

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

Part 2-24: Tests – Screen testing of ceramic alignment split sleeve by stress application

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

Partie 2-24: Essais – Essai de sélection du manchon d'alignement fendu en céramique par l'application de contrainte



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2010 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

Part 2-24: Tests – Screen testing of ceramic alignment split sleeve by stress application

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

Partie 2-24: Essais – Essai de sélection du manchon d'alignement fendu en céramique par l'application de contrainte

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

P

ICS 33.180.20

ISBN 978-2-88912-460-2

CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope.....	5
2 General description	5
3 Apparatus.....	5
4 Procedure	7
5 Details to be specified	7
Annex A (informative) Static fatigue for zirconia alignment sleeve.....	8
Bibliography.....	15
Figure 1 – Apparatus used for screen testing of a ceramic alignment sleeve.....	6
Figure A.1 – Model of time-varying proof stress for a zirconia sleeve	10
Figure A.2 – Calculated contour lines of gauge retention force and working stress along with inner and outer diameter of a zirconia sleeve	11
Figure A.3 – Calculated general relationship between σ_p/σ_a and t_e , satisfying 0,1 FIT for 20 years use.....	12
Figure A.4 – Calculated failure probability of screened zirconia sleeves along with working time	12
Figure A.5 – Measured and calculated strength distribution of 2,5 mm zirconia sleeves (comparison between sleeves, extended proof tested or not)	13
Figure A.6 – Measured strength distribution of 1,25 mm zirconia sleeves (comparison between sleeves, extended proof tested or not).....	14
Table 1 – Dimension example of the reference gauge and the plate for the ceramic sleeve.....	6
Table 2 – Dimension example of a commonly used ceramic alignment sleeve.....	7
Table A.1 – Measured static fatigue parameters for zirconia sleeves	11

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIBRE OPTIC INTERCONNECTING
DEVICES AND PASSIVE COMPONENTS –
BASIC TEST AND MEASUREMENT PROCEDURES –****Part 2-24: Tests –
Screen testing of ceramic alignment
split sleeve by stress application**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 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 IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61300-2-24 has been prepared by subcommittee 86B: Fibre optic interconnecting devices and passive components, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This second edition replaces the first edition published in 1999. This second edition constitutes a technical revision. Specific technical changes involve the addition of a dimension example of the reference gauge and the plate for the ceramic sleeve and a commonly used ceramic alignment sleeve for the 1,25 mm ceramic sleeve.

This bilingual version, published in 2011-04, corresponds to the English version.

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

FDIS	Report on voting
86B/2967/FDIS	86B/3014/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.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts of IEC 61300 series, published under the general title, *Fibre optic interconnecting and passive components – Basic test and measurement procedures*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

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

Part 2-24: Tests – Screen testing of ceramic alignment split sleeve by stress application

1 Scope

The purpose of this part of IEC 61300 is to identify weaknesses in a ceramic alignment split sleeve which could lead to early failure of the component.

2 General description

Ceramic alignment sleeves are important components often used in the adaptor of plug-adaptor-plug optical connector sets. By using the method described, the component is subjected to a proof stress greater than would be experienced under normal service conditions. This enables weak products to be screened out.

3 Apparatus

The apparatus and arrangement necessary to perform this screening procedure are shown in Figure 1. The material needed consists of the following:

- a) a reference gauge made of ceramic with a sleeve-holding section, a tapered section and a stress-applying section. The diameter of each section is dependent on the dimensions of the product being screened. The length of the sleeve-holding section and the stress-applying section should be greater than the component being tested;
- b) plates A and B, each having a clearance hole in the centre to allow the plate to move a sample of a ceramic alignment split sleeve on the reference gauge.

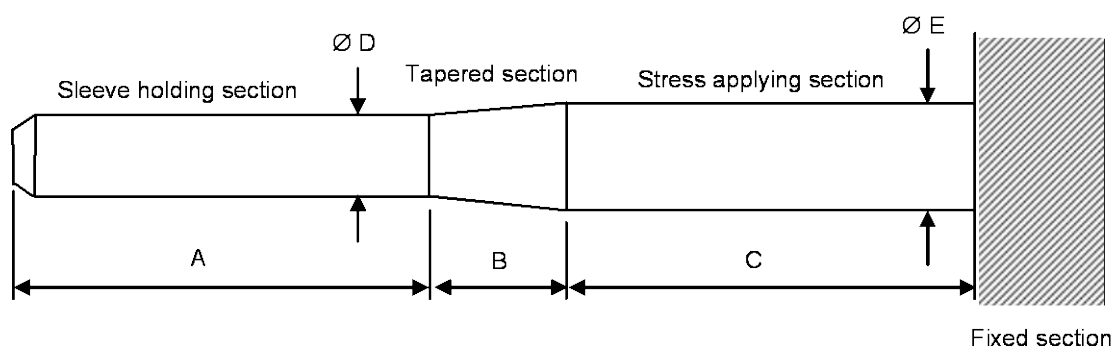


Figure 1a – Reference gauge

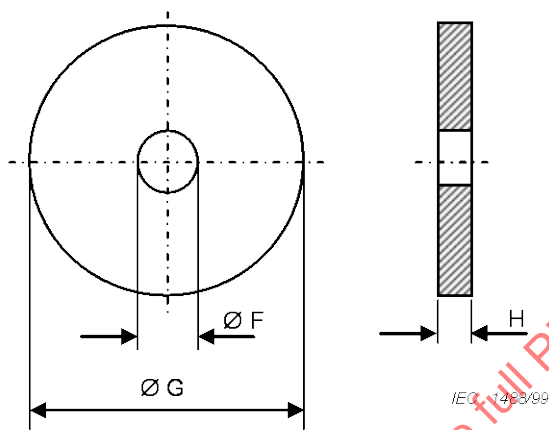


Figure 1b – Plate A and plate B

Figure 1 – Apparatus used for screen testing of a ceramic alignment sleeve

Table 1 shows the dimension of the reference gauge and the plate for the ceramic split sleeve. A dimension of the stress-applying section diameter (E) is shown for a commonly used ceramic alignment sleeve in Table 2.

Table 1 – Dimension example of the reference gauge and the plate for the ceramic sleeve

Reference	For 1,25 mm gauge Dimension mm	For 2,5 mm gauge Dimension mm	Notes
A	9	14	NOTE 2
B	5	5	
C	9	14	NOTE 2
D	–	–	NOTE 1
E	1,259 0 ± 0,000 5	2,515	
F	–	–	NOTE 3
G	20	20	
H	2	2	
NOTE 1 This diameter should be less than the inner diameter of the split sleeve.			
NOTE 2 Surface finish in this area $R_a = 0,2 \mu\text{m}$.			
NOTE 3 Dimension F should be greater than dimension E, and less than sleeve ØD.			

