

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
793-1-3**

Première édition
First edition
1995-10

Fibres optiques –

Partie 1:

Spécification générique –

Section 3: Méthodes de mesure
des caractéristiques mécaniques

Optical fibres –

Part 1:

Generic specification –

Section 3: Measuring methods
for mechanical characteristics



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 793-1-3: 1995

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 auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

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 from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
793-1-3**

Première édition
First edition
1995-10

Fibres optiques –

**Partie 1:
Spécification générique –
Section 3: Méthodes de mesure
des caractéristiques mécaniques**

Optical fibres –

**Part 1:
Generic specification –
Section 3: Measuring methods
for mechanical characteristics**

© CEI 1995 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 photocopie 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX XA
PRICE CODE

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS.....	4
Articles	
1 Domaine d'application et objet	8
2 Référence normative.....	8
3 Essais relatifs aux caractéristiques mécaniques	8
4 Définitions opérationnelles	10
5 Défauts physiques	12
6 Méthode CEI 793-1-B1 – Essai de sélection d'une fibre optique.....	12
7 Méthode CEI 793-1-B2A – Résistance à la traction pour de courtes longueurs de fibres optiques	22
8 Méthode CEI 793-1-B2B – Résistance à la traction pour de grandes longueurs de fibres optiques	24
9 Méthode CEI 793-1-B4 – Abrasion	24
10 Méthode CEI 793-1-B5 – Examen visuel	24
11 Méthode CEI 793-1-B6 – Dénudabilité des fibres optiques.....	26
12 Détermination du paramètre de résistance à la corrosion sans contrainte – Introduction	34
13 Méthode CEI 793-1-B7A – Fatigue dynamique des fibres optiques sous tension axiale.....	36
14 Méthode CEI 793-1-B7B – Fatigue dynamique des fibres optiques par flexion en deux points	52
15 Méthode CEI 793-1-B7C – Fatigue statique des fibres optiques par tension axiale	64
16 Méthode CEI 793-1-B7D – Fatigue statique des fibres optiques par flexion en deux points	70
17 Méthode CEI 793-1-B7E – Fatigue statique des fibres optiques par courbure uniforme.....	74
Annexes	
A Calculs statistiques relatifs aux essais de contrainte à la rupture.....	80
B Guide d'utilisation des méthodes d'essais concernant le paramètre de résistance à la corrosion sous contrainte	90

CONTENTS

	Page
FOREWORD.....	5
Clause	
1 Scope and object	9
2 Normative reference.....	9
3 Test of mechanical characteristics.....	9
4 Operational definitions	11
5 Physical defects.....	13
6 Method IEC 793-1-B1 – Optical fibre proof test.....	13
7 Method IEC 793-1-B2A – Tensile strength for short lengths of optical fibres.....	23
8 Method IEC 793-1-B2B – Tensile strength for long lengths of optical fibres	25
9 Method IEC 793-1-B4 – Abrasion	25
10 Method IEC 793-1-B5 – Visual inspection.....	25
11 Method IEC 793-1-B6 – Strippability.....	27
12 Determination of stress corrosion susceptibility parameters – Introduction	35
13 Method IEC 793-1-B7A – Dynamic fatigue parameters of optical fibres by axial tension.....	37
14 Method IEC 793-1-B7B – Dynamic fatigue parameters of optical fibres by two-point bending.....	53
15 Method IEC 793-1-B7C – Static fatigue parameters of optical fibres by axial tension.....	65
16 Method IEC 793-1-B7D – Static fatigue parameters of optical fibres by two-point bending	71
17 Method IEC 793-1-B7E – Static fatigue parameters of optical fibres by uniform bending.....	75
Annexes	
A Statistical calculation concerning the fracture stress testing.....	81
B Guide for the use of stress corrosion susceptibility parameter test methods	91

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FIBRES OPTIQUES –

Partie 1: Spécification générique – Section 3: Méthodes de mesure des caractéristiques mécaniques

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 en ce qui concerne les questions techniques, préparées par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment, dans la plus grande mesure possible, un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles 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.

La Norme internationale CEI 793-1-3 a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

La quatrième édition de la CEI 793-1, parue en 1992, a fait l'objet d'une révision. Elle a été divisée en cinq normes regroupant chacune une section.

Cette première édition de la CEI 793-1-3 annule et remplace la section 3 de la CEI 793-1, dont elle constitue une révision technique.

Cette norme doit être utilisée conjointement avec les normes suivantes:

CEI 793-1-1: 1995, *Fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Section 1: Généralités*

CEI 793-1-2: 1995, *Fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Section 2: Méthodes de mesure des dimensions*

CEI 793-1-4: 1995, *Fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Section 4: Méthodes de mesure des caractéristiques optiques et de transmission*

CEI 793-1-5: 1995, *Fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Section 5: Méthodes de mesure des caractéristiques d'environnement*

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRES –

**Part 1: Generic specification –
Section 3: Measuring methods for mechanical characteristics**

FOREWORD

- 1) The IEC (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, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use 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.

International Standard IEC 793-1-3 has been prepared by sub-committee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

The fourth edition of IEC 793-1, published in 1992, has been subject to revision. It has been divided into five standards each of which incorporates one section.

This first edition of IEC 793-1-3 cancels and replaces section 3 of IEC 793-1, of which it constitutes a technical revision.

This standard shall be used in conjunction with the following standards:

IEC 793-1-1: 1995, *Optical fibres – Part 1: Generic specification – Section 1: General*

IEC 793-1-2: 1995, *Optical fibres – Part 1: Generic specification – Section 2: Measuring methods for dimensions*

IEC 793-1-4: 1995, *Optical fibres – Part 1: Generic specification – Section 4: Measuring methods for transmission and optical characteristics*

IEC 793-1-5: 1995, *Optical fibres – Part 1: Generic specification – Section 5: Measuring methods for environmental characteristics*

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
86A/302/DIS	86A/328/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.

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60793-1-3:1995

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

DIS	Report on voting
86A/302/DIS	86A/328/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.

Annex A forms an integral part of this standard.

Annex B is for information only.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60793-1-3:1995

FIBRES OPTIQUES –

Partie 1: Spécification générique – Section 3: Méthodes de mesure des caractéristiques mécaniques

1 Domaine d'application et objet

La présente section de la CEI 793-1 s'applique aux essais de résistance mécanique, de facilité de manipulation ou de mise en évidence de défauts au niveau du revêtement primaire des fibres optiques en verre. Ces méthodes sont à utiliser pour le contrôle des fibres lors des relations commerciales.

L'objet de cette section est d'établir des prescriptions uniformes relatives aux caractéristiques mécaniques des fibres optiques.

2 Référence normative

Le document normatif suivant contient des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente section de la CEI 793-1. Au moment de la publication, l'édition indiquée était en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente section de la CEI 793-1 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente du document normatif indiqué ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 68-1: 1988, *Essais d'environnement – Première partie: Généralités et guide*

3 Essais relatifs aux caractéristiques mécaniques

Les caractéristiques mécaniques des fibres optiques doivent être vérifiées en soumettant les échantillons à des essais choisis dans le tableau 1. Les essais appliqués, les critères d'acceptation et le nombre d'échantillons doivent être ceux qui sont indiqués dans la spécification particulière.

OPTICAL FIBRES –

Part 1: Generic specification – Section 3: Measuring methods for mechanical characteristics

1 Scope and object

This section of IEC 793-1 applies to the tests of mechanical strength, ease of handling or the recognition of physical defects of primary coated or primary buffered optical glass fibres. The methods are to be used for inspection of fibres for commercial purposes.

The object of this section is to establish uniform requirements for mechanical characteristics of optical fibres.

2 Normative reference

The following normative document contains provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this section of IEC 793-1. At the time of publication, the edition indicated was valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this section of IEC 793-1 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent edition of the normative document indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 68-1: 1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

3 Tests of mechanical characteristics

The mechanical characteristics of optical fibres shall be verified by subjecting samples to tests selected from table 1. The tests applied, acceptance criteria and number of samples shall be as specified in the detail specification.

Tableau 1 – Caractéristiques mécaniques des fibres optiques

Méthode d'essai	Essai	Caractéristiques faisant l'objet de la méthode d'essai
CEI 793-1-B1 CEI 793-1-B2A CEI 793-1-B2B*	Essai de sélection d'une fibre optique Résistance à la traction sur la longueur courte Résistance à la traction sur la longueur longue	Résistance mécanique
CEI 793-1-B4*	Abrasion	Facilité de manipulation
CEI 793-1-B5* CEI 793-1-1C1 de la CEI 793-1-4	Examen visuel Méthode de rétrodiffusion	Défauts physiques
CEI 793-1-B6	Dénudabilité	Dénudabilité
CEI 793-1-B7A CEI 793-1-B7B CEI 793-1-B7C CEI 793-1-B7D CEI 793-1-B7E	Fatigue dynamique sous tension Fatigue dynamique sous flexion en deux points Fatigue statique sous tension Fatigue statique sous flexion en deux points Fatigue statique sous courbure uniforme	Paramètre de résistance à la corrosion sous contrainte
* A l'étude.		

4 Définitions opérationnelles

4.1 Résistance mécanique d'une longueur de fibre de verre

a) La résistance mécanique d'une longueur de fibre de verre dépend de la profondeur de la fissure la plus profonde, présente sur cette longueur.

Si l'on soumet une longueur de fibre à une contrainte α à température et humidité ambiantes, la profondeur d'une fissure croît selon une loi proposée par Charles:

$$\frac{da}{dt} = AK_I^n$$

où $K_I = Y\alpha a^{1/2}$ suivant Griffith

où

K_I est le facteur d'intensité de la contrainte;

Y est le facteur de forme (constant);

α est la contrainte;

n est la susceptibilité à la corrosion (constant);

a est la profondeur de la fissure;

A est la constante de proportionnalité, à déterminer par expérience.

Après une croissance de la fissure pendant un temps Δt , la valeur de K_I atteint la valeur limite K_{Ic} (facteur d'intensité critique de la contrainte) pour laquelle la fibre casse (voir figure 1).

b) Par exemple:

Si une fibre est soumise à une contrainte α_1 pendant le temps $\Delta t = t_2 - t_1$, la profondeur de la fissure est passée de a_{t1} à a_{t2} .

Table 1 – Mechanical characteristics of optical fibres

Test method	Test	Characteristics covered by the test method
IEC 793-1-B1 IEC 793-1-B2A IEC 793-1-B2B*	Optical fibre proof test Tensile strength for short length of fibre Tensile strength for long length of fibre	Mechanical strength
IEC 793-1-B4*	Abrasion	Ease of handling
IEC 793-1-B5* IEC 793-1-1C1 of IEC 793-1-4	Visual inspection Backscattering technique	Physical defects
IEC 793-1-B6	Strippability	Strippability
IEC 793-1-B7A IEC 793-1-B7B IEC 793-1-B7C IEC 793-1-B7D IEC 793-1-B7E	Dynamic fatigue by tension Dynamic fatigue by two-point bending Static fatigue by tension Static fatigue by two-point bending Static fatigue by uniform bending	Stress corrosion susceptibility parameters
* Under consideration.		

4 Operational definitions

4.1 Mechanical strength of a length of glass fibre

a) The mechanical strength of a length of glass fibre depends on the depth of the deepest flaw present in this length.

In submitting a length of fibre at ambient temperature and humidity conditions to a stress α the flaw depth will increase in accordance with a relation suggested by Charles:

$$\frac{da}{dt} = AK_1^n$$

in which K_1 according to Griffith is given by $K_1 = Y\alpha a^{1/2}$

where

K_1 is the stress intensity factor;

Y is the shape factor (constant);

α is the stress;

n is the stress corrosion susceptibility (constant);

a is the flaw depth;

A is the proportionality constant, to be determined by experiment.

In cases where the flaws have grown during a time Δt to a value where K_1 becomes K_{1c} (critical stress intensity factor) the fibre will break (see figure 1).

b) As an illustration:

When a fibre has been submitted to stress α_1 during a time $\Delta t = t_2 - t_1$, the flaw will have grown from a_{t1} to a_{t2} .

Toutefois, pour les relations commerciales, il convient d'admettre qu'après avoir passé un essai de sélection sous contrainte α_1 , la profondeur de la fissure n'ayant pas dépassé la valeur a_c , (c'est-à-dire la valeur pour laquelle la fracture de la fibre apparaît) par la suite, si la fracture de la fibre doit être évitée, la contrainte α_2 appliquée (pour $t > t_2$) doit rester en dessous de α_1 .

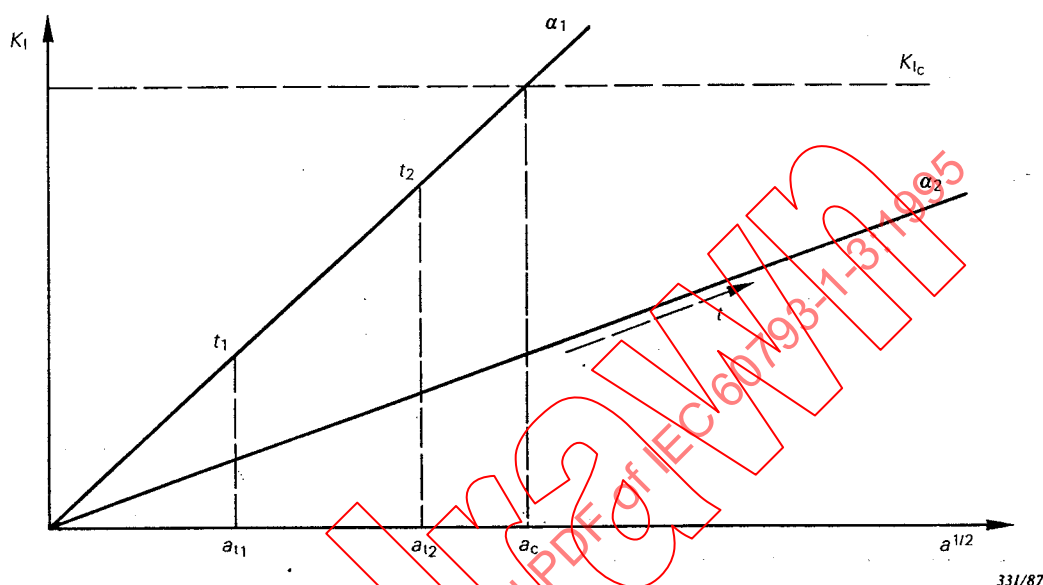


Figure 1 – Graphique montrant la croissance de la fissure d'une fibre optique en verre soumise à une contrainte

5 Défauts physiques

Il est admis que des défauts physiques puissent se trouver dans la fibre et affecter les propriétés optiques et mécaniques (par exemple des inclusions ou des bulles). Certains types de défauts peuvent être détectés par réflectométrie ou d'autres méthodes de mesure.

6 Méthode CEI 793-1-B1 – Essai de sélection d'une fibre optique

6.1 Objet

Cet essai de sélection s'applique sur la longueur entière d'une fibre optique afin d'éliminer les points où la résistance mécanique est inférieure ou égale au niveau de tension utilisé lors de l'essai.

