tenu avec les mains revêtues de gants pour éviter un réchauffage par les doigts.) Dans un délai de 1 min, examiner l'échantillon en vue des craquelures et des modifications de la forme d'origine.

7.6 Vieillissement au four

7.6.1 Appareillage

Étuve, conforme aux exigences, pour le type II B, de la norme ASTM E 145.

7.6.2 Échantillons pour essai

Deux joints doivent être utilisés.

7.6.3 Mode opératoire

Rincer deux joints dans de l'alcool isopropylique ou éthylique et les essuyer avec un chiffon propre, non pelucheux, pour enlever la saleté et les débris d'emballage. Les joints ne doivent pas demeurer dans l'alcool plus de 30 s.

Mesurer et noter la dureté des joints.

Placer les deux joints dans l'étuve (7.6.1), et les soumettre au chauffage à air chaud à 100 ± 2 °C durant 70 h. À la fin de l'essai de 70 h, retirer les joints de l'étuve et les laisser refroidir durant 16 à 96 h à la température de la salle.

Vérifier les joints pour les cloques et les modifications de la forme d'origine. Mesurer et noter la dureté après l'épreuve.

7.7 Détermination de la dureté

7.7.1 Selon l'ISO 48.

Si l'ISO 48 ne peut être utilisée, on peut choisir une autre procédure pouvant utiliser une enclume en caoutchouc (voir figure 5).

7.8 Essai de corrosion

7.8.1 Matériaux pour essai

Bandes de métal telles qu'indiquées dans le tableau 4, chaque bande ayant une surface de 25 ± 5 cm² (environ 8 cm de long, 1,3 cm de large et pas plus de 0,6 mm d'épaisseur).

7.8.2 Échantillons pour essai

Deux joints doivent être utilisés.

7.8.3 Mode opératoire

Préparer deux jeux de bandes de chacun des métaux. Percer un trou de 4 à 5 mm de diamètre et à environ 6 mm d'une des extrémités de la bande. À l'exception des bandes en fer étamé, nettoyer les bandes avec du papier au carbone de silicium n° 320 A imperméable à l'eau et du white spirit (ISO 1250) ou de l'éthanol, jusqu'à ce que toutes les rayures, coupures et aspérités soient enlevées des bandes, en utilisant une nouvelle feuille de papier au carbure de silicium pour chaque bande de métal. À l'exception des bandes en fer étamé, polir les bandes avec de la laine d'acier de degré 00 en changeant de laine d'acier pour chaque bande. Nettoyer les bandes, y compris celles en fer étamé, avec de l'éthanol à 95 % et essuyer les avec un chiffon propre non pelucheux et placer les bandes dans un dessiccateur contenant un produit dessiccant à 23 ± 5 °C durant au moins 1 h. Tenir les bandes avec des pinces propres après le polissage pour éviter des contaminations avec les doigts.

Peser chaque bande avec une précision de 0,1 mg et monter chaque ensemble de bandes sur une goupille en acier non protégé ou les visser dans l'ordre suivant: fer étamé, acier, aluminium, fonte, laiton, cuivre, de telle façon que les bandes soient en contact électrolytique. Plier les bandes à l'exception de celle en fonte, pour assurer une séparation d'environ 10 mm entre deux bandes adjacentes à leur bord libre. Placer un joint en caoutchouc, avec les lèvres vers le haut, dans deux récipients cylindriques¹⁾ à paroi droite, ayant une capacité d'environ 475 ml et une hauteur de 100 mm pour un diamètre de 75 mm.

Utiliser seulement des couvercles en fer étamé percés d'un trou d'aération de $0,8 \pm 0,1$ mm de diamètre. Placer un assemblage de bandes de métal dans chaque récipient de façon que l'extrémité goupillée soit en contact avec le joint en caoutchouc (c'est-à-dire demeurant dessus) et que l'extrémité libre remonte vers le haut du récipient. Remplir avec un mélange de 140 ml de liquide de compatibilité de l'ISO 4926 et de 60 ml d'eau distillée.

Ajouter suffisamment de mélange pour qu'il recouvre les bandes de métal réunies ensemble dans chaque récipient à une profondeur d'environ 10 mm au-dessus de l'extrémité supérieure des bandes indiquées dans le tableau 4. Fermer les couvercles et placer les récipients dans une étuve maintenue à une température de 100 ± 2 °C durant 120 ± 2 h. Laisser les récipients se refroidir à 23 ± 5 °C durant 60 à 90 min. Immédiatement après le refroidissement, retirer les bandes à l'aide de pinces, en enlevant les dépôts adhérents par agitation des montages de bandes métalliques dans les récipients remplis de liquide.

1) Des récipients convenables et des couvercles en acier étamé peuvent être obtenus de la «Society of Automotive Engineers, Inc.», 400 Commonwealth Drive, Warrendale, Pa. 15096 U.S.A.