Table 2 – Dimension example of a commonly used ceramic alignment sleeve

Items	For 1,25 mm Dimension mm	For 2,5 mm Dimension mm
Length	6,8	10,1
Outer diameter	1,62	3,2
Inner diameter (ref.)	1,246	2,49
Split section width	6,8	10,1

4 Procedure

This test should be carried out under a $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ environmental temperature condition.

The procedure is as follows.

- Insert plate A into the reference gauge and set it at the fixed end of the reference gauge.
- Moisten the inside surface of a ceramic split sleeve sample with distilled water (for example using a cotton bud). Only touch the sleeve with suitable tools.
- The sample sleeve is inserted onto the sleeve-holding part and set just in front of the tapered part of the reference gauge.
- Insert plate B into the left-hand side of the sample sleeve and move the sample sleeve onto the stress-applying part until the sample sleeve touches plate A (within approximately 1 s).
- The sample sleeve should be held for 3 s under the stressed state.
- After 3 s, stress applied to the sample sleeve is removed by moving plate A to the left-hand side (within approximately 1 s).
- In the course of the procedure from d) to f), samples without damage (breakage or crack) should be selected as acceptable sleeves.

5 Details to be specified

The following details shall be specified depending on the sample sleeve size in the detail specification:

- diameter of sleeve-holding part of reference gauge ($\varnothing D$);
- diameter of stress-applying part of reference gauge ($\varnothing E$);
- length of sleeve-holding part (A) and stress-applying part (C);
- diameter of the center hole of plates A and B ($\varnothing F$);
- deviations from test procedure.

Annex A (informative)

Static fatigue for zirconia alignment sleeve

A.1 Prediction of failure probability by static fatigue

This annex applies primarily to 2,5 mm zirconia alignment sleeves supported by references [1] to [5]¹. For 1,25 mm zirconia sleeves, a comprehensive analysis is referenced [6] and the strength distribution is shown in Figure A.6. Micro-cracks essentially exist on the surface or inside of ceramics. Therefore, fracture due to static fatigue occurs in ceramics under lower stress than the characteristic strength of the materials because of crack propagation in ceramic materials [1] [2].

Assurance of reliable optical fibre connections requires the prediction of failure probability of the zirconia sleeves under working stress needed to align the ferrules.

Assuming aligned ferrules of optical connectors, the zirconia sleeves are allowed to stand under a constant stress, as working stress σ_a . Based on the theories of Weibull statistics and slow crack growth for brittle materials, cumulative failure probability F of the zirconia sleeves suffering from working stress is given by the following equation:

$$\ln \frac{1}{1-F} = \frac{m}{N-1} \ln \sigma_a^N t_a + \ln \gamma \quad (\text{A.1})$$

with

$$\gamma \equiv \frac{V_e}{\sigma_0^m \beta^{m/(N-2)}}$$

$$\beta \equiv \frac{2}{(N-2) A Y^2 K_{IC}^{(N-2)}}$$

where

- t_a is the working time during which the working stress σ_a is applied;
- m , V_e and σ_0 are the Weibull modulus, effective volume, and normalization constant to express the failure probability by the Weibull statistics theory, respectively;
- Y is the geometry constant;
- K_{IC} is the critical stress intensity factor;
- A and N are crack propagation constants of the brittle materials [2].

¹ Figures in square brackets refer to the Bibliography.

These crack propagation constants depend on environmental conditions such as temperature, humidity, atmosphere, and material characteristics. Therefore, if m , N and γ values are estimated, the static fatigue life time of sleeves is predicted. The N value is estimated by the dynamic fatigue test that measures the strength of a sleeve corresponding variable of the proportional increased stress coefficient σ' in MPa/s. On the other hand, the relationship between F , strength σ_f of sleeves and σ' is given by executing the sleeve destructive test. The slope m and the intercept $\ln \sigma$ are estimated from equation (A.2).

$$\ln \frac{1}{1-F} = m \ln \frac{\sigma_f^{(N+1)/(N-1)}}{\{(N+1)\sigma'\}^{1/(N-2)}} + \ln \gamma \quad (\text{A.2})$$

A.2 Reliability improvement by proof test

In order to improve the reliability of the zirconia sleeve against fracture due to static fatigue, a proof test that initially eliminates weak zirconia sleeves by applying a greater stress (called proof stress) than the working stress is effective. Fatigue also occurs under the proof stress. However, the proof test conditions should be decided in order to take into consideration fatigue during the proof test [3] [4].

When the proof test is performed, the proof stress σ_p applied to the zirconia changes trapezoidally along with time as shown in Figure A.1. In this figure, stress change is defined as follows:

$$0 < t \leq t_l : \quad \sigma(t) = \sigma' t$$

$$t_l < t \leq t_l + t_p : \quad \sigma(t) = \sigma_p$$

$$t_l + t_p < t \leq t_l + t_p + t_u : \quad \sigma(t) = \sigma_p - \sigma' t$$

where

$$\sigma' = \sigma_p / t_l = \sigma_p / t_u$$

The cumulative failure probability F_r after proof testing is given by equation (A.3):

$$\ln \frac{1}{1-F_r} = \ln \left[\left\{ \left(\sigma_a^{N_p} t_a \right)^{(N_p-2)/(N-2)} + \zeta^{(N_p-2)} \delta^{(N_p-2)/m} \right\}^{m/(N_p-2)} - \zeta^m \delta \right] + \ln \gamma \quad (\text{A.3})$$

with

$$\zeta \equiv \left(\sigma_p^{N_p} t_e \right)^{1/(N_p-2)}$$

$$\delta \equiv \frac{\gamma_p}{\gamma} \equiv \left(\frac{\beta^{1/(N-2)}}{\beta_p^{1/(N_p-2)}} \right)^m$$

$$\gamma_p \equiv \frac{V_e}{\sigma_0^m \beta_p^{m/(N_p-2)}}$$

$$t_e \equiv t_p + \frac{t_u + t_l}{N_p + 1}$$

where N_p and β_p are N and β value under the proof test environment, respectively.