6.2 Conditions de l'essai

L'essai doit être effectué dans les conditions atmosphériques normales telles que décrites dans le 5.3 de la CEI 68-1.

However, for commercial purposes it should be assumed that after a fibre has been submitted to a screen test with stress α_1 , the flaw has almost reached the value a_c (i.e. the value at which fibre breakage would occur), subsequent stress α_2 (at $t > t_2$) must remain below α_1 , if fibre breakage is to be avoided.

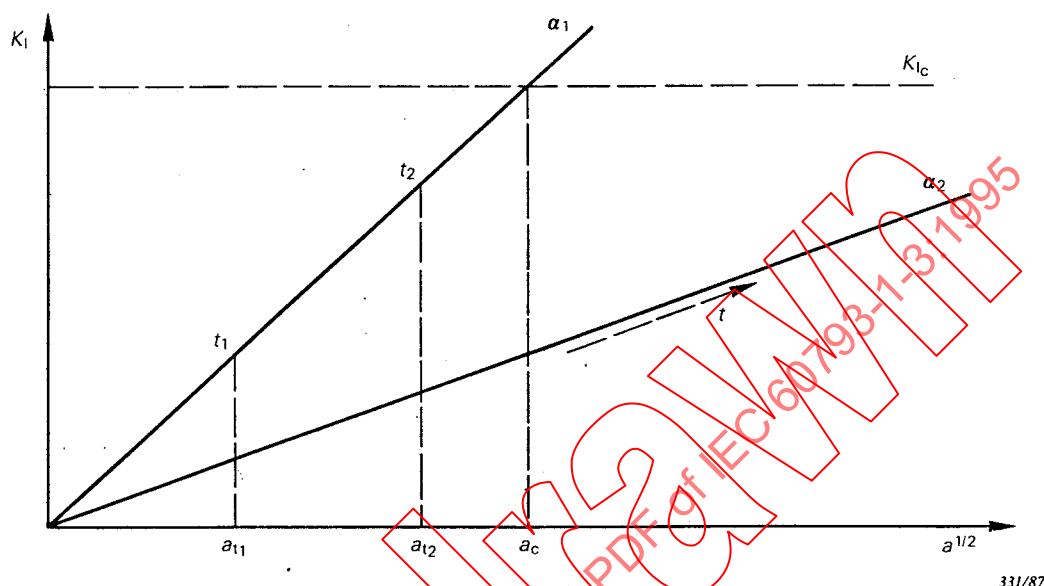


Figure 1 – Graph of flaw growth of optical glass fibre under stress

5 Physical defects

It is recognized that physical defects may exist within the fibre and influence both optical and mechanical performance, for example inclusions and bubbles. Certain types of defects may be detected by means of reflection techniques or other measurement methods.

6 Method IEC 793-1-B1 – Optical fibre proof test

6.1 Object

In this test the entire length of an optical fibre is proof tested to eliminate points with mechanical strength equal to or lower than the proof test level.

6.2 Conditions of testing

The test shall be carried out at standard atmospheric conditions for testing in accordance with 5.3 of IEC 68-1.

6.3 Déroulement général de l'essai

6.3.1 L'essai de sélection doit être conduit selon l'une des méthodes suivantes:

- a) contrainte constante;
- b) effort longitudinal constant;
- c) effort de courbure constant.

6.3.2 Les essais sous contrainte constante et sous effort longitudinal constant conviennent aux fibres protégées par un revêtement primaire ou un revêtement protecteur, dont le module d'élasticité et l'épaisseur sont suffisants pour supporter les forces radiale et longitudinale imposées et sont par ailleurs suffisants pour protéger la surface de la fibre des dommages dus aux contraintes radiales. Si les revêtements primaires ou les revêtements protecteurs ne sont pas suffisants pour résister à ces forces, l'essai en effort de courbure constant peut convenir.

6.3.3 Le niveau de l'essai doit être celui qui doit être supporté par la fibre après avoir effectué la correction due à la présence des revêtements et couches de protection.

6.3.4 Les variations de tension au dérouleur et à l'enrouleur de la fibre devront être isolées de la zone de l'appareillage où se réalise l'essai.

6.3.5 La vitesse de défilement de la fibre dans l'appareillage et la géométrie de celui-ci doivent être telles que la durée d'application de l'essai soit celle imposée dans la spécification particulière.

6.4 Essai de sélection sous contrainte constante

6.4.1 Appareillage

L'appareillage d'essai de sélection sous contrainte constante doit en général être conforme à la figure 2. A et C sont des roues ou des poulies entraînées, alors que B est une roue ou poulie libre, dans le même plan que les deux autres. Cette dernière possède la liberté de se déplacer sur une ligne verticale passant par son axe. Une charge W appliquée en B fournit la tension T de contrainte correspondante. Il est absolument nécessaire que le coefficient de friction statique entre la fibre optique et les roues A, B et C soit élevé et des moyens tels que des courroies de pression pourront être mis en oeuvre afin de minimiser les glissements. L'une des roues doit être entraînée à vitesse angulaire constante et les moyens appropriés doivent être fournis pour maintenir une position verticale constante de la roue B en faisant varier la vitesse angulaire de la roue C. La tension d'alimentation de la fibre dans l'appareillage T_i ne devra pas excéder 10 % de la tension d'essai T. Les diamètres des roues doivent être déterminés afin que la contrainte due à la courbure n'excède pas 10 % de la valeur de l'essai en chaque point du conducteur optique.

6.4.2 Procédure

La fibre optique doit défiler dans l'appareillage représenté dans la figure 2 à une vitesse correspondant à la durée de l'essai imposée dans la spécification particulière.

La valeur de la masse W appliquée à la roue ou poulie libre B doit être celle indiquée dans la spécification particulière.

6.4.3 Prescription

Après l'essai, la fibre optique doit être examinée en réflectométrie temporelle, ou par un autre moyen, pour détecter les fractures. La fibre doit être exempte de fractures.

6.3 General test procedures

6.3.1 The proof test shall be in accordance with one of the following methods:

- a) constant stress;
- b) constant longitudinal strain;
- c) constant bending strain.

6.3.2 The tests at constant stress and constant longitudinal strain are appropriate for fibre with protective coatings and buffers of elastic modulus and thickness adequate to withstand the longitudinal and radial forces imposed, and to protect the surface of the fibre from deleterious radial stresses. Where primary coatings and buffers are not adequate to withstand these forces, the test at constant bending strain may be appropriate.

6.3.3 The proof test level shall be that experienced by the optical fibre after correction has been made for the presence of any protective coatings and buffers.

6.3.4 Tension variations in fibre pay-out and take-up shall be isolated from the proof test region of the apparatus.

6.3.5 The speed of the fibre through the apparatus and the apparatus geometry shall be such that the proof test is applied for the time required in the detail specification.

6.4 Constant stress proof test

6.4.1 Apparatus

The constant stress proof test apparatus shall be generally in accordance with figure 2. A and C are driven wheels or pulleys, and B is the free running wheel or pulley coplanar with the other two, which has free spatial movement restricted to a vertical line through its axis. A weight W applied to B provides the stress-related tension T . It is an essential requirement that the coefficient of static friction between the optical fibre and wheels A, B and C shall be high, and means may be provided, such as pressure belts, to ensure that slippage is minimized. One of the wheels shall be driven at constant angular velocity, and means shall be provided to maintain a constant vertical position for wheel B by varying the angular velocity of wheel C. The feed tension T_i shall not exceed 10 % of the test tension T . The diameter of the wheels shall be such that the stress due to bending at any point of the optically transmitting element shall not exceed 10 % of the test value.

6.4.2 Procedure

The optical fibre shall pass through the apparatus as shown in figure 2 at a velocity corresponding to the proof test time required in the detail specification.

The mass of the weight W applied to the free running wheel or pulley B shall be stated in the detail specification.

6.4.3 Requirement

After the test, the optical fibre shall be examined for breaks using an optical time domain reflectometer or other means. The fibre shall exhibit no breaks.

6.5 Essai de sélection sous effort longitudinal constant

6.5.1 Appareillage

L'appareillage d'essai de sélection sous effort constant doit en général être conforme à la figure 3; les roues ou poulies A et B sont agencées pour tourner avec une différence des vitesses périphériques égale à l'effort à appliquer.

La différence de vitesse peut être obtenue à l'aide de roues de même diamètre nominal, mais dont les vitesses de rotation angulaire présentent une différence correspondant au niveau d'effort nécessaire, ou à l'aide de roues tournant à la même vitesse angulaire, et dont le rapport des diamètres est choisi en fonction de l'effort à appliquer. Le coefficient de friction statique entre la fibre et les roues doit être élevé afin de minimiser les glissements et une courroie ou un autre dispositif peuvent être appliqués pour augmenter la pression. La valeur de la tension d'alimentation T_i de la fibre dans l'appareillage ne doit pas excéder 10 % de la valeur de la tension de l'essai. Les diamètres des roues doivent être déterminés afin que la contrainte due à la courbure n'excède pas 10 % de la valeur de la tension d'essai en chaque point du conducteur optique.

6.5.2 Procédure

L'effort appliqué doit être amené à la valeur indiquée dans la spécification particulière, soit en ajustant les vitesses de rotation de chaque roue pour donner l'écart voulu, soit en utilisant des roues de différence de diamètre voulue.

La fibre optique doit défiler dans l'appareillage d'essai de sélection sous l'effort longitudinal constant à une vitesse correspondant à la durée de l'essai prévue dans la spécification particulière.

6.5.3 Prescription

Après l'essai, la fibre optique doit être examinée en réflectométrie temporelle, ou par tout autre moyen, pour détecter les fractures. La fibre doit être exempte de fractures.

6.6 Essai de sélection sous effort de courbure constant

6.6.1 Appareillage

L'appareillage d'essai sous effort de courbure constant doit en général être conforme à la figure 4. A, B et C sont trois roulements qui peuvent tourner librement sur trois axes parallèles. La fibre est placée autour des trois roulements avec une tension suffisante et compatible avec la géométrie des roulements. Les diamètres des roulements sont choisis afin que l'effort maximum induit par courbure à la surface de la fibre soit égal à l'effort recherché en prenant en compte l'épaisseur des revêtements ou couches protecteurs.

Afin d'assurer un effort maximal aussi constant que possible sur toute la surface de la fibre, un certain nombre d'ensembles de roulements sont utilisés, positionnés de manière à faire un certain angle avec le premier.

A titre d'exemple, on pourra utiliser quatre ensembles de roulements à 45° les uns des autres (figure 5).

Les systèmes dérouleur et enrouleur de la fibre sont disposés de façon à éliminer la torsion de la fibre au passage dans l'appareillage.

6.5 Constant longitudinal strain proof test

6.5.1 Apparatus

The constant strain proof test apparatus shall be generally in accordance with figure 3; A and B are wheels or pulleys which are arranged to rotate with a peripheral velocity difference equal to the required strain.

The velocity difference may be achieved by arranging that the wheels have the same nominal diameter but rotate with an angular velocity difference corresponding with the required strain level, or that the diameters of the wheels are in a fixed ratio corresponding with the required strain level, but the wheels are coupled to rotate at the same angular velocity. The coefficient of static friction between the optical fibre and the wheels shall be high to minimize slippage, and pressure belts or similar devices may be used. The strain corresponding to the feed tension T_i shall not exceed 10 % of the test value. The diameter of the wheels shall be such that the strain due to bending at any point of the optically transmitting element shall not exceed 10 % of the test value.

6.5.2 Procedure

The strain applied shall be set to the value stated in the detail specification, either by adjusting the speed controls to the wheels to give the required rotational difference, or by fitting wheels with the required diameter difference.

The optical fibre shall be passed through the constant strain proof test apparatus at a velocity corresponding to the test time stated in the detail specification.

6.5.3 Requirement

After the test the optical fibre shall be examined for breaks, using an optical time domain reflectometer or other means. The fibre shall exhibit no breaks.

6.6 Constant bending strain proof test

6.6.1 Apparatus

The constant bending strain test apparatus shall be generally in accordance with figure 4. A, B and C are three rollers that are free to rotate around parallel axes. The fibre is drawn along a path in which it is bent over the freely rotating rollers under sufficient tension that it conforms with the roller geometry. The roller diameters are chosen so that the maximum strain induced by bending in the surface of the fibre is equal to the required strain, after allowing for the thickness of any protective coatings or buffers.

In order to ensure a near constant maximum strain to all parts of the fibre surface a number of sets of rollers are used arranged at angles to the first.

Typically four sets of rollers at 45° to each other may be used (figure 5).

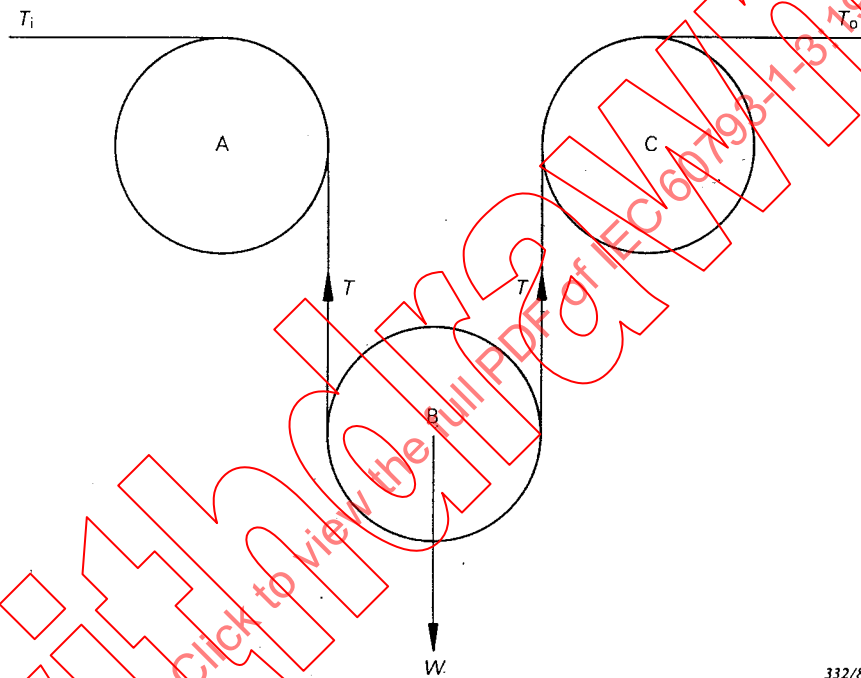
The fibre pay-out and take-up arrangements are arranged to avoid twisting of the fibre as it passes through the machine.

6.6.2 Procédure

L'effort indiqué dans la spécification particulière doit être obtenu par le choix des diamètres des roulements. La fibre optique doit défiler dans l'appareillage d'essai de sélection sous l'effort de courbure constant à une vitesse déterminée par la durée de l'essai indiquée dans la spécification particulière.

6.6.3 Prescription

Après l'essai, la fibre optique doit être examinée en réflectométrie temporelle, ou par tout autre moyen, pour détecter les fractures. La fibre doit être exempte de fractures.



