

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61300-3-33

Première édition
First edition
1999-04

**Dispositifs d'interconnexion
et composants passifs à fibres optiques –
Méthodes fondamentales d'essais et de mesures –**

**Partie 3-33:
Examens et mesures –
Force de retrait des embouts**

**Fibre optic interconnecting devices
and passive components –
Basic test and measurement procedures –**

**Part 3-33:
Examinations and measurements –
Ferrule withdrawal force**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61300-3-33:1999

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61300-3-33

Première édition
First edition
1999-04

**Dispositifs d'interconnexion
et composants passifs à fibres optiques –
Méthodes fondamentales d'essais et de mesures –**

**Partie 3-33:
Examens et mesures –
Force de retrait des embouts**

**Fibre optic interconnecting devices
and passive components –
Basic test and measurement procedures –**

**Part 3-33:
Examinations and measurements –
Ferrule withdrawal force**

© IEC 1999 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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 photo-copie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

J

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS D'INTERCONNEXION ET COMPOSANTS PASSIFS À FIBRES OPTIQUES – MÉTHODES FONDAMENTALES D'ESSAIS ET DE MESURES –

Partie 3-33: Examens et mesures – Force de retrait des embouts

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61300-3-33 a été établie par le sous-comité 86B: Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86B/1173/FDIS	86B/1199/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La CEI 61300 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures*:

- Partie 1: Généralités et guide
- Partie 2: Essais
- Partie 3: Examens et mesures

L'annexe A fait partie intégrante de la présente norme.

L'annexe B est donnée à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIBRE OPTIC INTERCONNECTING DEVICES
AND PASSIVE COMPONENTS –
BASIC TEST AND MEASUREMENT PROCEDURES –**

**Part 3-33: Examinations and measurements –
Ferrule withdrawal force**

FOREWORD

- 1) The (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61300-3-33 has been prepared by subcommittee 86B: Fibre optic interconnecting devices and passive components, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report of voting
86B/1173/FDIS	86B/1199/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

IEC 61300 consists of the following parts under the general title *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures*:

- Part 1: General and guidance
- Part 2: Tests
- Part 3: Examinations and measurements

Annex A forms an integral part of this standard.

Annex B is for information only.

DISPOSITIFS D'INTERCONNEXION ET COMPOSANTS PASSIFS À FIBRES OPTIQUES – MÉTHODES FONDAMENTALES D'ESSAIS ET DE MESURES –

Partie 3-33: Examens et mesures – Force de retrait des embouts

1 Généralités

1.1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 61300 décrit une procédure pour mesurer la force de retrait entre l'embout de la fiche et la bague élastique d'alignement du raccord.

1.2 Description générale

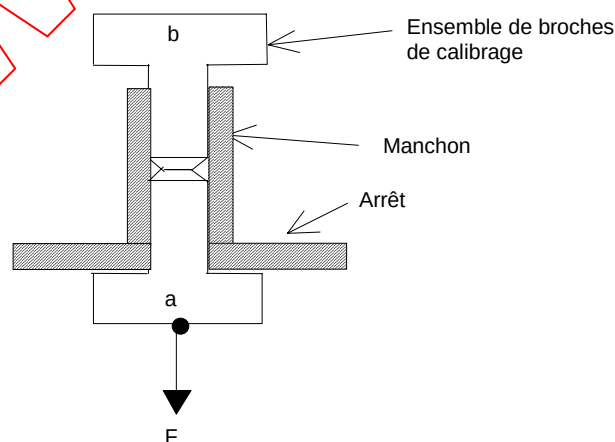
La force de contact entre les embouts d'accouplement dans un connecteur pour fibres optiques correspond à la différence entre la force de frottement de décollement et la force élastique du connecteur. Pour maintenir le contact, il faut que la force de frottement de décollement reste inférieure à la force élastique.