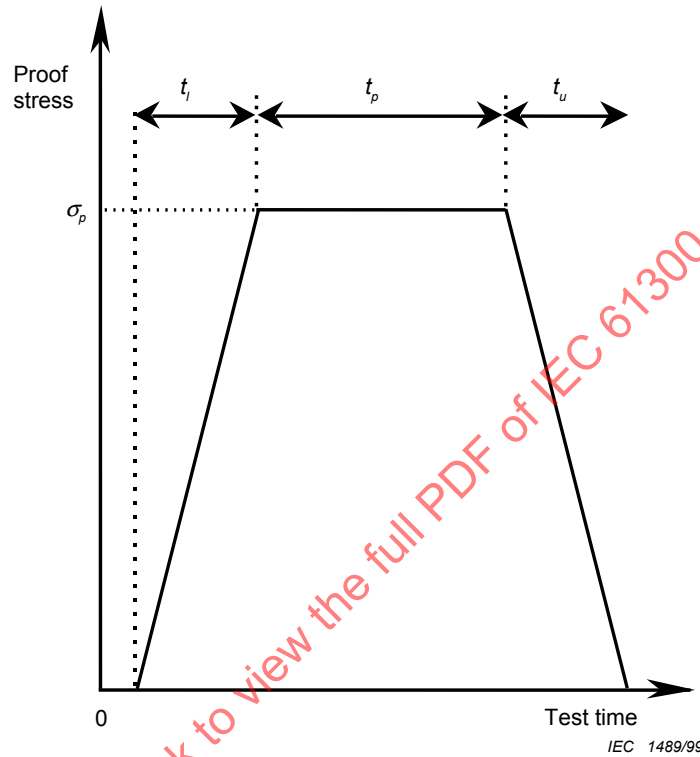


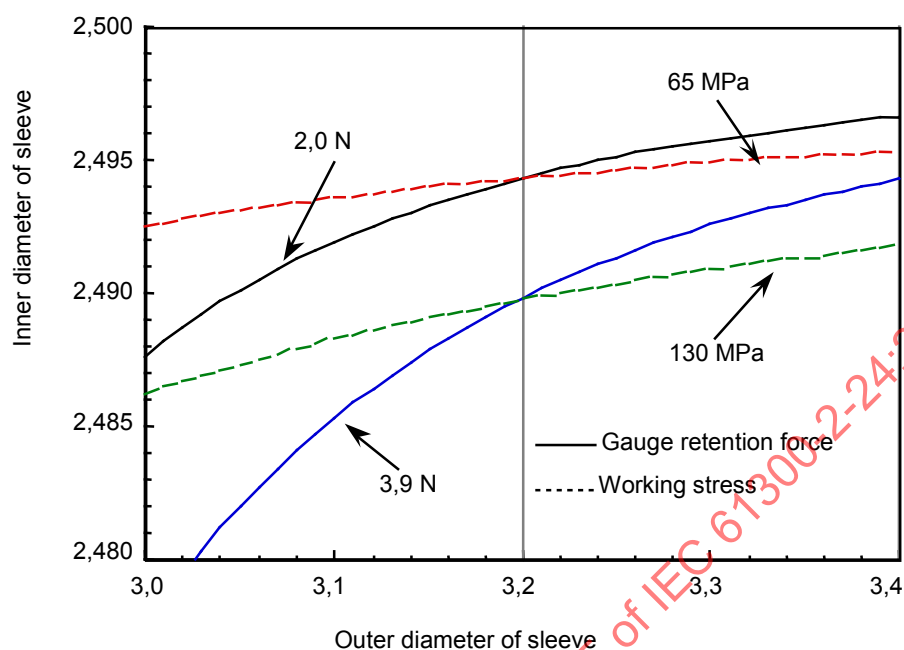
Figure A.1 – Model of time-varying proof stress for a zirconia sleeve

A.3 Method of proof test

A.3.1 Stress design for zirconia alignment sleeve

Figure A.2 shows calculated contour lines of the gauge retention force f_r and working stress σ_a along with inner and outer diameters of a zirconia sleeve. Modelling the zirconia sleeve as a curved beam, the gripping force and the working stress are calculated analytically. In calculation, length, maximum static frictional coefficient and Young's modulus of the zirconia sleeve are 11,4 mm, 0,1 and 196 GPa, respectively. Considering operational difficulty and a low yield rate in proof testing, proof stress shall be kept as small as possible. For example, as the maximum gauge retention force and the maximum working stress satisfies the above-mentioned condition and the safety coefficient of around 10 against zirconia characteristic strength of 1 200 MPa respectively, the outer diameter of zirconia sleeve is designed with a value of 3,2 mm. From Figure A.2, the maximum working stress with a 3,2 mm outer diameter becomes 130 MPa (gauge retention force is 3,9 N, inner diameter is 2,490 mm).

Dimensions in millimetres



IEC 1490/99

Figure A.2 – Calculated contour lines of gauge retention force and working stress along with inner and outer diameter of a zirconia sleeve

A.3.2 Conditions for proof test

Ordinarily, components for switchboard and transmission equipment require very low failure probability (for example under 0,1 FIT during 20 years). In order to decide proof test conditions that make a zirconia sleeve satisfy required failure probability, parameters m , N , N_p , γ and γ_p in equation (A.3) shall be estimated. Table A.1 shows these estimated parameters using 3 mol % Y_2O_3 - ZrO_2 sleeves. According to equation (A.3), by using parameters in Table A.1, a general relationship between σ_p/σ_a and t_e , satisfying 0,1 FIT during 20 years use, is shown in Figure A.3.

Table A.1 – Measured static fatigue parameters for zirconia sleeves

Parameters	25 °C in water	85 °C in water
m	5,5 to 7,1	5,5 to 6,3
N or N_p	28 to 40	22 to 35
$\ln \gamma$ or $\ln \gamma_p$	-43,3 to -53,9	-40,7 to -47,8

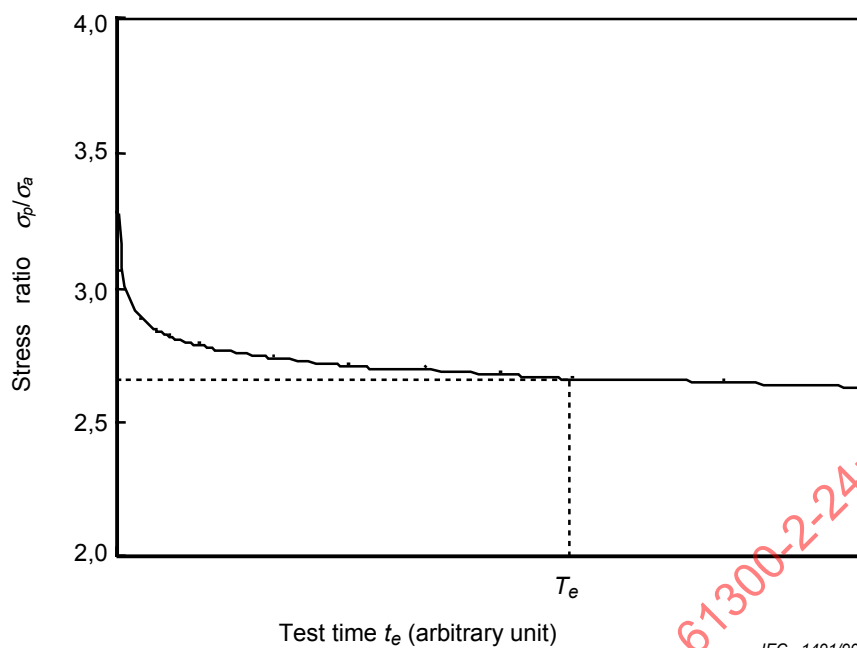


Figure A.3 – Calculated general relationship between σ_p/σ_a and t_e , satisfying 0,1 FIT for 20 years use