332/87

Figure 2 – Appareillage d'essai de sélection sous contrainte constante

6.6.2 Procedure

The strain shall be set to the value stated in the detail specification by the choice of roller diameter. The optical fibre shall be passed through the constant strain test apparatus at a velocity corresponding to the test time stated in the detail specification.

6.6.3 Requirement

After the test optical fibre shall be examined for breaks, using an optical time reflectometer or other means. The fibre shall exhibit no breaks.

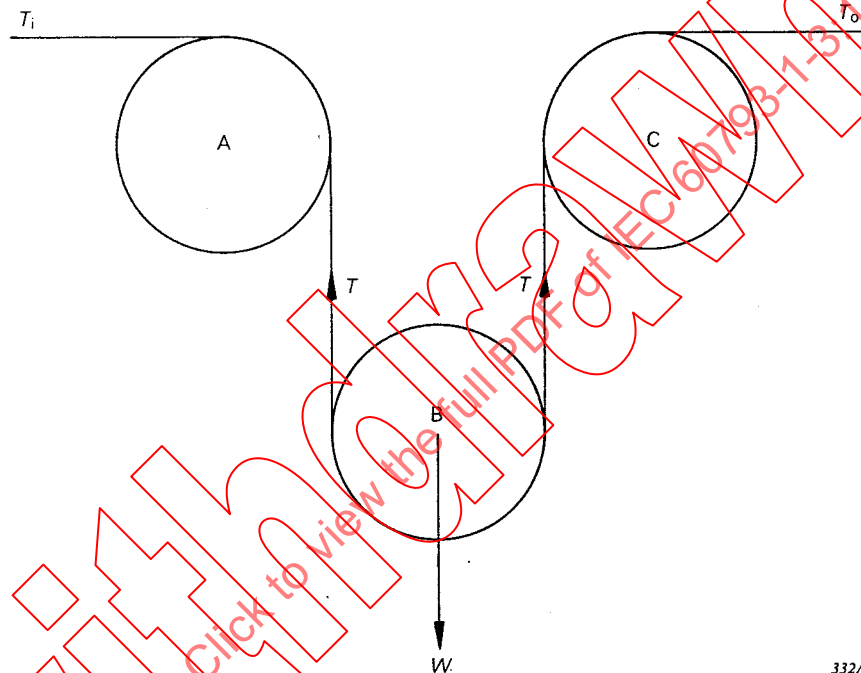


Figure 2 – Constant stress proof test apparatus

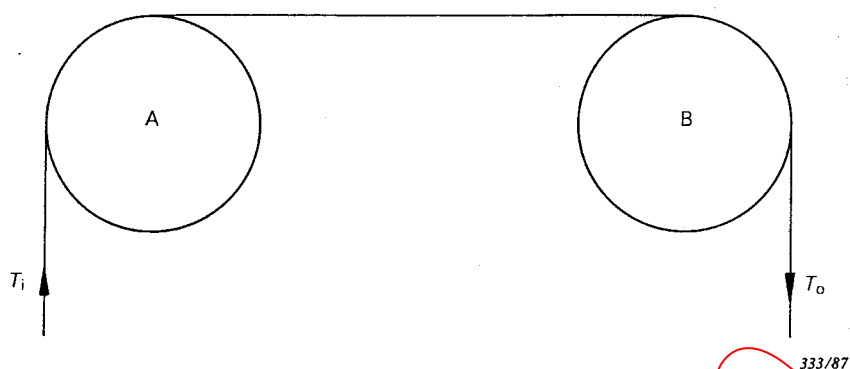


Figure 3 – Appareillage d'essai de sélection sous effort longitudinal constant

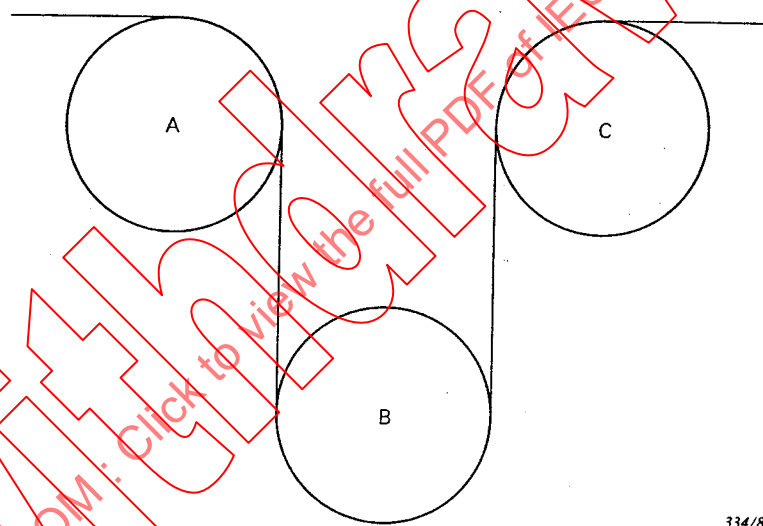


Figure 4 – Appareillage d'essai sous effort de courbure constant

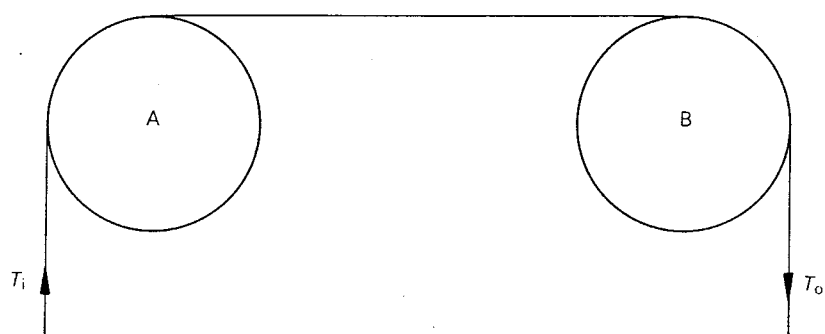


Figure 3 – Constant strain proof test apparatus

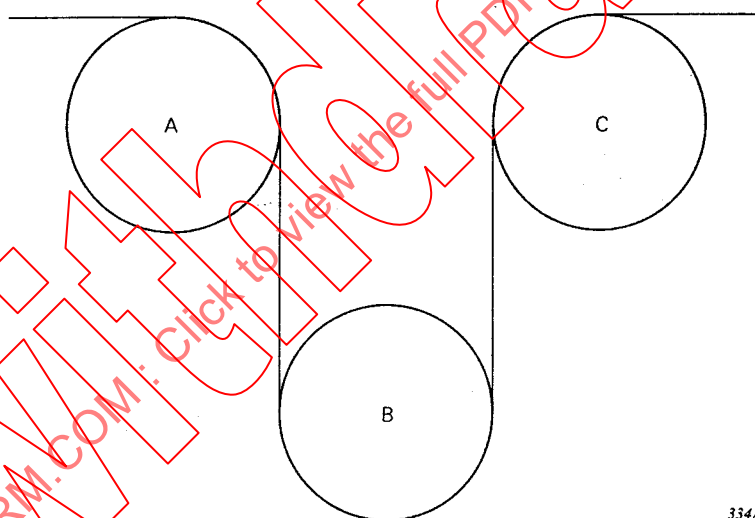


Figure 4 – Constant bending strain test apparatus

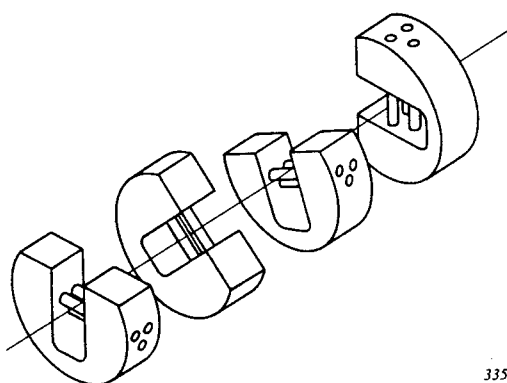


Figure 5 – Suite de roulements

7 Méthode CEI 793-1-B2A – Résistance à la traction de courtes longueurs de fibres optiques

7.1 Objet

L'essai donne des valeurs de charge à la rupture de courtes longueurs de fibres optiques. La distribution de ces valeurs de charge à la rupture pour une fibre donnée dépend étroitement de la longueur des échantillons, de la vitesse d'application de la force et des conditions d'environnement. Cet essai s'applique au contrôle de recette lorsque des données statistiques sur la résistance des fibres sont demandées. Il convient que les résultats soient présentés sous forme d'une distribution statistique de contrôle de qualité. Habituellement, l'essai est réalisé après un conditionnement en température et humidité de l'échantillon. Dans certains cas, la mesure des valeurs à température et humidité ambiantes est suffisante.

7.2 Préparation des échantillons

Les échantillons d'une longueur à essayer allant jusqu'à 1 m doivent être préparés.

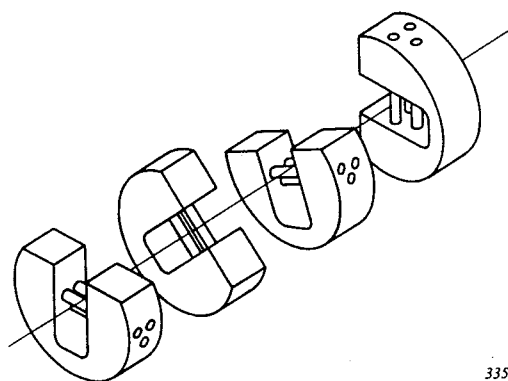
7.3 Appareillage

On doit utiliser une machine de traction appropriée, munie de dispositifs d'accrochage de l'échantillon ne créant pas de dommages et évitant le glissement. La vitesse de traction par minute aura une valeur de l'ordre de 3 % à 5% de la longueur de l'échantillon.

NOTE – La machine de traction peut être à axe vertical ou horizontal. Le dispositif d'accrochage des fibres peut être réalisé au moyen de tambours de blocage ou par d'autres moyens appropriés.

7.4 Conditionnement (optionnel, voir spécification particulière)

Si imposé, les échantillons peuvent être conditionnés dans un bain d'eau à une température de 20 °C ou dans une chambre climatique (avec, par exemple, une température contrôlée de 23 °C et une humidité relative de 95 %). Le temps de conditionnement ne doit pas être en principe inférieur à 24 h.



335/87

Figure 5 – Multiple rollers

7 Method IEC 793-1-B2A – Tensile strength for short lengths of optical fibres

7.1 Object

The test will give values of the tensile strength of short lengths of optical fibre. The distribution of the tensile strength values of a given fibre strongly depends on the sample length, loading velocity and environmental conditions. The test shall be for inspection where statistical data on fibre strength is required. The results should be reported by means of statistical quality control distribution. Normally the test is carried out after temperature and humidity conditioning of the sample. In some cases, it may be sufficient to measure the values at ambient temperature and humidity conditions.

7.2 Sample preparation

Samples shall be prepared such that the length under test will be up to 1 m.

7.3 Apparatus

A suitable tensile machine shall be used with clamping devices which avoid damaging and slipping of the sample. The pulling speed should be about 3 % to 5 % of the sample length per minute.

NOTE – The tensile machine may have a vertical or a horizontal pulling direction. The fibre clamping can be achieved by means of chuck drums or other suitable means.

7.4 Conditioning (if required, see detail specification)

If required the samples can be conditioned in a bath of tap water with a temperature of 20 °C or in a climate chamber (with for example a controlled temperature 23 °C and a relative humidity of 95 %). The conditioning time should be not less than 24 h.

7.5 Procédure

Essai A (sans conditionnement)

L'échantillon doit être placé dans une machine de traction de telle manière que la longueur libre entre les mâchoires puisse aller jusqu'à 1 m. La vitesse de traction est donnée par la spécification particulière.

Essai B (avec conditionnement)

L'essai doit débuter dans les 5 min qui suivent la sortie de l'échantillon du dispositif de conditionnement, en suivant la même procédure que pour l'essai A.

7.6 Résultats

Les renseignements suivants doivent être fournis:

- longueur contrôlée (c'est à dire distance entre les dispositifs d'accrochage);
- type de fixation;
- vitesse de traction;
- humidité relative et température ambiante;
- identification de la fibre;
- longueur des échantillons;
- valeur de la charge à la rupture. La valeur de la charge pour laquelle la fibre se casse doit être donnée comme charge à la rupture de la fibre;
- à titre de référence, la graphique de qualité pour une même catégorie de fibre pourra être donné, par exemple, sous forme d'une distribution de Weibull. Le degré de confiance de la courbe de distribution dépend de la longueur totale de fibre essayée ainsi que de la longueur des échantillons.

NOTE – En cas de fracture près des mâchoires (par exemple 10 mm à 15 mm), la valeur ne devra pas être prise en compte dans la distribution statistique de contrôle de qualité, mais être notée séparément.

8 Méthode CEI 793-1-B2B – Résistance à la traction pour de grandes longueurs de fibres optiques

A l'étude.

9 Méthode CEI 793-1-B4 – Abrasion

A l'étude.

10 Méthode CEI 793-1-B5 – Examen visuel

A l'étude.

7.5 Procedure

Test A (without conditioning):

The sample shall be placed in a tensile machine in such a way, that the free length between the jaws is up to 1 m. The speed is given in the fibre detail specification.

Test B (with conditioning):

The test shall be started within 5 min after removing the sample from the conditioning device under the same procedure as described in the test A.

7.6 Results

The following data shall be presented:

- gauge length (that is distance between clamping devices).
- type of clamping fixtures;
- pulling speed;
- relative humidity and ambient temperature;
- fibre identification;
- length of sample;
- strength values. The strain value under which the fibre breaks shall be reported as the strength of fibre;
- as a reference, the quality distribution of the same category should also be reported, for example by means of a Weibull distribution. The relevance of the distribution plot depends upon the total length of fibre tested as well as the lengths of the test samples.

NOTE – In case of fracture near the clamping region (for example 10 mm to 15 mm) the value should not be incorporated in the statistical quality control distribution but should be reported separately.

8 Method IEC 793-1-B2B – Tensile strength for long lengths of optical fibres

Under consideration.

9 Method IEC 793-1-B4 – Abrasion

Under consideration.

10 Method IEC 793-1-B5 – Visual inspection

Under consideration.

11 Méthode CEI 793-1-B6 – Dénudabilité des fibres optiques

11.1 Objet

11.1.1 Le présent essai permet de déterminer quantitativement la force requise pour retirer mécaniquement le revêtement de protection des fibres optiques le long de leur axe longitudinal. Cet essai ne consiste ni en un moyen destiné à maximaliser la résistance de la fibre après retrait du revêtement de protection, ni à spécifier les meilleures conditions pour le dénudage, sur site, de fibres optiques.

11.1.2 Le but principal de cet essai est d'éprouver des fibres dès leur production par un fabricant de fibres, ou ultérieurement revêtues (gaine serrée) au moyen de divers polymères. L'essai peut être effectué soit sur des fibres en l'état de production, soit après exposition à divers environnements.

11.1.3 Le présent essai s'applique aux fibres A1, A2, A3 et B.

11.2 Appareillage

11.2.1 Matériel d'essai de traction

Il est nécessaire d'utiliser un dispositif approprié, par exemple un appareillage d'essai de traction vertical, qui assure un mouvement relatif entre la fibre en essai et un outil de dénudage.