La force de retrait des embouts est la force de frottement de décollement entre l'embout et le manchon dans un connecteur à fibres optiques.

La mécanique de frottement génère des variations importantes affectant la mesure de la force de frottement de décollement. Il faut que les critères à appliquer aux résultats de ces mesures représentent la dispersion inhérente au mécanisme mesuré (voir annexe B).

2 Appareillage

Le spécimen est un manchon de connecteur. La mesure est effectuée avec deux broches de calibrage insérées de manière à se rejoindre au centre du manchon. La force est appliquée entre une des broches de calibrage et le manchon comme représenté à la figure 1.



IEC 556/99

Figure 1 – Unité d'essai avec force appliquée

FIBRE OPTIC INTERCONNECTING DEVICES AND PASSIVE COMPONENTS – BASIC TEST AND MEASUREMENT PROCEDURES –

Part 3-33: Examination and measurements – Ferrule withdrawal force

1 General

1.1 Scope and object

This part of IEC 61300 describes the procedure to measure the withdrawal force between the ferrule of the plug connector and the resilient alignment sleeve of the adapter.

1.2 General description

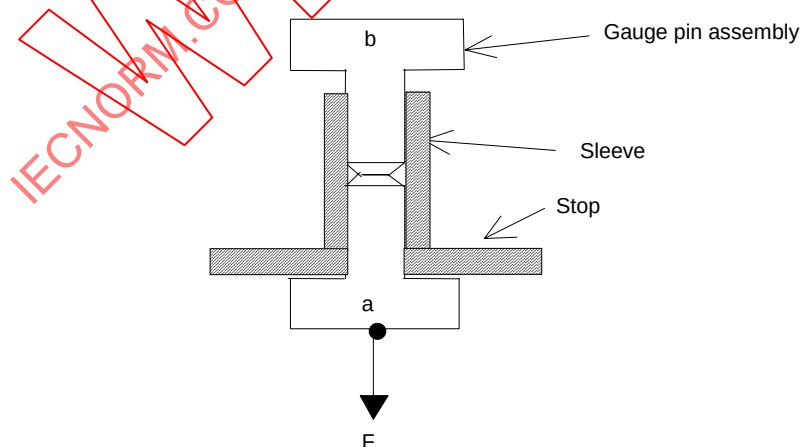
The contact force between the mating ferrules in a fibre optic connector is the difference between the breakaway frictional force and the spring force of the connector. To maintain contact, the breakaway friction force must remain below the spring force.

The ferrule withdrawal force is a breakaway frictional force between the ferrule and the sleeve in a fibre optic connector.

The mechanics of friction result in significant variations in the measurement of breakaway friction force. The criteria to be applied to the results of these measurements must account for the spread that is inherent in the mechanism being measured (see annex B).

2 Apparatus

The specimen is a connector sleeve. The measurement is made with two gauge pins inserted so that they meet at the centre of the sleeve. Force is applied between one of the gauge pins and the sleeve, as shown in figure 1.



IEC 556/99

Figure 1 – Test unit with applied force

2.1 Générateur de force

La force est appliquée à l'unité d'essai avec un mécanisme qui génère une force à croissance continue; l'équipement comprend un calibre de force destiné à enregistrer la force maximale qui intervient au moment du décollement (voir annexe A).

2.2 Broches de calibrage

Les broches de calibrage peuvent être constituées par des broches solides ou des embouts de connecteur conformes aux prescriptions applicables aux broches de calibrage. L'ensemble de broches de calibrage est composé d'une broche de calibrage et d'un dispositif de fixation pour l'application de la charge.