Working and proof test environments are assumed as 85 °C in water and 25 °C in water respectively. From Figure A.3, “ T_e ” is the time for $\sigma_p/\sigma_a \approx 2,7$, which is almost saturated against t_e . Failure probability of zirconia sleeves, which are screened on the condition $\sigma_p/\sigma_a \approx 2,7$, $t_e = T_e$, and 0,1 FIT reference along with working time t_a are shown in Figure A.4. It is clear that the proof test ensures the failure probability under 0,1 FIT during 20 years of use.

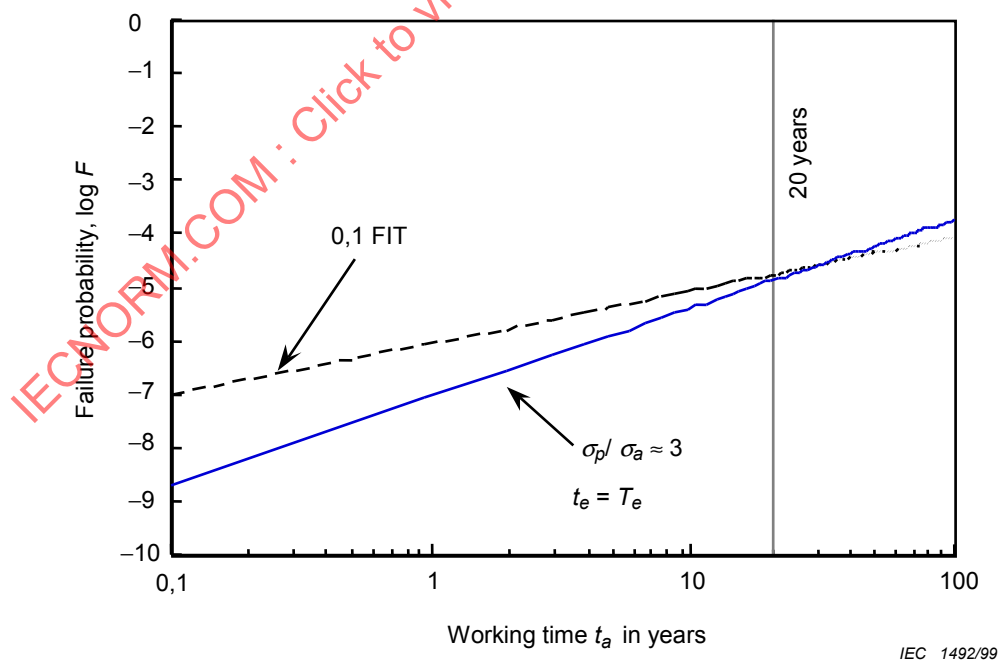


Figure A.4 – Calculated failure probability of screened zirconia sleeves along with working time

A.3.3 Experimental verification of proof test

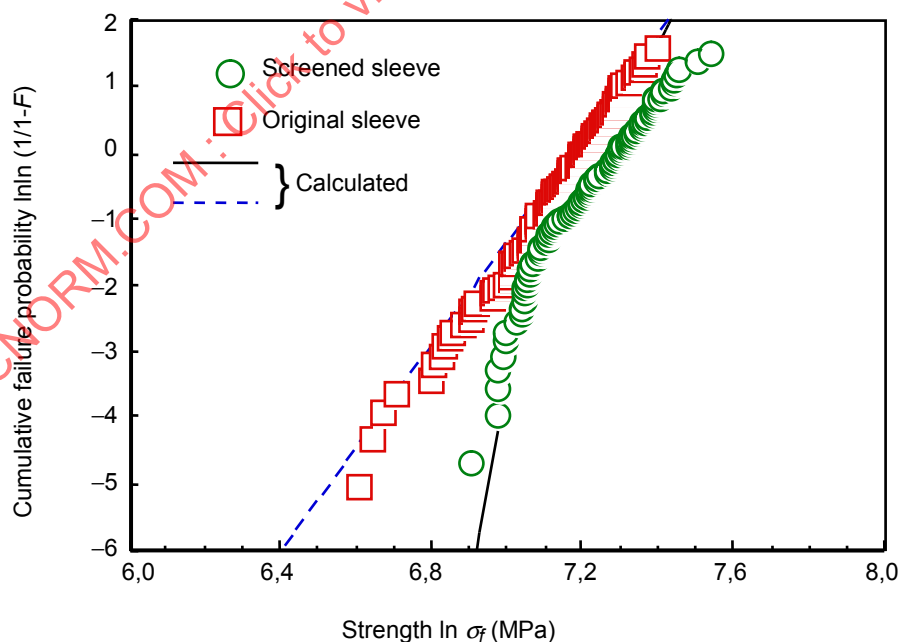
Applying the above-mentioned theory for the proof test to real zirconia sleeves, improvement of reliability is experimentally verified. The assumed working time is around 20 years, therefore the verification in a practical environment entails considerable difficulties. Consequently, by performing two kinds of comparison between theory and experiment, validity of the proof test is confirmed.