Ce dispositif doit être capable d'imprimer un mouvement constant, sans secousses, à la fibre soumise à l'essai, ou bien à l'outil de dénudage. La vitesse du mouvement doit être conforme aux prescriptions de 11.4.2 ci-après.

Le dispositif doit être capable d'assurer un mouvement relatif dans deux directions pour permettre le retour à zéro. Des moyens adaptés doivent être prévus d'une part pour fixer les lames de l'outil de dénudage et pour les maintenir dans une position perpendiculaire à l'axe de la fibre ou dans une position qui empêche la flexion de la fibre, et d'autre part pour fixer une extrémité de la fibre en essai. Pour éviter la rupture de la fibre, les moyens utilisés pour immobiliser l'extrémité de la fibre au point de fixation ne doivent pas soumettre la fibre à des contraintes excessives.

La figure 7 illustre des exemples de montages d'essai.

11.2.2 Cellule dynamométrique

Utiliser tout dispositif approprié, capable de mesurer la force appliquée à la fibre pendant le retrait du revêtement de la fibre.

11.2.3 Amplificateur du transducteur

Ce dispositif reçoit les signaux en provenance de la cellule dynamométrique et indique la force de traction exercée sur la fibre en essai, jusqu'au point où le revêtement est enlevé. Le système d'affichage doit être continu, comme par exemple un enregistreur à papier déroulant, et doit fournir des informations suffisantes pour calculer les forces maximales et moyennes ainsi que l'amplitude et les fréquences de toute oscillation de la force pendant le dénudage.

La précision de la mesure de la force doit être conforme aux prescriptions de la spécification particulière.

11 Method IEC 793-1-B6 – Strippability

11.1 Object

11.1.1 This test quantifies the force required to mechanically remove the protective coating from optical fibres along their longitudinal axis. This test is not intended as a means to maximise fibre strength after the coating is removed nor is it intended to specify the best conditions for field stripping of optical fibres.

11.1.2 This test is intended primarily for testing either fibres as produced by a fibre manufacturer or subsequently overcoated (tight buffered) using various polymers. The test can be performed either on fibres as produced or after exposure to various environments.

11.1.3 This test applies to A1, A2, A3 and B fibres.

11.2 Apparatus

11.2.1 Tensile equipment

A suitable device, for example a vertical tensile tester, shall be used which provides relative motion between the test fibre and a stripping tool.

It shall be capable of imparting constant motion, without jerking, to the fibre under test, or alternatively to the stripping tool. The movement shall be at the rate given in 11.4.2 hereafter.

The device shall be capable of providing relative motion in two directions to allow resetting. Suitable means shall be included for clamping and maintaining the stripping tool blades perpendicular to the fibre axis or in a position which prevents fibre bending, and for securing one end of the test fibre. To prevent fibre breakage, the means used to secure the fibre at the clamping point shall not stress the fibre excessively.

Examples of test arrangements are shown in figure 7.

11.2.2 Load cell

Use any appropriate device which is capable of sensing the force imparted to the fibre during the removal of the fibre coating.

11.2.3 Transducer amplifier

This device receives signals from the load cell and indicates the tensile force on the test fibre up to the point when the coating is stripped off. The read-out shall be continuous, such as a strip chart recorder, and shall provide sufficient information to calculate the maximum and average forces and the amplitude and frequencies of any oscillations in the force during stripping.

The accuracy of the force measurement shall be as specified in the detail specification.

11.2.4 *Outil de dénudage*

11.2.4.1 Etant donné que les résultats obtenus à partir de cet essai dépendent dans une large mesure de la conception de l'outil utilisé, il est important de suivre les directives suivantes concernant la conception de l'outil:

- a) Sauf indication contraire dans la spécification particulière, le diamètre du trou dans les lames de l'outil ou la distance entre les lames doit être supérieur(e) au diamètre nominal de la gaine de la fibre à dénuder afin de ne pas endommager la surface de la gaine. Un exemple pratique est un trou ou une distance entre les lames qui est 50 μm plus grande que le diamètre de la gaine.
- b) Les lames de l'outil de dénudage doivent être construites de manière à ne pas entraîner une flexion de la fibre. Les outils dont les lames se joignent en bout dans le même plan sont recommandés pour cet essai.

11.2.4.2 L'outil de dénudage doit être installé sur l'appareillage d'essai et maintenu fermé autour de la fibre à l'aide d'attaches adaptées.

11.2.4.3 Les outils de dénudage doivent être remplacés à des intervalles spécifiés dans un programme de qualité détaillé ou lorsque l'usure est suffisante pour fausser les résultats des essais.

NOTE – L'usure de l'outil peut affecter partiellement ou totalement la rupture de la fibre, la quantité de résidu laissé sur la surface en verre, la manière dont le revêtement est retiré de la fibre, ainsi que la force requise pour retirer ces revêtements.

11.2.5 *Guide fibre*

La longueur de fibre qui dépasse la lame de l'outil doit être maintenue dans une position rectiligne à l'aide d'un guide adapté (pouvant faire partie de l'outil de dénudage lui-même) qui satisfait aux exigences suivantes:

- a) Le guide doit supporter la fibre pour éviter une flèche due au poids de la fibre.
- b) Le guide doit empêcher la flexion de la fibre due à la déformation du revêtement de la fibre au fur et à mesure qu'il est retiré.
- c) Le guide doit être placé aussi près que possible de l'outil de dénudage, sans pour autant gêner l'opération de dénudage.
- d) Le guide doit permettre une insertion facile dans le montage d'essai, ainsi qu'un nettoyage aisé; il ne doit pas gêner la déformation éventuelle du revêtement.

11.3 *Préparation des échantillons*

11.3.1 *Echantillons représentatifs*

L'échantillon doit être représentatif de la population de fibres soumise à l'essai. En raison de la variabilité de l'essai, il est nécessaire d'essayer un nombre minimal de 10 éprouvettes d'essai et d'établir une moyenne permettant d'obtenir un résultat valable pour un échantillon donné.

11.3.2 *Longueur de l'échantillon*

La longueur de fibre dénudée est susceptible d'influer sur la force de dénudage. Cependant, pour des fibres dont le revêtement présente un diamètre nominal de 250 μm , la longueur de fibre dénudée exerce un effet minimal sur la force de dénudage. La longueur de fibre dénudée doit être indiquée dans la spécification particulière (pour les fibres dont le revêtement présente un diamètre nominal de 250 μm , les valeurs préférentielles sont 20 mm, 30 mm et 50 mm. Pour des revêtements présentant des diamètres plus importants, des longueurs de dénudage plus courtes sont préférées).

11.2.4 *Stripping tool*

11.2.4.1 Because the results from this test are strongly dependent upon the design of the tool used, it is important that the following tool design guidelines be observed:

a) Unless otherwise specified in the detail specification, the diameter of the hole in the tool blades or the distance between the blades shall be greater than the nominal cladding diameter of the fibre to be stripped in order not to damage the cladding surface. A practical example is a hole or distance between the blades which is 50 µm larger than the nominal cladding diameter.

b) The stripping tool blades shall be constructed such that the blades do not cause fibre bending. Stripping tools in which the blades butt together in the same plane are preferred in this test.

11.2.4.2 The stripping tool shall be mounted on the test fixture and held closed around the fibre using suitable clamps.

11.2.4.3 Stripping tools shall be replaced at intervals as dictated by a documented quality schedule or whenever wear is sufficient to affect the test results.

NOTE – Tool wear can affect any or all of the following: fibre breakage, the amount of residue left on the glass surface, the way in which the coating is removed from the fibre, and the force required to remove the coatings.

11.2.5 *Fibre guide*

The fibre which extends past the stripping tool blade shall be held straight by use of a suitable guide (which may be designed into the stripping tool itself) which meets the following requirements:

- a) The guide shall support the fibre to prevent sagging due to the weight of the fibre.
- b) The guide shall prevent bending of the fibre caused by buckling of the fibre coating as it is removed.
- c) The guide shall be located as close to the stripping tool as possible without interfering with the stripping operation.
- d) The guide shall allow for easy insertion into the test set-up and for easy cleaning, and shall provide freedom from interference if the coating buckles.

11.3 *Sample preparation*

11.3.1 *Representative samples*

The sample shall be representative of the population of fibres under evaluation. Because of the test variability, a minimum of 10 test pieces shall be tested and averaged to obtain one result for a particular sample.

11.3.2 *Sample length*

The length of fibre stripped can affect the strip force. However for 250 µm nominal coating diameter fibres, the length of fibre stripped has a minimal effect on the strip force. The length of fibre stripped shall be specified in the detail specification (for 250 µm nominal coating diameter fibres, preferred values are 20 mm, 30 mm or 50 mm. For larger coating diameter, shorter stripping lengths are preferred).

La longueur totale de l'échantillon est déterminée par la distance entre l'extrémité fixe de la fibre et l'outil de dénudage, la longueur de fibre spécifiée pour dépasser l'outil de dénudage (se reporter à la figure 6) et la longueur de fibre requise pour sa fixation à l'appareillage d'essai. Les résultats de l'essai dépendent, en partie, de la longueur de fibre qui s'étend au-delà de l'outil de dénudage. Les résultats ne dépendent pas de la longueur totale des échantillons.

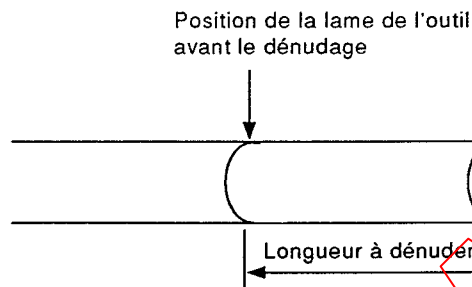


Figure 6

11.4 Procédure

11.4.1 Introduction

Cette procédure implique (a) la rupture du revêtement à la distance prescrite par rapport à l'extrémité de la fibre, et (b) le retrait du revêtement de la fibre, tout en mesurant la force nécessaire pour retirer le revêtement.

11.4.2 Vitesse de dénudage

La force requise pour retirer les revêtements de la fibre, dépend, en partie, de la vitesse de dénudage. Si on veut comparer les résultats de différents essais, il est nécessaire d'utiliser la même vitesse de dénudage. Le matériel d'essai doit être réglé de manière à imprimer un mouvement relatif entre la fibre et l'outil de dénudage, à la vitesse indiquée dans la spécification particulière (une vitesse de dénudage de 100 mm/min ou 500 mm/min est préférée pour une fibre dont le revêtement présente un diamètre nominal de 250 μm . Pour des diamètres de revêtements plus importants, une vitesse de dénudage de 100 mm/min est préférée).

11.4.3 Préconditionnement

Sauf indication contraire, les échantillons en essai doivent être preconditionnés pendant une durée minimale de 24 h à une température de $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ pour une humidité relative de 30 % à 60 %.

11.4.4 Etalonnage de l'amplificateur du transducteur

Le transducteur et la cellule dynamométrique doivent être étalonnés avant chaque série d'essais ou conformément à un programme d'étalonnage précis.

Total sample length is determined by the distance between the secured fibre end and the stripping tool, the length of fibre specified to extend past the stripping tool (see figure 6), and the length of fibre required to secure it to the test fixture. Test results depend, in part, on the length of the fibre extending past the stripping tool. Results are not dependent upon total sample length.

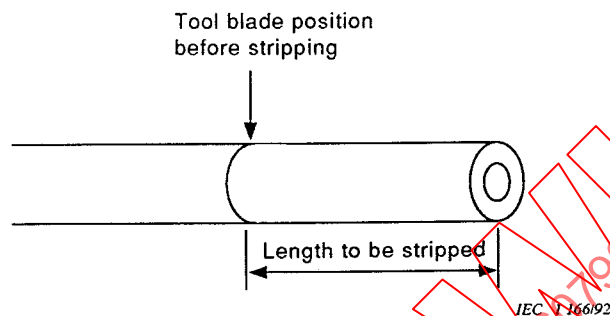


Figure 6

11.4 Procedure

11.4.1 Introduction

This procedure involves (a) severing the coating at the prescribed distance from the end of the fibre, and (b) then removing the coating from the fibre while measuring the force required to accomplish this removal.

11.4.2 Stripping rate

The force required to remove coatings from fibre is dependent, in part, on the stripping rate. If results of different tests are to be comparable, the same stripping rate shall be used. The test equipment shall be set so as to impart a relative motion between the fibre and the stripping tool at the rate specified in the detail specification (a preferred value for 250 μm nominal coating diameter fibre is 100 mm/min or 500 mm/min; for larger coating diameters, 100 mm/min is preferred).

11.4.3 Preconditioning

Unless otherwise specified, the test samples shall be preconditioned for a minimum of 24 h at $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ and 30 % to 60 % relative humidity.

11.4.4 Calibrating the transducer amplifier

The transducer and load cell shall be calibrated before each series of tests or as dictated by a documented calibration schedule.

11.4.5 Mise en place de l'échantillon en essai

Avant de mettre en place la fibre, il est nécessaire de s'assurer que la zone entourant les deux lames de l'outil de dénudage est exempte de débris et/ou de dépôts résultant d'une utilisation antérieure.

Une extrémité de la fibre en essai doit être fixée à l'appareillage d'essai de sorte qu'elle ne glisse pas sous la charge (par exemple l'extrémité de la fibre est enroulée trois fois autour d'un cabestan de 80 mm de diamètre). L'autre extrémité est enfilée dans l'outil de dénudage et introduite dans le guide/support de fibre.

11.4.6 Retrait du revêtement

11.4.6.1 Mettre l'appareillage d'essai en marche afin d'assurer un mouvement relatif constant entre la fibre et l'outil de dénudage.

11.4.6.2 Observer et enregistrer la force requise pour retirer le revêtement de la fibre de verre. Ne pas tenir compte des résultats relatifs aux fibres qui se brisent pendant l'essai.

11.4.6.3 L'essai est terminé lorsque le revêtement a été entièrement retiré de la fibre.

NOTE – Tout résidu de revêtement visible à l'œil nu doit pouvoir être facilement éliminé en essuyant doucement la fibre avec un chiffon de laboratoire.

11.5 Résultats

Chaque essai doit être accompagné des renseignements suivants:

- la date d'essai;
- l'identification de la fibre soumise à l'essai, y compris le diamètre extérieur du revêtement et le type de matériau constituant le revêtement;
- l'identification du type d'outil de dénudage utilisé, y compris le nom du fabricant et le diamètre nominal du trou de la lame;
- la vitesse de dénudage;
- la longueur de revêtement retirée;
- les résultats d'essai, y compris:
 - a) le nombre de fibres qui ne se sont ni brisées, ni détériorées pendant l'essai;
 - b) la moyenne des résultats obtenus sur un nombre minimal de 10 éprouvettes pour la valeur moyenne de la force de dénudage, sans tenir compte du premier pic;
 - c) l'écart type ou l'étendue de la population de l'échantillon;
 - d) le nombre de fibres essayées qui ont été brisées ou endommagées avant le retrait total du revêtement;
 - e) les conditions ambiantes relatives au préconditionnement et celles qui prévalent pendant l'essai, y compris la température et l'humidité relative;
 - f) il convient de signaler si le résidu de revêtement n'est pas facilement éliminé, conformément aux prescriptions de 11.4.6.3.