Les prescriptions pour la broche de calibrage sont les suivantes:

- a) les diamètres des broches de calibrage doivent être indiqués dans la spécification applicable;
- b) les diamètres des deux broches de calibrage utilisées dans un essai donné doivent être égaux à $\pm 0,5 \mu\text{m}$ près;
- c) les longueurs de broche de calibrage doivent être suffisantes pour pénétrer jusqu'à la moitié du manchon et dépasser du manchon pour permettre la mise en place d'un dispositif de fixation ou d'un générateur de force;
- d) les côtés des broches de calibrage doivent avoir un chanfrein de R 0,1 mm.
Le chanfrein doit être situé sur l'extrémité qui est insérée dans le manchon et il est mesuré radialement;
- e) les valeurs normatives suivantes doivent être utilisées lorsque les paramètres ne sont pas définis dans la spécification correspondante:
 - le matériau qui doit être utilisé est du zircon;
 - l'état de surface (R_a) et la rotondité doivent être dans la plage de $0,2 \mu\text{m}$ and $0,5 \mu\text{m}$, respectivement.

2.3 Unité d'essai

L'unité d'essai est un manchon avec deux broches de calibrage insérées de manière à se toucher au centre du manchon. L'interface entre les deux broches de calibrage doit être située dans la portion des 10 % de la longueur du manchon à partir du centre de celui-ci.

2.4 Montage d'essai

La force est appliquée à l'extrémité d'une des broches de calibrage et au côté du manchon comme représenté à la figure 2.

La fixation d'essai doit être telle que seulement deux forces soient appliquées à la broche de calibrage qui se déplace: la force de retrait de la broche et la force de frottement entre la broche de calibrage et le manchon.

La force peut être appliquée au manchon par l'intermédiaire d'un arrêt fixe, comme à la figure 2a, ou d'un boîtier flottant, comme à la figure 2b. Un raccord de connecteur peut être utilisé comme boîtier flottant. La broche fixe dans un boîtier flottant doit être retenue de manière à ne pas être retirée pendant l'essai.

2.1 Force generator

Force is applied to the test unit with a mechanism that generates a continuously increasing force and is equipped with a force gauge to record the peak force that occurs at breakaway (see annex A).

2.2 Gauge pins

The gauge pins may be solid pins or connector ferrules that meet the gauge pin requirements. The gauge pin assembly consists of the gauge pin and a fixture for the application of load.

The requirements for the gauge pin are as follows:

- a) diameters of the gauge pins shall be as specified in the relevant specification;
- b) the diameter of the two gauge pins used in a given test shall be within $\pm 0,5 \mu\text{m}$ of each other;
- c) the lengths of the gauge pin shall be sufficient to allow it to extend half-way into the sleeve and have enough left protruding out of the sleeve to allow for the attachment of a fixture or force generator;
- d) the edges of the gauge pins shall have a R 0,1 mm chamfer.
The chamfer shall be on the end that is inserted in the sleeve, and is measured in the radial direction;
- e) the following normative values shall be used where the parameters are not defined in the relevant specification:
 - zirconia ceramics shall be the material used;
 - surface finish (R_a) and roundness shall be within $0,2 \mu\text{m}$ and $0,5 \mu\text{m}$, respectively.

2.3 Test unit

The test unit is a sleeve with two gauge pins inserted so as to touch at the centre of the sleeve. The interface between the two gauge pins shall be located within 10 % of the length of the sleeve from the centre of the sleeve itself.

2.4 Test set-up

Force is applied to the end of one of the gauge pins and to the edge of the sleeve as shown in figure 2.

The test fixturing shall be such that only two forces are applied to the moving gauge pin: the force withdrawing the pin, and the frictional force between the gauge pin and the sleeve.

The force may be applied to the sleeve through a fixed stop, as in figure 2a, or through a floating housing as in figure 2b. A connector adapter may be used as a floating housing. The non-moving pin in a floating housing shall be restrained so that it is not withdrawn during the test.