A.3.4 Strength distribution after proof test

Effective elimination of weak sleeves by proof test is experimentally verified. Destroying screened sleeves that just passed the proof test, by a proportional increased stress σ' , with a cumulative failure probability F_r of the screened sleeves is given by equation (A.4):

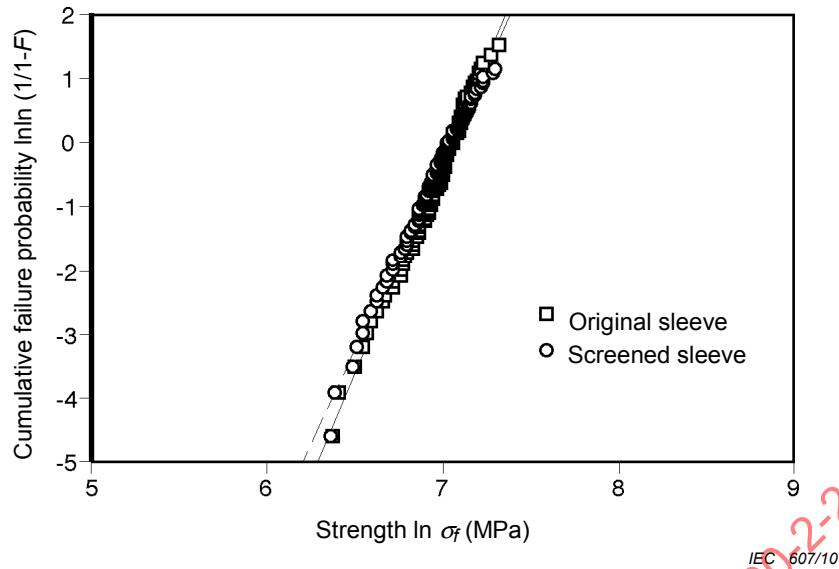
$$\ln \frac{1}{1-F_r} = \ln \left[\left\{ \frac{\sigma_f^{N_p+1}}{\sigma' (N_p+1)} + \zeta^{N_p-2} \right\}^{m/(n_p-2)} - \zeta^m \right] + \ln \gamma_p \quad (\text{A.4})$$

Figure A.5 shows measured strength distribution of 2,5 mm zirconia sleeves and calculated results using equation (A.4). To emphasize the efficiency of the proof test, a 1 000 MPa proof stress σ_p and 10 s of testing time t_p , t_u and t_l were adopted as the proof test conditions. The calculation was carried out using the values of $m = 7,1$, $N_p = 34$ and $\ln \gamma_p = -53,9$. The constants m , N_p and $\ln \gamma_p$ were estimated by previously mentioned dynamic fatigue test and destructive test conditions. According to the strength distribution of Figure A.5, it is clear that the reliability of zirconia sleeves is considerably improved by proof testing which eliminates initially weak sleeves. The measured and calculated distributions agree well, therefore, the validity of the theory is proved. Figure A.6 shows measured strength distribution of 1,25 mm zirconia sleeves using specified proof test conditions shown in Table A.1.



IEC 1493/99

Figure A.5 – Measured and calculated strength distribution of 2,5 mm zirconia sleeves (comparison between sleeves, extended proof tested or not)



**Figure A.6 – Measured strength distribution of 1,25 mm zirconia sleeves
(comparison between sleeves, extended proof tested or not)**

A.4 Conclusion

The gauge retention force of the zirconia sleeve has been prescribed as between 2,0 N and 3,9 N bearing in mind its practical application.

Concerning fracture prevention of zirconia ceramics due to static fatigue, it has been clarified that the proof test, which initially eliminates weak sleeves by applying a greater stress than the working stress, assures sufficient strength reliability under high temperature and humidity environments (under 0,1 FIT during 20 years use). The conditions for proof testing have been derived theoretically and the validity of the test has been confirmed experimentally. The adequate proof stress is about three times larger than the actual stress [5], [6].

Bibliography

- [1] ABE, H., KAWAI, M., KANNO, T. and SUZUKI, K., Engineering ceramics, Gihodo Pub. Co., p.167-188, 1984 (in Japanese).
- [2] EVANS, A.G. and WIEDERHORN, S.M., Crack propagation and failure prediction in silicon nitride at elevated temperatures, J. Mater. Sci., 9, p.270-278, 1974.
- [3] MITSUNAGA, Y., KATSUYAMA, Y., KOBAYASHI, H. and ISHIDA, Y., Strength assurance of optical fiber based on screening test, vol. J66-B, Trans. IEICE, No. 7, p. 829-836, June 1983 (in Japanese).
- [4] MITSUNAGA, Y., KATSUYAMA, Y., KOBAYASHI, H. and ISHIDA, Y., Failure prediction for long length optical fiber based on proof test, J. Appl. Phys., vol. 53, No.7, p.4847-4853, 1982.
- [5] KANAYAMA, K., ANDO, Y., IWANO, S., and NAGASE, Ryo, IEICE Trans Electron., vol. E77-C, No. 10, p.1559-1566.
- [6] NAGASE, Ryo, SUGITA, Etsuji, KANAYAMA, K., ANDO, Y., and IWANO, S., IEICE Trans Electron., vol. E81-C, No. 3, p.408-415, March 1998.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61300-2-24:2010

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	17
1 Domaine d'application	19
2 Description générale	19
3 Matériel	19
4 Procédure	21
5 Détails à spécifier	22
Annexe A (informative) Fatigue statique des manchons d'alignement en zircon	23
Bibliographie	31
Figure 1 – Appareillage utilisé pour l'essai de sélection d'un manchon d'alignement en céramique	20
Figure A.1 – Modèle de contrainte d'épreuve à durée variable pour manchon en zircon	25
Figure A.2 – Lignes de contour calculées de la force de rétention du calibre et de la contrainte de fonctionnement en fonction des diamètres intérieur et extérieur des manchons en zircon	26
Figure A.3 – Relation générale calculée entre σ_p/σ_a et t_e , satisfaisant à 0,1 FIT pour une durée d'utilisation de 20 ans	27
Figure A.4 – Probabilité de défaillance des manchons en zircon sélectionnés, calculée en fonction de la durée de fonctionnement	27
Figure A.5 – Distribution de la résistance des manchons en zircon de 2,5 mm, mesurée et calculée (comparaison entre manchons, soumis ou non à l'essai d'épreuve étendu)	29
Figure A.6 – Distribution mesurée de la résistance des manchons en zircon de 1,25 mm (comparaison entre manchons, soumis ou non à l'essai d'épreuve étendu)	29
Tableau 1 – Exemple de dimension du calibre de référence et de la pastille pour manchon en céramique	21
Tableau 2 – Exemple de dimension d'un manchon d'alignement en céramique couramment utilisé	21
Tableau A.1 – Paramètres de fatigue statique mesurés pour les manchons en zircon	26

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**DISPOSITIFS D'INTERCONNEXION ET
COMPOSANTS PASSIFS À FIBRES OPTIQUES –
MÉTHODES FONDAMENTALES D'ESSAIS ET DE MESURES –****Partie 2-24: Essais –
Essai de sélection du manchon d'alignement fendu
en céramique par l'application de contrainte**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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 de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61300-2-24 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.