11.4.5 *Loading the test sample*

The area around both blades of the stripping tool shall be free of debris and/or build-up from any previous use before loading the fibre.

One end of the test fibre shall be secured to the test fixture so that it will not slip under load (e.g. three turns of fibre around an 80 mm diameter capstan). The other end is threaded through the stripping tool and inserted through the fibre guide/support.

11.4.6 *Stripping the coating*

11.4.6.1 Start the test apparatus to provide a constant relative motion between the fibre and the stripping tool.

11.4.6.2 Observe and record the force required to remove the coating from the glass fibre. Exclude data from fibres which break during the test.

11.4.6.3 The test is complete when the coating has been completely removed from the fibre.

NOTE – Any remaining coating residue visible to the naked eye shall be easily removable by gently wiping the fibre with a laboratory tissue.

11.5 *Results*

The following information shall be reported with each test:

- test date;
- identification of the fibre tested including coating outer diameter and coating material type;
- identification of type of stripping tool used including manufacturer and nominal blade hole size;
- the strip rate;
- length of coating stripped;
- test results including:
 - a) Number of unbroken or undamaged fibres tested;
 - b) Average of results obtained on 10 or more test pieces for the mean stripping force, excluding the first peak;
 - c) Standard deviation or range of the sample population;
 - d) Number of fibres tested which broke or were damaged before completely removing the coating;
 - e) Environmental conditions for preconditioning and during the test including temperature and relative humidity;
 - f) If the coating residue is not readily removable per 11.4.6.3, report so.

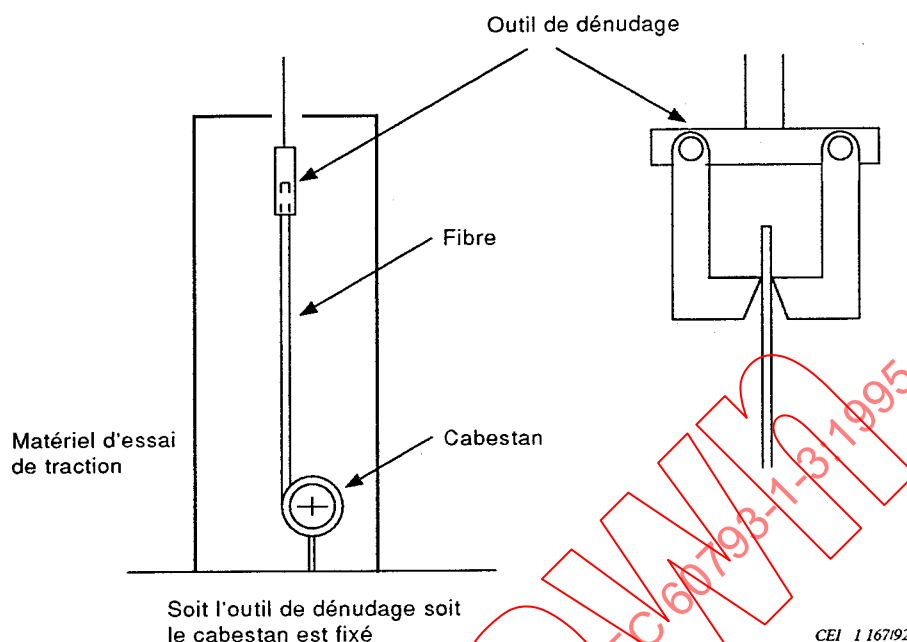


Figure 7

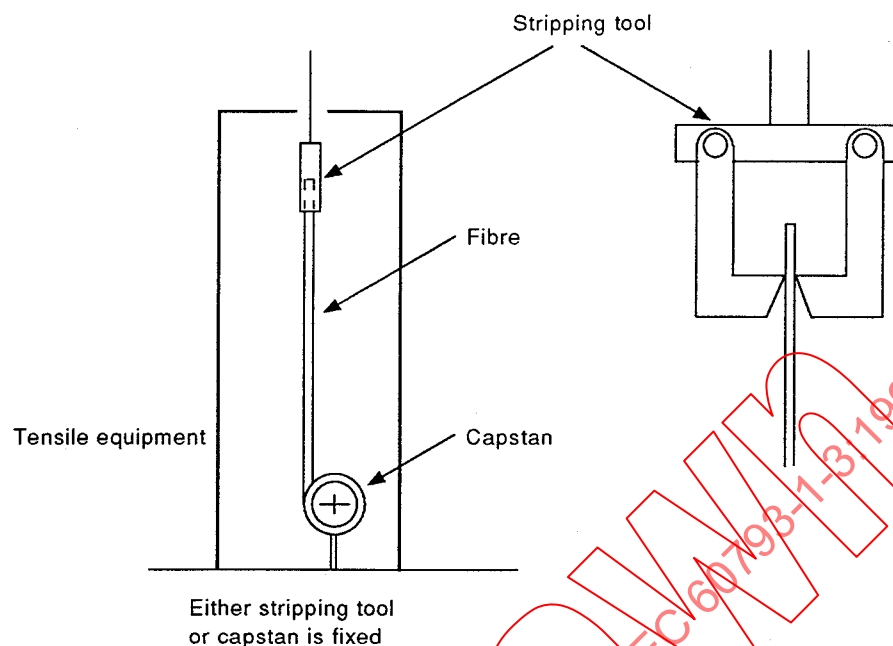
12 Détermination du paramètre de résistance à la corrosion sous contrainte – Introduction

Les articles qui suivent contiennent les descriptions relatives aux cinq principales méthodes d'essai concernant la détermination du paramètre de résistance à la corrosion sous contrainte. Dans la pratique, on utilise des essais de fatigue dynamique et de fatigue statique.

Il convient que tout essai mécanique de fibre détermine les caractéristiques de contrainte à la rupture et les propriétés de fatigue dans des conditions qui représentent autant que possible l'application pratique. Une gamme des méthodes d'essai appropriées est disponible:

- 1 Fatigue dynamique sous tension
- 2 Fatigue dynamique sous flexion en deux points
- 3 Fatigue statique sous tension
- 4 Fatigue statique sous flexion en deux points
- 5 Fatigue statique sous courbure uniforme

Ces méthodes conviennent aux fibres multimodales de type A1, A2 et A3 et aux fibres unimodales de type B1. Toutes les méthodes d'essai indiquées ci-dessus doivent être réalisées dans des conditions d'environnement constantes. Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, la valeur nominale de la température doit être dans la plage de 20 °C à 23 °C avec une tolérance de ± 2 °C pour la durée de l'essai. Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, la valeur nominale de l'humidité relative (HR) doit être dans la plage de 40 % à 60 % avec une tolérance de ± 5 % pour la durée de l'essai. Pour certaines interprétations, il est recommandé de se conformer plus étroitement à la valeur préférentielle. La valeur nominale préférentielle est de 50 %.



IEC 1167/92

Figure 7

12 Determination of stress corrosion susceptibility parameters – Introduction

The following clauses contain descriptions of the five main test methods concerning the determination of stress corrosion susceptibility parameters. In practice, both dynamic fatigue and static fatigue tests are used.

Any fibre mechanical test should determine fracture stress and fatigue properties under conditions that model the practical application as close as possible. A range of appropriate test methods are available:

- 1 Dynamic fatigue by tension
- 2 Dynamic fatigue by two-point bending
- 3 Static fatigue by tension
- 4 Static fatigue by two-point bending
- 5 Static fatigue by uniform bending

These methods are appropriate for types A1, A2 and A3 multimode and B1 single-mode fibres. All of the test methods stated above shall be carried out at constant environmental conditions. Unless otherwise specified in the detail specification, the nominal value of temperature shall be in the range of 20 °C to 23 °C with a tolerance of ± 2 °C for the duration of the test. Unless otherwise specified in the detail specification, the nominal value of relative humidity (RH) shall be in the range of 40 % to 60 % with a tolerance of ± 5 % for the duration of the test. For certain interpretations, closer adherence to the preferred value is recommended. The preferred nominal value is 50 % RH.

Sauf prescription contraire, toutes les éprouvettes sont préconditionnées dans l'environnement d'essai pendant une période minimale de 12 h.

L'utilisation du paramètre de résistance à la corrosion sous contrainte et de l'essai de sélection pour des estimations de fiabilité est encore à l'étude. Il n'a pas été élaboré de méthode d'extrapolation de ce paramètre dans des environnements de fonctionnement autres que l'environnement par défaut prescrit ci-dessus.

On a observé que la valeur de n fournie par ces essais peut changer après exposition même brève de la fibre à une température élevée ou à l'humidité.

Un guide pour l'utilisation de ces méthodes est donné à l'annexe B.

NOTE – Il est admis que la valeur observée du paramètre de résistance à la corrosion sous contrainte, n , diffère selon les méthodes d'essai de fatigue. Il a été observé que le temps de mesure et le niveau de contrainte appliqué avaient une influence sur les résultats. Il convient de choisir avec soin la méthode d'essai à utiliser. Elle doit être définie conjointement entre l'utilisateur et le fabricant.

Les méthodes d'essai de fatigue statique et dynamique fournissent des résultats comparables si les deux types d'essai sont effectués sur des durées effectives équivalentes. Pour les essais de fatigue dynamique, ceci signifie que la durée des essais doit être $(n+1)$ fois supérieure à celle des essais de fatigue statique.

Lorsque des méthodes d'essai de fatigue statique sont utilisées, il a été observé que pour des durées d'essais plus longues, et par conséquent des niveaux de contraintes appliqués plus faibles, la valeur n augmente. La plage de durée des essais de fatigue statique fournie dans la présente norme représente mieux la situation pratique que celle des essais de fatigue dynamique, qui sont en général réalisés dans des temps relativement courts.

13 Méthode CEI 793-1-B7A – Fatigue dynamique des fibres optiques sous tension axiale

13.1 Objet

La présente méthode détermine le paramètre de fatigue dynamique de fibre optique pour une vitesse de déformation constante et spécifiée.

Cette méthode est destinée à être utilisée uniquement pour les fibres optiques dont la contrainte à la rupture médiane est supérieure à 3100 MPa pour la vitesse de déformation spécifiée la plus élevée. Pour les fibres dont la contrainte à la rupture médiane est inférieure à 3100 MPa, les conditions ci-inclues n'ont pas démontré une précision suffisante (voir 13.4.2).

Cette méthode est destinée à évaluer la tenue des fibres à l'essai de fatigue en faisant varier la vitesse de déformation. Cet essai est applicable aux fibres et aux vitesses de déformation pour lesquelles le tracé du logarithme de la contrainte à la rupture en fonction du logarithme de la vitesse de déformation est linéaire.

13.2 Appareillage

Ce paragraphe décrit les prescriptions principales applicables à l'équipement utilisé pour les essais de contrainte à la rupture dynamique. Plusieurs configurations peuvent satisfaire à ces exigences. Quelques exemples sont présentés aux figures 8, 9 et 10. Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, utiliser une longueur d'essai de 500 mm pour les éprouvettes d'essai.

Unless otherwise specified, precondition all specimens in the test environment for a minimum period of 12 h.

The use of stress corrosion susceptibility (and proof stress) parameters for reliability estimates is still under consideration. A method for extrapolating these to service environments different from the default environment specified above has not been developed.

It has been observed that the value of n produced by these tests can change after even brief exposure of the fibre to elevated temperature and humidity.

A guide for the use of these methods is given in annex B.

NOTE – The observed value of stress corrosion susceptibility parameter, n may differ between fatigue test methods. Influences on the results have been observed concerning the measuring time and the applied stress level. Care should be taken in the choice of test method. This should be agreed between the user and manufacturer.

Static and dynamic fatigue test methods show comparable results if both tests are performed in the same effective measuring time. For dynamic fatigue tests this means a measuring time which is $(n+1)$ times larger than the measuring time of static fatigue tests.

When using static fatigue test methods, it has been observed that for longer measuring times and consequently lower applied stress levels, the n -value increases. The range of measuring times of the static fatigue tests, given in this standard, approaches the practical situation better than that of the dynamic fatigue tests, which in general are performed in relatively short time-frames.

13 Method IEC 793-1-B7A – Dynamic fatigue parameters of optical fibres by axial tension

13.1 Object

This method is designed for determining the dynamic fatigue parameters of optical fibre at specified constant strain rates.

This method is intended to be used only for those optical fibres of which the median fracture stress is greater than 3 100 MPa at the highest specified strain rate. For fibres with median fracture stress less than 3 100 MPa, the conditions herein have not demonstrated sufficient precision (see 13.4.2).

This method is intended to test fatigue behaviour of fibres by varying the strain rate. The test is applicable to fibres and strain rates for which the logarithm of fracture stress versus the logarithm of strain rate behaviour is linear.

13.2 Apparatus

This subclause describes the fundamental requirements of the equipment used for dynamic fracture stress testing. There are many configurations which can meet these requirements. Some examples are presented in figures 8, 9 et 10. Unless otherwise specified in the detail specification, use a gauge length of 500 mm for tensile test specimens.

13.2.1 *Support de l'éprouvette*

La longueur de fibre à soumettre à l'essai doit être maintenue aux deux extrémités et soumise à une tension croissante jusqu'à ce qu'il y ait rupture de la fibre dans sa longueur utile. Il convient d'éviter les ruptures de la fibre au niveau des pinces.

Toute rupture au niveau de la pince doit être notée mais ne doit pas être prise en compte comme une partie de l'échantillon ou utilisée dans les calculs ultérieurs.

Un cabestan éventuellement recouvert d'une gaine élastomère est utilisé pour maintenir la fibre (voir figure 8). Une portion de la fibre qui ne sera pas soumise à l'essai est enroulée plusieurs fois sur le cabestan et fixée à son extrémité au moyen d'une courroie élastique ou d'un ruban adhésif. La fibre doit être enroulée sans chevauchements. La longueur en essai est la longueur de fibre entre les axes des cabestans de fixation avant la mise en tension.

Les diamètres des cabestans et des poulies doivent être déterminés de façon que la fibre ne soit pas soumise à une contrainte de flexion qui entraîne une rupture de la fibre sur le cabestan. Pour des fibres types à base de silice, les contraintes de flexion ne doivent pas dépasser 175 MPa lorsque la fibre est enroulée comme illustré à la figure 8 ou est appliquée sur une poulie. (Pour une fibre en silice de 125/250 μm – gaine/revêtement – le diamètre minimal du cabestan est alors de 50 mm). La surface du cabestan doit être suffisamment résistante pour que la fibre ne l'entaille pas lorsqu'elle est en pleine charge. Cette condition peut être déterminée par des essais préliminaires.

13.2.2 *Mise en contrainte de la fibre*

La fibre doit être soumise à un allongement, avec une vitesse de déformation donnée, jusqu'à rupture. La vitesse de déformation est exprimée en pourcentage par minute, par rapport à la longueur en essai. Deux exemples de réalisation sont fournis ci-après:

- a) augmenter l'écartement entre les cabestans de fixation en déplaçant l'un ou les deux cabestans à une vitesse donnée, l'écartement initial étant égal à la longueur en essai (figure 8); ou,
- b) tourner un ou les deux cabestans de fixation pour tendre la fibre soumise à l'essai (figures 9 et 10).