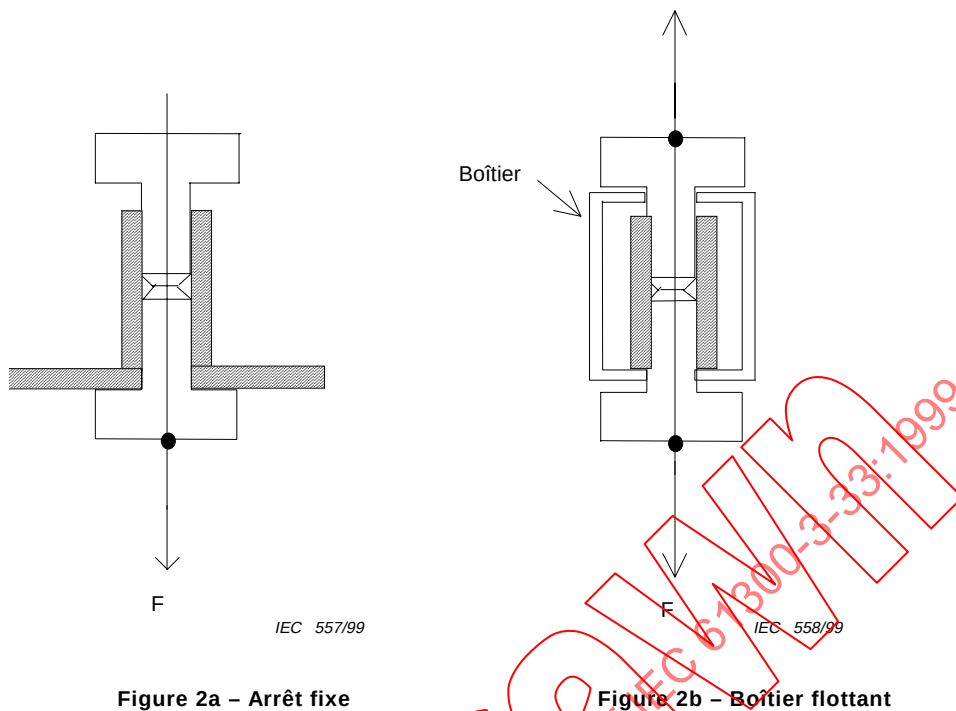


Figure 2 – Application de la force

La liaison par laquelle la force est appliquée aux ensembles de broches de calibrage ne doit pas subir de charge de pliage. Des raccords articulés ou des membres souples sont recommandés pour l'application de la charge aux ensembles de broches de calibrage.

3 Procédure

3.1 Préconditionnement

Avant les essais, chaque manchon et broche de calibrage doivent être nettoyés en les essuyant par exemple avec un chiffon non pelucheux. Le nettoyage doit consister à frotter ou brosser avec soin. Il convient d'éviter les chiffons humides. S'il est nécessaire d'humidifier, après le nettoyage, les adaptateurs et les broches de calibrage sont preconditionnés à 40 °C pendant 0,5 h puis replacés à température ambiante pendant au moins 0,5 h.

On doit veiller à ce que les surfaces d'accouplement ne soient pas contaminées par de l'huile ou de la graisse.

Les doigts nus peuvent provoquer le dépôt d'une pellicule de graisse et il est recommandé d'utiliser des gants pendant le preconditionnement.

3.2 Essais

Pour compenser le poids du dispositif de fixation, l'indication du calibre de force doit être réglée à zéro.

La force doit être appliquée à une vitesse augmentant de manière continue (voir annexe A).

La force maximale développée au cours des dix premiers millimètres de retrait doit être enregistrée.

Sauf spécification contraire, un nombre égal de mesures doit être effectué à partir de chaque extrémité du manchon.