Cette seconde édition remplace la première édition publiée en 1999. Cette seconde édition constitue une révision technique. Les modifications techniques spécifiques concernent l'ajout d'un exemple de dimension du calibre de référence et de la pastille pour manchon en céramique, ainsi qu'un manchon d'alignement en céramique couramment utilisé comme manchon en céramique de 1,25 mm.

La présente version bilingue, publiée en 2011-04, correspond à la version anglaise.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 86B/2967/FDIS et 86B/3014/RVD.

Le rapport de vote 86B/3014/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61300, publiées sous le titre général *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures*, est disponible sur le site internet de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

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

Partie 2-24: Essais – Essai de sélection du manchon d'alignement fendu en céramique par l'application de contrainte

1 Domaine d'application

L'objet de la présente partie de la CEI 61300 est d'identifier, dans un manchon d'alignement fendu en céramique, les faiblesses susceptibles d'entraîner une défaillance précoce du composant.

2 Description générale

Les manchons d'alignement en céramique sont des composants importants souvent utilisés dans la partie raccord des jeux de connexion optique de type fiche-raccord-fiche. En utilisant la méthode décrite, le composant est soumis à une contrainte d'essai plus importante que celle que l'on rencontrerait dans des conditions de service normales. Cela permet aux produits défaillants d'être éliminés.

3 Matériel

L'appareillage et le montage nécessaires à l'exécution de cette procédure de sélection sont présentés à la Figure 1. Le matériel nécessaire comprend les éléments suivants:

- a) un calibre de référence en céramique, ayant une section permettant le maintien du manchon, une section conique et une section destinée à l'application de la contrainte. Le diamètre de chaque section dépend des dimensions du produit soumis à la sélection. Il convient que la longueur de la section de maintien du manchon et celle de la section d'application de contrainte soient plus grandes que le composant en essai;
- b) les pastilles A et B, chacune ayant un trou d'évidement au centre pour permettre à la pastille de déplacer un échantillon de manchon fendu d'alignement en céramique sur le calibre de référence.

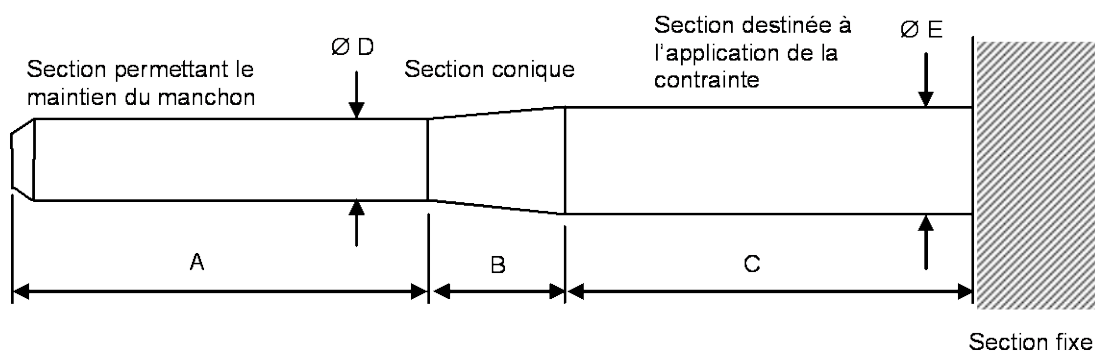


Figure 1a – Calibre de référence

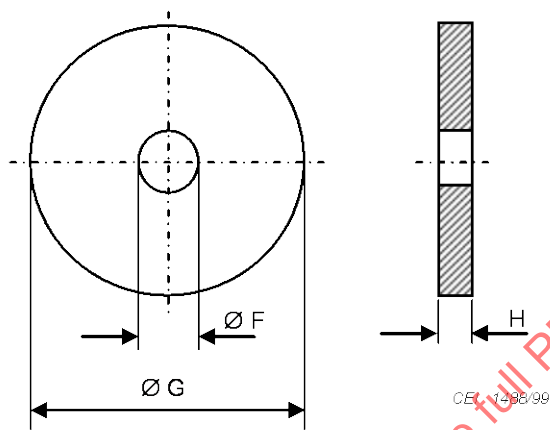


Figure 1b – Pastille A et Pastille B

Figure 1 – Appareillage utilisé pour l'essai de sélection d'un manchon d'alignement en céramique

Le Tableau 1 présente les dimensions du calibre de référence et de la pastille pour manchon fendu en céramique. Une dimension du diamètre de la section destinée à l'application de la contrainte (E) est présentée au Tableau 2 pour un manchon d'alignement en céramique couramment utilisé.

Tableau 1 – Exemple de dimension du calibre de référence et de la pastille pour manchon en céramique

Référence	Calibre de 1,25 mm Dimension mm	Calibre de 2,5 mm Dimension mm	Notes
A	9	14	NOTE 2
B	5	5	
C	9	14	NOTE 2
D	–	–	NOTE 1
E	1,259 0 ± 0,000 5	2,515	
F	–	–	NOTE 3
G	20	20	
H	2	2	
NOTE 1 Un diamètre inférieur au diamètre intérieur du manchon fendu est recommandé.			
NOTE 2 Finition de la surface dans cette zone Ra = 0,2 µm.			
NOTE 3 Il convient que la dimension F soit plus grande que la dimension E, et plus petite que le diamètre ØD du manchon.			

Tableau 2 – Exemple de dimension d'un manchon d'alignement en céramique couramment utilisé

Données	Pour 1,25 mm Dimension mm	Pour 2,5 mm Dimension mm
Longueur	6,8	10,1
Diamètre extérieur	1,62	3,2
Diamètre intérieur (réf.)	1,246	2,49
Largeur de la section fendue	6,8	10,1

4 Procédure

Il convient que l'essai soit effectué dans des conditions de température ambiante de 23 °C ± 2 °C.

La procédure est décrite ci-dessous.

- Insérer la pastille A dans le calibre de référence et la régler à l'extrémité fixe du calibre de référence.
- Humidifier la surface interne d'un échantillon de manchon fendu en céramique avec de l'eau distillée (par exemple à l'aide d'un bâtonnet entouré de coton). Ne toucher le manchon qu'avec l'outil adéquat.
- L'échantillon de manchon est inséré dans la section permettant le maintien du manchon et placé juste en face de la section conique du calibre de référence.
- Insérer la pastille B sur le côté gauche de l'échantillon de manchon et le déplacer sur la section destiné à l'application de la contrainte jusqu'à ce que l'échantillon touche la pastille A (dans l'intervalle de 1 s environ).
- Il convient que l'échantillon de manchon soit maintenu sous contrainte pendant 3 s.
- Après 3 s, la contrainte appliquée à l'échantillon est supprimée par le déplacement de la pastille A vers le côté gauche (en 1 s environ).