La vitesse de déformation est la variation de la longueur, en pourcentage, entre les deux positions, divisée par la durée.

Si la méthode b) est utilisée, il faut s'assurer que la fibre ne s'entrecroise pas pendant l'enroulement sur le cabestan.

Si des fibres sont soumises à l'essai simultanément, chaque fibre doit être protégée des fibres adjacentes de façon que l'effet de coup de fouet au moment de la rupture n'endommage pas les autres fibres soumises à l'essai.

13.2.3 *Mesure de la force à la rupture*

La contrainte de tension au cours de l'essai et au moment de la rupture pour chaque fibre soumise à l'essai doit être mesurée au moyen d'une cellule dynamométrique, étalonnée à 0,5 % (0,005) de la charge de rupture ou de la charge maximale, pour chaque plage de charges de rupture. La cellule dynamométrique doit être étalonnée lorsqu'elle est orientée de la même manière que pour l'essai avec une fibre. Pour la méthode b), une ou plusieurs poulies légères, à faible friction, doivent être utilisées à la place du cabestan non rotatif (figure 9), ou du cabestan rotatif (figure 10), lors de l'étalonnage des cellules dynamométriques au moyen d'un fil et d'un poids d'étalonnage. Le fil, relié à une extrémité du dispositif de mesure de la

13.2.1 *Support of the specimen*

The fibre length to be tested shall be gripped at both ends and subjected to tension until fracture occurs in the gauge length section of the fibre. The fibre fracture at the grip should be minimized.

A break that occurs at the grip shall be recorded but is not to be considered part of the sample or used in subsequent calculations.

A capstan, optionally covered with an elastomeric sheath, is used to grip the fibre (see figure 8). A section of the fibre that will not be tested is wrapped around the capstan several times and secured at the end with, for example, an elastic band or masking tape. The fibre shall be wrapped with no crossovers. The gauge length is the length of fibre between the axes of the gripping capstans before it is stretched.

The capstan and pulley diameter shall be determined such that the fibre shall not be subjected to a bending stress that causes the fibre to break on the capstan. For typical silica based fibres, the bending stresses shall not exceed 175 MPa when the fibre is wrapped as shown in figure 8 or traverses a pulley. (For 125/250 μm – cladding/coating – silica fibre, the minimum capstan diameter is then 50 mm.) The capstan surface shall be tough enough so that the fibre does not cut into it when fully loaded. This condition can be determined by pre-testing.

13.2.2 *Stressing the fibre*

The fibre shall be elongated at a fixed strain rate until it breaks. The rate of elongation is expressed as percentage per minute, relative to the gauge length. Two examples of doing this are:

- a) increase the separation between the gripping capstans by moving one or both of the capstans at a fixed rate of speed, with the starting separation equal to the gauge length (figure 8); or,
- b) rotate one or both of the gripping capstans, to take up the fibre under test (see figures 9 and 10).

The strain rate is the change in length between the two locations, in per cent, divided by the time.

If method b) is used, there shall be provision so that the fibre on the capstan does not cross over itself as it is wrapped.

If fibres are tested simultaneously, each fibre shall be protected from adjacent fibres so that whiplash at fracture does not damage other fibres under test.

13.2.3 *Measuring the force at fracture*

The tensile stress during the test and at fracture for each test fibre shall be measured by a load cell, calibrated to within 0,5 % (0,005) of the fracture or maximum load, for each range of fracture stress. The load cell shall be calibrated while oriented in the same manner as when testing the fibre under load. For method b), a light, low-friction pulley (or pulleys) shall be used in place of the non-rotating capstan (see figure 9), or the rotating capstan (see figure 10), when calibrating load cells with a string and calibration weight. The string, attached at one end to the load measuring device (or its capstan), shall duplicate the direction of an actual test fibre and be of a thickness or diameter comparable to that of a test fibre. A minimum of three calibration

charge (ou au cabestan) doit avoir la même direction qu'une fibre réelle soumise à l'essai et avoir une épaisseur ou un diamètre comparable à celui de la fibre soumise à l'essai. Il est recommandé d'utiliser au moins trois poids d'étalonnage pour l'étalonnage de la cellule dynamométrique qui encadrent la charge de rupture typique ou la charge maximale (50 % au-dessous de la valeur maximale, valeur maximale et 50 % au-dessus de la valeur maximale).

L'enregistrement de la charge de tension maximale au moment de la rupture peut être par exemple réalisé avec un enregistreur. Le temps de réponse doit être suffisant pour rendre compte de la charge de rupture à 1% de la valeur réelle.

NOTE – Les effets du frottement des poulies peuvent donner lieu à des erreurs significatives d'étalonnage de la cellule dynamométrique pour les dispositifs d'essai à cabestan rotatif montés horizontalement.

13.2.4 Réglage de la vitesse de déformation

Le réglage de l'ensemble de commande de la vitesse doit être déterminé par des essais afin de satisfaire aux vitesses de déformation spécifiées. La vitesse de déformation doit être exprimée en pourcentage de la longueur en essai par unité de temps. Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, la vitesse de déformation maximale doit être ≤ 100 %/min. Il convient de choisir la vitesse de déformation maximale réelle en tenant compte des aspects de la méthode d'essai tels que les équipements, les propriétés des matériaux des échantillons, etc. Trois vitesses supplémentaires doivent être utilisées, chacune étant séquentiellement réduite d'une puissance de 10 approximativement par rapport à la valeur maximale.

Il est possible de réduire la durée de l'essai en utilisant une vitesse plus rapide en même temps qu'une charge plus faible. Par exemple, si une vitesse de 0,025 %/min est prescrite, quelques éprouvettes sont soumises au test mais à la vitesse juste supérieure (0,25 %/min) pour établir une plage de charges de rupture. Précharger ensuite à un niveau égal ou inférieur à 80 % de la charge de rupture la plus faible trouvée pour les éprouvettes testées à la vitesse juste supérieure dans l'essai initial.

13.2.5 Calcul de la vitesse de variation de la contrainte

Il est admis que la vitesse de variation de la contrainte varie avec le type de fibre, l'équipement, la tension de rupture, le glissement de la fibre, et la vitesse de déformation. Calculer le taux de tension, $\dot{\sigma}_a$ pour chaque vitesse de déformation utilisée pour le calcul de la fatigue conformément à la formule suivante:

$$\dot{\sigma}_a = \frac{0,2 \times \sigma_f}{t(\sigma_f) - t(0,8 \times \sigma_f)} \quad (1)$$

où

σ_f est la contrainte à la rupture;

$t(\sigma_f)$ est le temps au moment de la rupture;

$t(0,8 \times \sigma_f)$ est le temps de précharge à 80 % de la charge de rupture.

Cette recommandation reste encore à l'étude.

weights are recommended for load cell calibration which bracket the typical fracture or maximum load (50 % below maximum, maximum, and 50 % above maximum).

Recording the maximum tensile load at the time of fracture may be obtained for example by a strip chart recorder. The response time shall be sufficient to report the fracture stress within 1 % of actual.

NOTE – Frictional effects from the pulleys can lead to substantial errors in the load cell calibration of horizontally mounted rotating capstan tester.

13.2.4 Set strain rate

The setting for the speed-control unit shall be determined by trial in order to meet the specified strain rates. The strain rate shall be expressed as a percentage of gauge length per unit time. Unless otherwise specified in the detail specification, the maximum strain rate shall be ≤ 100 %/min. The actual maximum strain rate should be selected taking into account aspects of the test method such as equipment considerations, material properties of the samples, etc. Three additional strain rates shall be used, each reduced sequentially by roughly a power of 10 from the maximum.

It is possible to minimize test duration by using a faster strain rate in conjunction with a reduced load. For example, if a strain rate of 0,025 %/min is specified, test some specimens at the next fastest rate (0,25 %/min) to establish a range of fracture stress. Then preload to a level equal to or less than 80 % of the lowest fracture stress found for the initial trial specimens at the next fastest rate.

13.2.5 Characterize stress rate

The stress rate may vary with fibre type, equipment, breaking stress, fibre slippage, and strain rate. Characterize the stress rate, $\dot{\sigma}_a$, at each strain rate used in the fatigue calculation according to:

$$\dot{\sigma}_a = \frac{0,2 \times \sigma_f}{t(\sigma_f) - t(0,8 \times \sigma_f)} \quad (1)$$

where

σ_f is the fracture stress;

$t(\sigma_f)$ is the time to fracture;

$t(0,8 \times \sigma_f)$ is the time at 80 % of the fracture stress.

This recommendation remains under consideration.

13.3 *Echantillon en essai*

13.3.1 *Taille de l'échantillon*

Du fait de la variabilité des résultats, un minimum de 15 éprouvettes pour chaque vitesse de déformation est soumis à l'essai et la valeur de contrainte à la rupture la plus faible est éliminée pour chaque vitesse. Si l'écart type sur l'estimation de la pente de la courbe $\log \sigma_f$ en fonction de $\log \dot{\sigma}_a$ est de 0,0017 ou plus (comme expliqué en 13.5.3), l'essai est effectué sur au moins 30 éprouvettes pour chaque vitesse et les deux valeurs de contrainte à la rupture les plus faibles sont éliminées pour chaque vitesse.

13.3.2 *Taille de l'échantillon (facultative)*

Comme expliqué dans l'annexe A.1, il est admis que des éprouvettes supplémentaires soient prescrites pour certaines applications pour lesquelles l'intervalle de confiance sur le paramètre de résistance à la corrosion sous contrainte (tension) dynamique n_d doit être connu. Se reporter au tableau A.1 pour les diverses tailles d'échantillon, en fonction de la pente attendue des courbes de Weibull en essai dynamique, m_d . Une utilisation convenable de l'algorithme de l'article A.2 de l'annexe A est limitée aux essais pour lesquels la même taille d'échantillon est prescrite pour chaque vitesse.

13.4 *Procédure*

La présente procédure décrit la manière d'obtenir la contrainte à la rupture des fibres sur un échantillonnage donné soumis à l'essai pour une vitesse de déformation donnée. Les calculs des paramètres statistiques sont présentés en 13.5.

13.4.1 Régler et noter la longueur en essai (voir 13.2.2).

13.4.2 Régler et noter la vitesse de déformation (voir 13.2.4).

13.4.3 Si la méthode (a) est utilisée, remettre les cabestans en position pour obtenir la longueur en essai spécifiée.

13.4.4 Mettre en place l'éprouvette dans les pinces, une extrémité à la fois. Le point tangent de la fibre doit être au même endroit que celui utilisé pendant les étalonnages. Guider chaque éprouvette de façon que la fibre fasse au moins le nombre prescrit de tours de cabestan sans chevauchement.

13.4.5 Réinitialiser l'instrument d'enregistrement de la charge.

13.4.6 Démarrer le moteur pour mettre sous contrainte la fibre. Enregistrer la contrainte en fonction du temps jusqu'à rupture de la fibre. Arrêter le moteur.

13.4.7 Recommencer les étapes 13.4.3 à 13.4.6 pour toutes les fibres de l'échantillonnage.

13.4.8 Calculer la contrainte à la rupture de la fibre, σ_f , pour chaque rupture. Utiliser les équations en 13.5.1.

13.4.9 Calculer la vitesse d'application de la tension, $\dot{\sigma}_a$, conformément à 13.2.5 pour utilisation en 13.5.3.

13.4.10 Calculer les paramètres statistiques de population nécessaires. Utiliser les équations de 13.5.2.

13.3 Test sample

13.3.1 Sample size

Because of the variability of test results, test a minimum of 15 specimens for each strain rate, and drop the lowest breaking fracture stress data point for each strain rate. Alternatively, if the standard error of estimate (SEE) of slope σ_f vs. $\dot{\sigma}_a$ is 0,0017 or greater (as explained in 13.5.3), test a minimum of 30 specimens for each strain rate and drop the lowest two breaking fracture stress data points for each strain rate.

13.3.2 Sample size (optional)

As explained in annex A.1, additional specimens may be required for some applications in which the confidence interval on the estimate of the dynamic (tension) stress corrosion susceptibility parameter, n_d needs to be known. Refer to table A.1 for various sample sizes, depending upon the expected dynamic Weibull slope, m_d . Appropriate use of the algorithm in clause A.2 of annex A is restricted to tests in which the same sample size is specified for each strain rate.

13.4 Procedure

This procedure describes how to obtain fibre fracture stress on a given sample set tested at a given strain rate. Calculations of population statistics are presented in 13.5.

13.4.1 Set and record the gauge length (see 13.2.2).

13.4.2 Set and record the strain rate (see 13.2.4).

13.4.3 If method (a) is used, return the gripping capstans to the gauge length separation.

13.4.4 Load the test specimen in the grips, one end at a time. The tangent point of the fibre shall be in the same location as that for the load calibrations. Guide each specimen so that the fibre makes at least the required number of turns around the capstan without crossing over itself.

13.4.5 Reset the load recording instrument.

13.4.6 Start the motor to stress the fibre. Record the stress vs. time until the fibre breaks. Stop the motor.

13.4.7 Repeat steps 13.4.3 through 13.4.6 for all fibres in the sample set.

13.4.8 Calculate the fibre fracture stress, σ_f , for each break. Use the equation of 13.5.1.

13.4.9 Calculate the stress rate, $\dot{\sigma}_a$ according to 13.2.5 for use in 13.5.3.

13.4.10 Complete the required population statistic calculations. Use the equations of 13.5.2.

13.5 Calculs

13.5.1 Contrainte à la rupture

La méthode suivante peut être utilisée pour calculer la contrainte à la rupture, σ_f , lorsque la contribution du revêtement est négligeable (inférieure à 5 %), comme pour une fibre ordinaire d'un diamètre de 125 μm avec un diamètre de revêtement de 250 μm (revêtement polymère):

$$\sigma_f = \frac{T}{A_g} \quad (2)$$

où

T est la force (tension) exercée sur l'éprouvette composite à la rupture;

A_g est la section nominale de la fibre de verre.

Une méthode plus complète est fournie à l'article A.3 de l'annexe A pour être utilisée lorsque la contribution du revêtement est importante.

13.5.2 Contrainte à la rupture pour une vitesse de déformation donnée

Les étapes suivantes sont prescrites pour réaliser un tracé de Weibull caractérisant la population.

a) Trier les contraintes à la rupture de la valeur minimale à la valeur maximale. Attribuer un rang k à chacune d'entre elles. Le rang représente le classement, par exemple, le premier est la contrainte la plus faible, le second est la contrainte suivante la plus faible, etc. Attribuer un rang différent à chaque rupture, même si plusieurs ruptures ont la même contrainte à la rupture.

b) Calculer la probabilité cumulative de rupture, F_k , pour chaque rupture:

$$F_k = (k - 0,5)/N, \quad k = 1, 2, \dots, N \quad (3)$$

où N est la taille de l'échantillon.

c) Tracer le graphique $\ln [-\ln (1 - F_k)]$ en fonction de $\ln (\sigma_f)$ pour réaliser le tracé de Weibull.