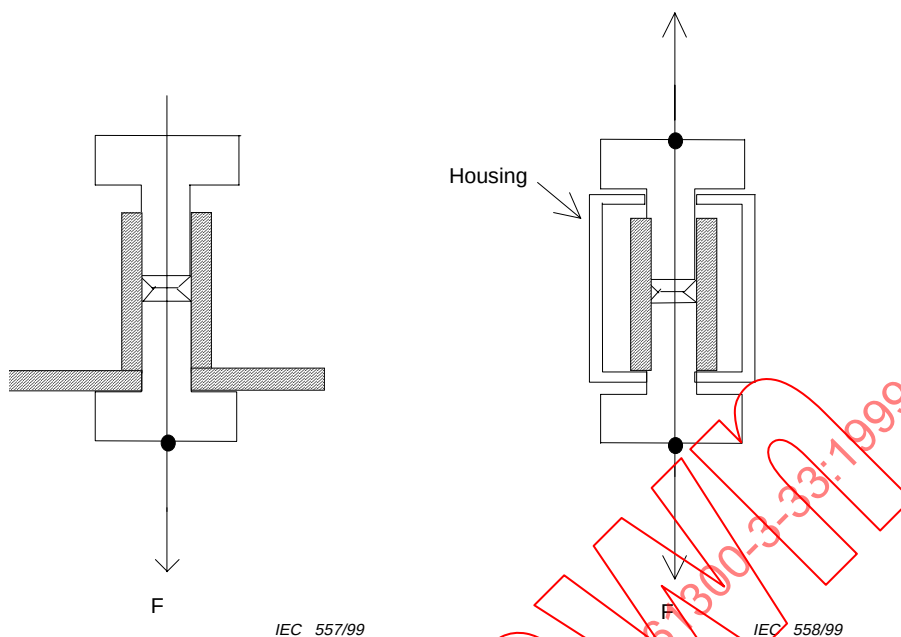


Figure 2a – Fixed stop

Figure 2b – Floating housing

Figure 2 – Application of force

The linkage through which force is applied to the gauge pin assemblies shall not withstand a bending load. Either swivel joints or flexible members are recommended when a load is applied to the gauge pin assemblies.

3 Procedure

3.1 Preconditioning

Prior to testing, each sleeve and gauge pin shall be cleaned by wiping, using for example lint-free wipes. The cleaning action shall consist of thorough rubbing or scrubbing. Moistening wipes should be avoided. If moistening is necessary, following cleaning, adapters and gauge pins are preconditioned at 40 °C for 0,5 h and then returned to room temperature for at least 0,5 h.

Care shall be taken that the mating surfaces are not contaminated with oil or grease.

Bare fingers can deposit a film of grease, so gloves should be used during preconditioning.

3.2 Testing

To compensate for the weight of the test fixture, the indicator on the force gauge shall be adjusted to zero.

Force is to be applied at a continuously increasing rate (see annex A).

The maximum force developed in the first ten millimetres of withdrawal shall be recorded.

Unless otherwise specified, an equal number of measurements shall be made starting from each end of the sleeve.

4 Calcul ou interprétation des résultats

Sauf spécification contraire, on doit utiliser l'ensemble de données de l'extrémité du manchon ayant les valeurs les plus élevées de force de retrait pour caractériser le manchon.

Il convient de spécifier les plans d'échantillonnage et l'analyse des résultats dans la spécification applicable.

Se reporter à l'annexe B pour les estimations de répétabilité et de reproductibilité des mesures de force de retrait des embouts. Le taux d'erreur pour la présente méthode est d'environ 10 % pour les manchons en zircone et de 20 % pour les manchons métalliques.

5 Détails à spécifier

La spécification applicable doit fournir les détails suivants:

- définition du spécimen;
- diamètre et matériau des broches de calibrage;
- tout divergence par rapport aux valeurs normatives ou aux procédures de la présente norme;
- plan d'échantillonnage;
- procédures d'analyse des données.

4 Calculation or interpretation of results

Unless otherwise specified, the set of data from the end of the sleeve with the higher values of withdrawal force shall be used to characterize the sleeve.

Sampling plans and the analysis of the results should be specified in the relevant specification.