- g) Au cours de la procédure d) à f), il convient que les échantillons non détériorés (sans fracture ni fissure) soient sélectionnés en tant que manchons acceptables.

5 Détails à spécifier

Les détails suivants doivent être spécifiés en fonction de la taille de l'échantillonnage des manchons dans la spécification particulière:

- diamètre de la section permettant le maintien du manchon du calibre de référence ($\varnothing D$);
- diamètre de la section destinée à l'application de contrainte du calibre de référence ($\varnothing E$);
- longueur de la section permettant le maintien du manchon (A) et de la section destinée à l'application de la contrainte (C);
- diamètre du trou central des pastilles A et B ($\varnothing F$);
- divergences par rapport à la méthode d'essai.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61300-2-24:2010

Annexe A (informative)

Fatigue statique des manchons d'alignement en zircone

A.1 Prédiction de la probabilité de défaillance par la fatigue statique

La présente annexe s'applique essentiellement aux manchons d'alignement en zircone de 2,5 mm étayés par les références [1] à [5]¹. Pour les manchons en zircone de 1,25 mm, une analyse détaillée est référencée [6] et la distribution de la résistance est représentée à la Figure A.6. Les microfissures existent essentiellement à la surface ou à l'intérieur de la céramique. Par conséquent, des fractures dues à la fatigue statique se produisent dans les céramiques soumises à une contrainte inférieure à la résistance caractéristique des matériaux, du fait de la propagation de fissures dans les matériaux céramiques [1] [2].

L'assurance de la fiabilité des connexions de fibres optiques exige la prédiction de la probabilité de défaillance des manchons en zircone sous les contraintes nécessaires à l'alignement des férules.

En supposant l'alignement des férules de connecteurs optiques réalisé, il est raisonnable de considérer les manchons en zircone soumis à une contrainte constante, désignée comme contrainte de fonctionnement σ_a . En prenant pour base les théories statistiques de Weibull, et une croissance lente des fissures pour les matériaux cassants, la probabilité de défaillance cumulative F des manchons en zircone subissant des contraintes de fonctionnement est donnée par l'équation suivante:

$$\ln \frac{1}{1-F} = \frac{m}{W-1} \ln \sigma_a^N t_a + \ln \gamma \quad (\text{A.1})$$

où

$$\gamma \equiv \frac{V_e}{\sigma_0^m \beta^{m/(N-2)}}$$

$$\beta \equiv \frac{2}{(N-2) A Y^2 K_{IC}^{(N-2)}}$$

où

t_a est la durée de fonctionnement durant laquelle la contrainte de fonctionnement σ_a est appliquée;

m , V_e , et σ_0 sont, respectivement, le module de Weibull, le volume effectif et la constante de normalisation en vue d'exprimer la probabilité de défaillance par la théorie statistique de Weibull;

Y est la constante de géométrie;

K_{IC} est le facteur d'intensité de contrainte critique;

A et N sont les constantes de propagation de fissures des matériaux cassants [2].

¹ Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.

Ces constantes de propagation de fissures dépendent des conditions d'environnement telles que la température, l'humidité, l'atmosphère et les caractéristiques des matériaux. Par conséquent, si les valeurs m , N et γ sont estimées, la durée de résistance à la fatigue statique des manchons est prédite. La valeur N est estimée par l'essai de fatigue dynamique qui mesure la résistance du manchon, correspondant à une variation proportionnelle de la contrainte selon le coefficient σ' , exprimé en MPa/s. Par ailleurs, la relation entre F , la résistance σ_f des manchons et σ' est donnée en exécutant l'essai destructif sur le manchon. La pente m et l'interception $\ln \sigma$ sont estimées à l'aide de l'équation (A.2).

$$\ln \frac{1}{1-F} = m \ln \frac{\sigma_f^{(N+1)/(N-1)}}{\{(N+1)\sigma'\}^{1/(N-2)}} + \ln \gamma \quad (\text{A.2})$$

A.2 Amélioration de la fiabilité par l'essai d'épreuve

Dans le but d'améliorer la fiabilité du manchon en zircone contre une fracture due à la fatigue statique, un essai d'épreuve est efficace. Il est destiné initialement à éliminer les manchons en zircone défectueux en appliquant une contrainte plus grande (contrainte d'épreuve) que la contrainte subie en fonctionnement. La fatigue apparaît aussi sous la contrainte d'épreuve. Cependant, il convient que les conditions d'essai d'épreuve soient déterminées pour prendre en considération la fatigue dans l'essai d'épreuve [3] [4].

Lorsque l'essai d'épreuve est effectué, la contrainte d'épreuve σ_p appliquée au zircone change de façon trapézoïdale en fonction de la durée, comme représenté à la Figure A.1. D'après cette figure, la variation de contrainte est définie comme suit:

$$0 \leq t \leq t_l: \quad \sigma(t) = \sigma' t$$

$$t_l \leq t \leq t_l + t_p: \quad \sigma(t) = \sigma_p$$

$$t_l + t_p \leq t \leq t_l + t_p + t_u: \quad \sigma(t) = \sigma_p - \sigma' t$$

où

$$\sigma' = \sigma_p / t_l = \sigma_p / t_u$$

La probabilité de défaillance cumulative F_r après l'essai d'épreuve est donnée par l'équation (A.3):

$$\ln \frac{1}{1-F_r} = \ln \left[\left\{ \left(\sigma_a^{N_p} t_a \right)^{(N_p-2)/(N-2)} + \zeta^{(N_p-2)} \delta^{(N_p-2)/m} \right\}^{m/(N_p-2)} - \zeta^m \delta \right] + \ln \gamma \quad (\text{A.3})$$

où

$$\zeta \equiv \left(\sigma_p^{N_p} t_e \right)^{1/(N_p-2)}$$

$$\delta \equiv \frac{\gamma_p}{\gamma} \equiv \left(\frac{\beta^{1/(N-2)}}{\beta_p^{1/(N_p-2)}} \right)^m$$

$$\gamma_p \equiv \frac{V_e}{\sigma_0^m \beta_p^{m/(N_p-2)}}$$

$$t_e \equiv t_p + \frac{t_u + t_l}{N_p + 1}$$

où N_p et β_p correspondent respectivement aux valeurs N et β dans l'environnement d'essai d'épreuve.