NOTE – Un papier graphique spécial de Weibull est disponible à cet effet.

d) Identifier le tracé en mentionnant les informations requises.

Pour une longueur en essai et un diamètre donnés, le tracé de Weibull pour des essais de fatigue dynamique est associé à la fonction de probabilité cumulative suivante:

$$F_k = 1 - \exp [-(\sigma_f / \sigma_0)^{m_d}] \quad (4)$$

Soit $k(P) = P.N + 0,5$ définissant un rang associé à une probabilité donnée, P . Si $k(P)$ est un nombre entier, soit $\sigma_f(P) = \sigma_{fk}(P)$ la contrainte à la rupture de $k(P)$ ème rang. Si $k(P)$ n'est pas un entier, soit k_1 le nombre entier juste inférieur à $k(P)$ et $k_2 = k_1 + 1$. Alors, soit $\sigma_f(P) = (\sigma_{fk1} \cdot \sigma_{fk2})^{1/2}$.

13.5 Calculations

13.5.1 Fracture stress

The following method can be used to calculate the fracture stress, σ_f , when the coating contribution is negligible (less than 5 %), such as on common 125 μm diameter fibre with a coated diameter of 250 μm (polymer coating):

$$\sigma_f = \frac{T}{A_g} \quad (2)$$

where

T is the force (tension) experienced by the composite specimen at fracture;

A_g is the nominal cross-sectional area of the glass fibre.

A more complete method is given in clause A.3 of annex A for use when the coating contribution is important.

13.5.2 Fracture stress at a given strain rate

The following steps are required to form a Weibull plot characterizing the population.

a) Sort the fracture stresses from minimum to maximum. Assign a rank, k , to each. Rank is the order, e.g., first is the weakest, second is the next weakest, etc. Assign a different rank to each break, even if several breaks have the same fracture stress.

b) Calculate the cumulative probability of failure, F_k , for each break:

$$F_k = (k - 0,5)/N, \quad k = 1, 2, \dots, N \quad (3)$$

where N is the sample size.

c) Graph $\ln [-\ln(1 - F_k)]$ vs. $\ln(\sigma_f)$ to form the Weibull plot.

NOTE – Special Weibull graph paper is available for this.

d) Label the plot with the required information.

For a given gauge length and diameter, the dynamic fatigue Weibull plot is associated with the following cumulative probability function:

$$F_k = 1 - \exp [-(\sigma_f / \sigma_0)^{m_d}] \quad (4)$$

Let $k(P) = P \cdot N + 0,5$ define a rank associated with a given probability, P . If $k(P)$ is an integer, let $\sigma_f(P) = \sigma_{fk}(P)$ the fracture stress of the $k(P)$ th rank. If $k(P)$ is not an integer, let k_1 be the integer below $k(P)$ and $k_2 = k_1 + 1$. Then, let $\sigma_f(P) = (\sigma_{fk1} \cdot \sigma_{fk2})^{1/2}$.

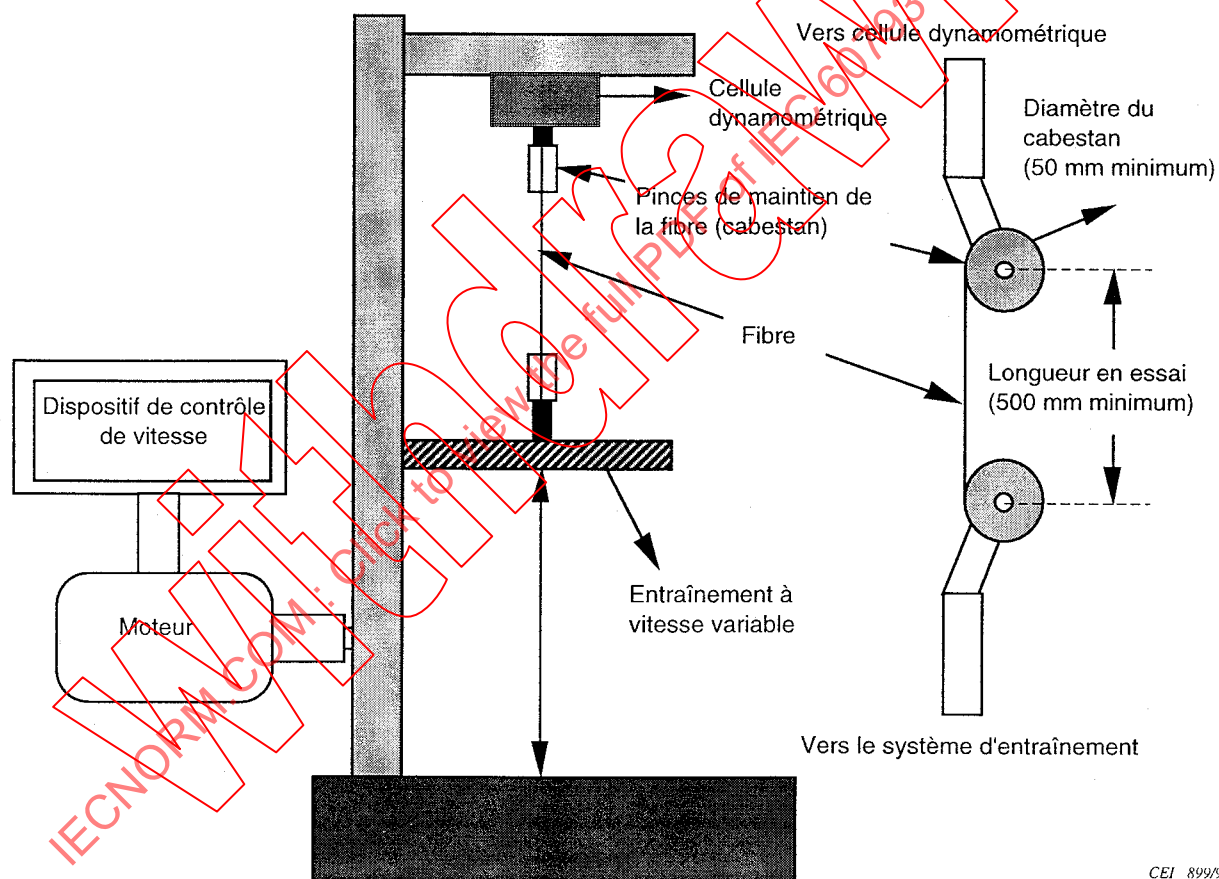
La contrainte à la rupture médiane est $\sigma_f(0,5)$. La pente de Weibull est:

$$m_d = \frac{2,457298}{\ln[\sigma_f(0,85)] - \ln[\sigma_f(0,15)]}$$

Le paramètre de Weibull est:

$$\sigma_0 = \exp \left[\frac{0,366512}{m_d} + \ln[\sigma_f(0,5)] \right]$$

Dessiner le tracé de Weibull pour chaque vitesse de déformation, et déterminer la contrainte à la rupture médiane $\sigma_f(0,5)$ pour chaque vitesse.



CEI 899/95

Figure 8 – Schéma de l'appareil d'essai en translation

Median fracture stress is $\sigma_f(0,5)$. The Weibull slope is:

$$m_d = \frac{2,457298}{\ln[\sigma_f(0,85)] - \ln[\sigma_f(0,15)]}$$

The Weibull parameter is:

$$\sigma_0 = \exp \left[\frac{0,366512}{m_d} + \ln[\sigma_f(0,5)] \right]$$

Graph the Weibull plot for each stress rate, and determine the median fracture stress $\sigma_f(0,5)$ for each stress rate.

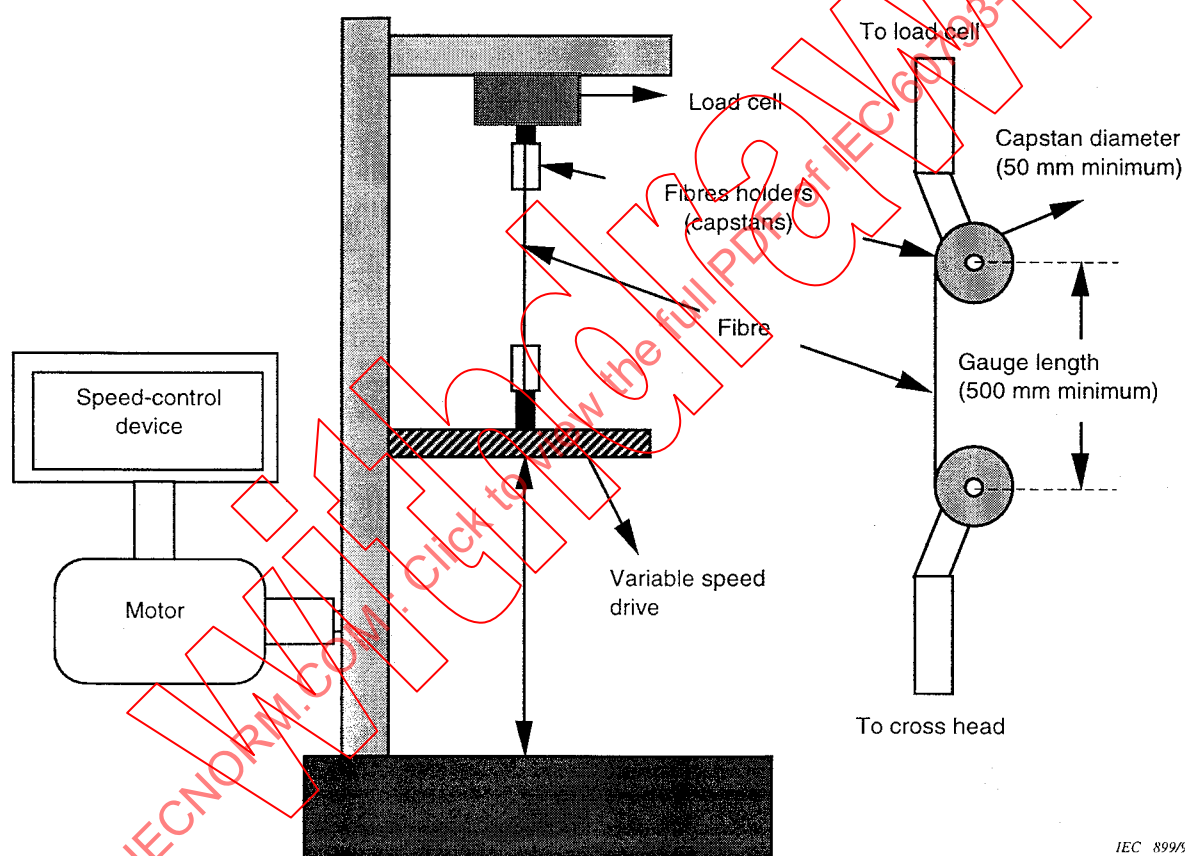
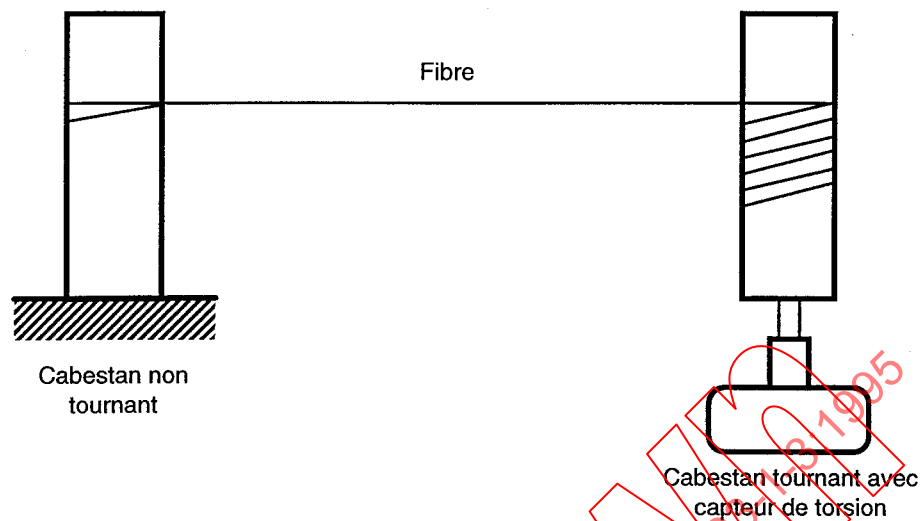


Figure 8 – Schematic of translation test apparatus



CEI 900/95

Figure 9 – Schéma de l'appareil d'essai en rotation

13.5.3 Paramètre de résistance à la corrosion sous contrainte (tension) dynamique, n_d

La contrainte à la rupture médiane σ_f , telle que définie en 13.5.2, variera généralement en fonction de la vitesse de mise en contrainte $\dot{\sigma}_a$, selon la formule suivante:

$$\log \sigma_f = \frac{\log \dot{\sigma}_a}{1 + n_d} + \text{intersection} \quad (5)$$

où intersection est le logarithme de la contrainte à la rupture pour une vitesse de mise en contrainte égale à l'unité tel qu'illustré à la figure 11.

L'intersection peut être calculée à partir de la formule suivante:

$$\text{intersection} = \bar{Y} - (\text{pente}) \cdot \bar{X} \quad (6)$$

Sauf prescription contraire, utiliser l'algorithme fourni à l'article A.2 de l'annexe A pour calculer $\bar{X}$, $\bar{Y}$, la valeur estimée de n_d , et l'intervalle de confiance à 95 % pour l'essai. Sauf prescription contraire, l'écart type sur l'estimation de la pente de la courbe $\log \sigma_f$ en fonction de $\log \dot{\sigma}_a$ doit être inférieur à 0,0017. Se reporter à l'article A.2 pour la détermination de l'écart type.

13.6 Résultats

13.6.1 Les renseignements suivants doivent être fournis:

- identification de la fibre;
- date de l'essai;
- paramètre de résistance à la corrosion sous contrainte (tension) dynamique, n_d (d'autres paramètres sont à l'étude).