See annex B for estimates of the repeatability and reproducibility of ferrule withdrawal force measurements. The margin of error for this method is approximately 10 % for zirconia sleeves and 20 % for metal sleeves.

5 Details to be specified

The relevant specification shall specify the following details:

- definition of the specimen;
- diameter and material of the gauge pins;
- any deviations from the normative values or procedures in this standard;
- sampling plan;
- procedures for analysis of the data.

Annexe A (normative)

Vitesse de chargement

La vitesse à laquelle la force appliquée à l'unité d'essai est augmentée est limitée par la réponse ou la vitesse de capture du calibre de force. Avec un instrument mécanique, la vitesse à laquelle la force augmente est fonction à la fois de la vitesse de la tête et de la rigidité de la liaison entre la tête et l'unité d'essai.

Les vitesses de chargement d'environ 100 mm/min sont en général considérées comme acceptables pour les instruments mécaniques. Il est permis d'utiliser l'équation suivante pour évaluer l'erreur de crête:

$$E = \frac{KV}{R_c}$$

où

K est la rigidité du système $\left\{ \frac{\text{force}}{\text{distance}} \right\}$;

V est la vitesse de la tête $\left\{ \frac{\text{distance}}{\text{durée}} \right\}$;

R_c est la vitesse de capture du calibre de force $\left\{ \frac{\text{événements}}{\text{durée}} \right\}$.

La rigidité du système est le rapport de l'augmentation de la force exercée sur l'unité d'essai sur la modification de la position de la tête. Si le système est très rigide, il est permis d'ajouter une liaison adaptée entre la tête et l'unité d'essai pour faire diminuer la rigidité.

Annex A (normative)

Loading velocity

The rate at which force applied to the test unit shall be increased is limited by the response or the capture rate of the force gauge. With a mechanically driven instrument, the rate at which force increases is a function of both the velocity of the cross-head and the stiffness of the linkage between the cross-head and the test unit.

Loading rates of approximately 100 mm/min are generally considered acceptable for mechanically driven instruments. The following equation may be used to evaluate peak error:

$$E = \frac{KV}{R_c}$$

where

K is the system stiffness $\left\{ \frac{\text{force}}{\text{distance}} \right\}$;

V is the velocity of the crosshead $\left\{ \frac{\text{distance}}{\text{time}} \right\}$;

R_c is the capture rate of the force gauge $\left\{ \frac{\text{events}}{\text{time}} \right\}$.

System stiffness is the ratio of the increase in force on the test unit divided by the change in position of the cross-head. If the system is very stiff, a compliant link may be added between the cross-head and the test unit to decrease stiffness.

Annexe B (informative)

Résultats de l'essai inter-laboratoire pour les manchons d'alignement en zircone

B.1 Spécimen Manchons en zircone

B.2 Mesure

B.2.1 Unité d'essai Figure B.1

B.2.2 Calibres

Diamètre	2,499 mm ± 0,0005 mm
Matériau	Zircone
Rondeur	0,0005 mm
Finition de surface (Ra)	0,0002 mm

B.2.3 Vitesse de chargement 80 mm/min

B.2.4 Température/humidité 25 °C/50 % H.R.

B.2.5 Nettoyage

Les calibres ont été nettoyés avant et après les essais de chaque manchon avec un produit non tissé et sans alcool.

Des gants ont été utilisés pendant le processus de nettoyage.

B.3 Résultats d'essai

L'essai inter-laboratoire a été effectué sur 80 manchons, respectivement 40 manchons de deux fabricants.

Les 80 manchons ont été divisés en quatre lots et quatre clients ont effectué les essais indépendamment pour chaque lot.

La figure B.2 montre les résultats d'essai. A et B représentent les fabricants de manchons et C, D, E et F les clients. La force de retrait des embouts (FWF) mesurée par les fabricants et les clients est comparée pour le même manchon. Les données sont concentrées le long de la droite, X = Y, avec une confirmation de distribution d'environ 10 % d'erreur.