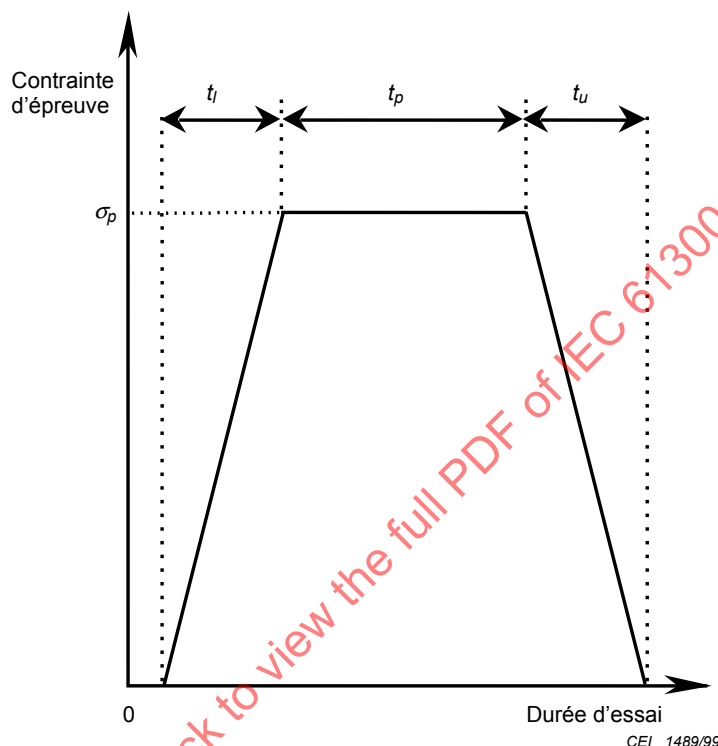


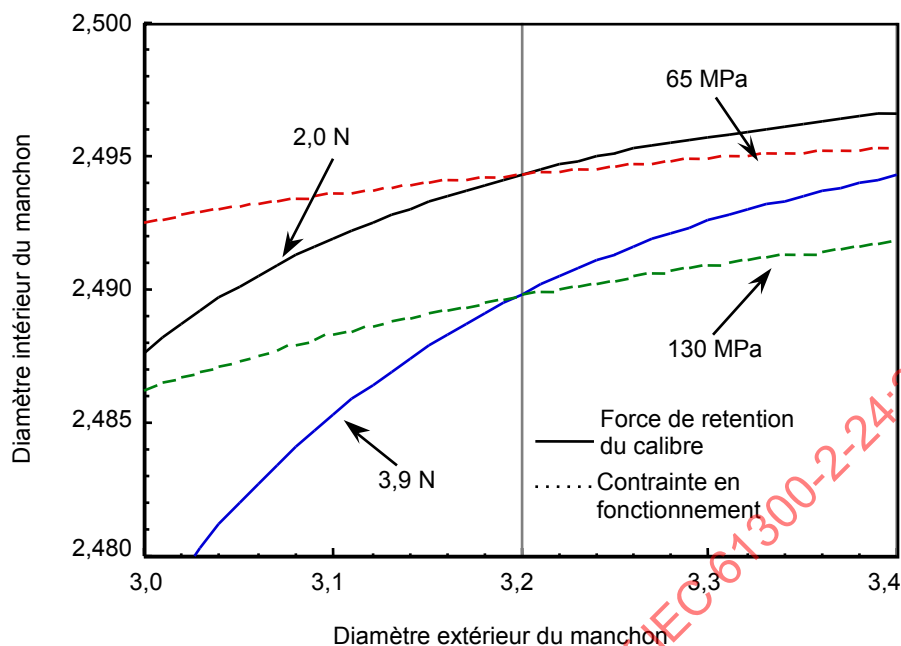
Figure A.1 – Modèle de contrainte d'épreuve à durée variable pour manchon en zircon

A.3 Méthode de l'essai d'épreuve

A.3.1 Conception de la contrainte pour manchon d'alignement en zircon

La Figure A.2 présente les lignes de contour calculées de la force de rétention de calibre f_r et la contrainte de fonctionnement σ_a avec les diamètres intérieur et extérieur d'un manchon en zircon. En modélisant le manchon en zircon sous forme de faisceau incurvé, la force de serrage et la contrainte de fonctionnement sont calculées de façon analytique. Dans le calcul, la longueur, le coefficient de friction statique maximal et le module de Young des manchons en zircon sont respectivement de 11,4 mm, 0,1 et 196 GPa. En tenant compte des difficultés de mise en œuvre et d'un faible taux de rendement de l'essai d'épreuve, la contrainte d'épreuve doit être maintenue aussi faible que possible. Par exemple, comme la force de rétention maximale du calibre et la contrainte de fonctionnement maximale satisfont aux conditions ci-dessus, et au coefficient de sécurité d'environ 10 par rapport à la résistance caractéristique du zircon, qui est de 1 200 MPa, le diamètre extérieur des manchons en zircon est conçu avec une valeur de 3,2 mm. D'après la Figure A.2, la contrainte de fonctionnement maximale avec un diamètre extérieur de 3,2 mm devient 130 MPa (la force de rétention du calibre est de 3,9 N, le diamètre intérieur est de 2,490 mm).

Dimensions en millimètres



IEC 1490/99

Figure A.2 – Lignes de contour calculées de la force de rétention du calibre et de la contrainte de fonctionnement en fonction des diamètres intérieur et extérieur des manchons en zircon

A.3.2 Conditions d'essai d'épreuve

Ordinairement, les composants destinés aux tableaux de brassage et aux équipements de transmission exigent une probabilité de défaillance très faible (par exemple moins de 0,1 FIT pendant 20 années). Afin de déterminer les conditions d'essai d'épreuve qui permettent aux manchons en zircon de satisfaire à l'exigence de probabilité de défaillance, on doit estimer les paramètres m , N , N_p , γ et γ_p de l'équation (A.3). Le Tableau A.1 présente ces paramètres estimés sur des manchons de 3 mol % Y_2O_3 - ZrO_2 . Selon l'équation A.3, à l'aide des paramètres du Tableau A.1, une relation générale entre σ_p/σ_a et t_e , répondant à 0,1 FIT au cours d'une utilisation de 20 ans, est présentée à la Figure A.3.

Tableau A.1 – Paramètres de fatigue statique mesurés pour les manchons en zircon

Paramètres	25 °C dans l'eau	85 °C dans l'eau
m	5,5 à 7,1	5,5 à 6,3
N ou N_p	28 à 40	22 à 35
$\ln \gamma$ ou $\ln \gamma_p$	-43,3 à -53,9	-40,7 à -47,8