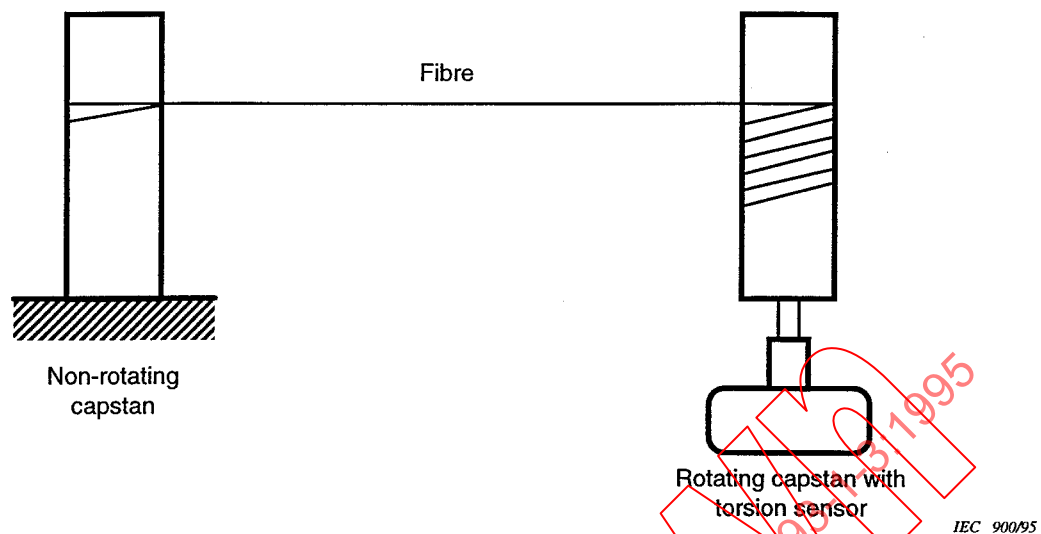


Figure 9 – Schematic of rotational test apparatus

13.5.3 Dynamic (tension) stress corrosion susceptibility parameter, n_d

The median fracture stress σ_f as defined in 13.5.2 will generally vary with constant stress rate, $\dot{\sigma}_a$, according to:

$$\log \sigma_f = \frac{\log \dot{\sigma}_a}{1 + n_d} + \text{intercept} \quad (5)$$

where intercept is the log of fracture stress at a stress rate of unity as shown in figure 11.

Intercept can be calculated from:

$$\text{intercept} = \bar{Y} - (\text{slope}) \cdot \bar{X} \quad (6)$$

Unless otherwise specified, use the algorithm in clause A.2 to calculate $\bar{X}$, $\bar{Y}$, the estimate of n_d , and the 95 % confidence interval for the test. Unless otherwise specified, the standard error of estimate (SEE) of slope $\log \sigma_f$ vs. $\dot{\sigma}_a$ shall be less than 0,0017. Refer to clause A.2 to determine the SEE.

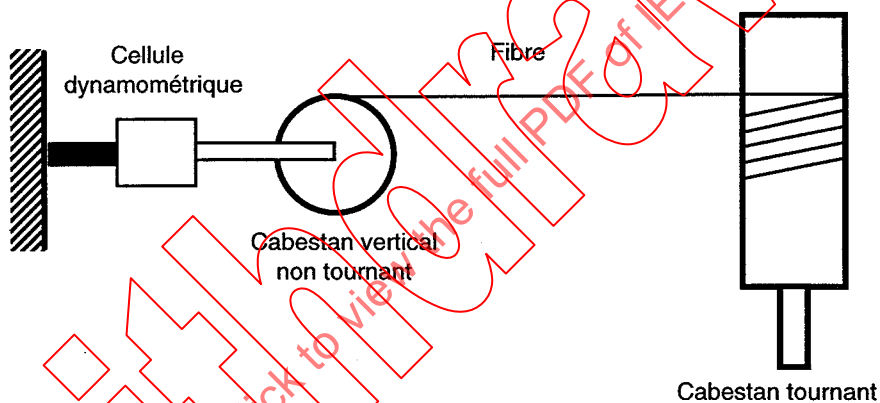
13.6 Results

13.6.1 The following data shall be reported:

- fibre identification;
- test date;
- dynamic (tension) stress corrosion susceptibility parameter, n_d (other parameters under consideration).

13.6.2 Les renseignements suivants doivent être disponibles sur demande:

- vitesse de déformation;
- taille de l'échantillon par vitesse;
- écart type de l'estimation;
- $\bar{X}$ et $\bar{Y}$;
- longueur en essai;
- environnement d'essai;
- temps de préconditionnement d'environnement;
- méthode de calcul de la contrainte à la rupture;
- module de Young de la fibre (s'il est pris en compte);
- module de Young du (des) revêtement(s) (s'il est pris en compte);
- courbes de Weibull pour toutes les vitesses (si elles sont utilisées);
- méthode de calcul de la vitesse de mise en contrainte, si elle est différente de celle donnée en 13.2.5.

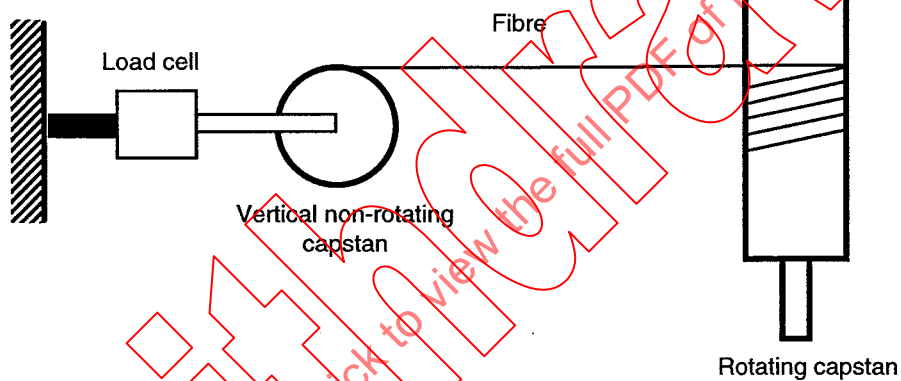


CEI 901/95

Figure 10 – Schéma de l'appareil d'essai en rotation

13.6.2 The following data shall be available upon request:

- strain rates;
- sample size per strain rate;
- the standard error of estimate (SEE);
- $\bar{X}$ and $\bar{Y}$;
- gauge length;
- test environment;
- environmental preconditioning time;
- fracture stress calculation method;
- Young's modulus of fibre (if taken into account);
- Young's modulus of coating(s) (if taken into account);
- Weibull plots for all strain rates (if used);
- method of calculating the stress rate, if different from 13.2.5.



IEC 901/95

Figure 10 – Schematic of rotational test apparatus

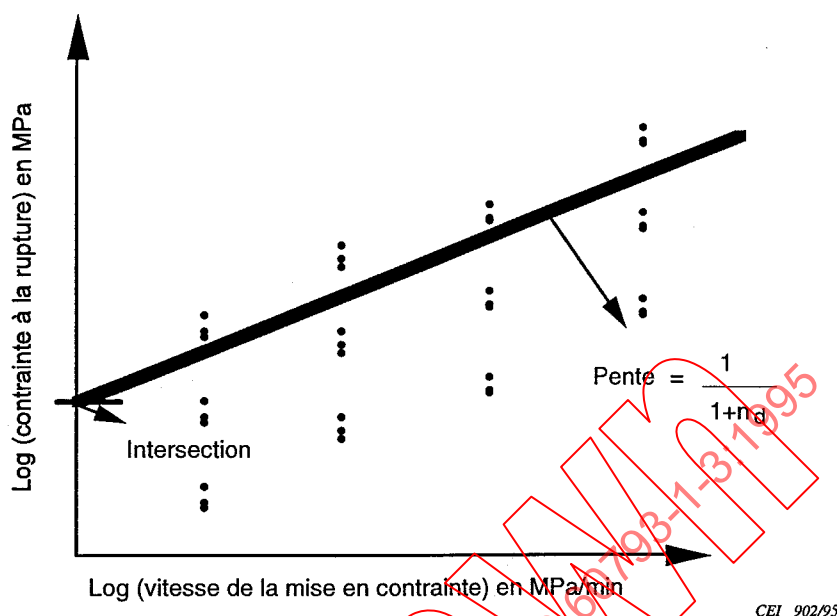


Figure 11 – Représentation du graphique de la fatigue dynamique

14 Méthode CEI 793-1-B7B – Fatigue dynamique des fibres optiques par flexion en deux points

14.1 Objet

Cette procédure fournit une méthode de mesure du paramètre de fatigue dynamique des fibres optiques par flexion en deux points avec des vitesses constantes de plateau. Un essai de flexion est utilisé de préférence à l'essai de tension pour les cas où les tensions subies par la fibre en service résultent d'une flexion. Cette méthode est destinée à évaluer la tenue en fatigue des fibres par variation de la vitesse du plateau. Cet essai est applicable aux fibres et aux vitesses du plateau pour lesquelles le tracé du logarithme de la contrainte à la rupture en fonction du logarithme de la vitesse du plateau est linéaire.

14.2 Appareillage

La figure 12 illustre le schéma d'un appareil d'essai possible. Cet équipement est conçu pour mesurer l'allongement/contrainte nécessaire pour rompre une fibre optique subissant une flexion en deux points par mesure de l'écartement des plateaux au moment de la rupture. Cette technique est facilement adaptable à divers environnements d'essai.

14.2.1 Commande du moteur pas-à-pas

Ce dispositif permet la commande motorisée, précise, fiable et reproductible de la table de déplacement linéaire. Une longueur maximale de pas de 1 μm doit être utilisée. Pour plus de précision, un pas de 0,1 μm pourrait être utilisé.

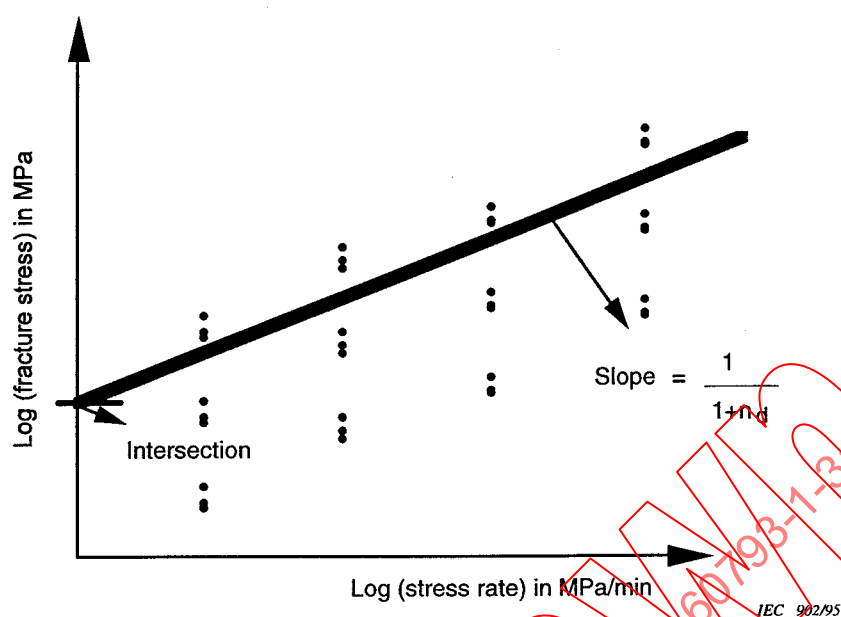


Figure 11 – Representation of dynamic fatigue graph

14 Method IEC 793-1-B7B – Dynamic fatigue parameters of optical fibres by two-point bending

14.1 Object

This procedure provides a method for measuring the dynamic fatigue parameters of optical fibre in two-point bending at a constant platen velocity. A bending test is used in preference to tension for those cases in which stress on the fibre in service results from bending. This method is intended to test fatigue behaviour of fibres by varying the platen velocity. The test is applicable to fibres and platen velocities for which the logarithm of fracture stress versus the logarithm of platen velocity behaviour is linear.

14.2 Apparatus

A possible test apparatus is schematically shown in figure 12. This equipment is designed to measure the strain/stress required to break an optical fibre in a two-point bending geometry by measuring platen separation at fracture. This technique is readily amenable to various test environments.

14.2.1 Stepper motor control

This device allows accurate, reliable, repeatable motorized control of the linear table. A maximum step length of 1 μm shall be used. A step length of 0,1 μm could be used for higher accuracy.

14.2.2 *Plateau mobile entraîné par moteur pas-à-pas*

Le plateau mobile convertit la rotation du moteur pas-à-pas en translation linéaire au moyen d'une vis mère.

14.2.3 *Plateau fixe*

Ce dispositif maintient la fibre contre le plateau mobile.

14.2.4 *Vitesse du plateau*

La fibre doit être placée entre deux plateaux qui sont amenés l'un contre l'autre par un moteur pas-à-pas commandé par ordinateur, à une vitesse du plateau constante et spécifiée ($V =$ constante) jusqu'à rupture de la fibre. Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, utiliser des vitesses de 1, 10, 100, 1 000 $\mu\text{m/s}$, chaque vitesse ayant une précision de $\pm 10\%$.

14.2.5 *Système de détection de rupture de la fibre*

Il est admis d'utiliser l'une des techniques suivantes pour détecter la rupture de la fibre:

14.2.5.1 *Méthode 1*

Un détecteur d'émission acoustique ou un transducteur doit être utilisé pour détecter la rupture de la fibre et doit signaler à l'ordinateur d'arrêter le plateau mobile; il affichera également l'écartement des plateaux au moment de la rupture.

14.2.5.2 *Méthode 2*

Un transducteur de force (pression) doit être incorporé au plateau fixe et relié à un équipement approprié de conditionnement de signaux pour mesurer la force exercée sur la fibre au cours de l'essai. Lorsqu'il y a rupture de la fibre, la force chute à zéro et permet ainsi de détecter la rupture.

14.2.5.3 *Méthode 3*

L'injection de lumière dans la fibre soumise à l'essai et la surveillance du signal de sortie doivent constituer une autre technique de détection de la rupture de la fibre. Lorsque la fibre se casse, la transmission est coupée.

Pour l'ensemble des techniques décrites ci-dessus, calculer l'écartement des plateaux au moment de la rupture, d , selon la formule suivante:

$$d = \text{position de départ du plateau} - \text{déplacement du plateau.}$$

14.3 *Echantillon en essai*

L'échantillon en essai est constitué d'une longueur de fibre optique revêtue, d'environ 30 mm à 120 mm. Le diamètre du verre doit être connu à $\pm 1\ \mu\text{m}$ et le diamètre du revêtement doit être connu à $\pm 5\ \mu\text{m}$. Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, la taille de l'échantillon pour chaque vitesse doit être d'au moins 15.

14.2.2 *Stepper-motor-driven moving platen*

The moving platen converts the stepper motor rotation to linear translation by means of a lead screw.

14.2.3 *Stationary platen*

This device holds the fibre against the moving platen.

14.2.4 *Platen velocity*

The fibre shall be placed between two platens that are brought together by a computer controlled stepper motor at a specified constant platen velocity ($V = \text{constant}$) until the fibre breaks. Unless otherwise specified in the detail specification, use velocities: 1, 10, 100, 1 000 $\mu\text{m/s}$, each accurate to $\pm 10\%$.

14.2.5 *Fibre fracture detecting system*

One of following techniques may be used to detect fibre fracture:

14.2.5.1 *Method 1*

An acoustic emission detector or transducer shall be used to sense the fibre break and shall signal the computer to stop the moving platen, and will display the platen separation at the time of fracture.

14.2.5.2 *Method 2*

A force (pressure) transducer shall be incorporated into the stationary platen and connected to suitable signal conditioning equipment to measure force exerted on the fibre during the test. When the fibre breaks the force drops to zero, providing a means of detecting the break.

14.2.5.3 *Method 3*

Launching light through a fibre during the test, and monitoring the output signal shall be another technique for detecting fibre fracture. When the fibre breaks, the transmission is lost.

With all of the techniques above calculate the platen separation at fracture d as:

$$d = \text{platen starting position} - \text{platen travel.}$$

14.3 *Test sample*

The test sample is a length of coated optical fibre approximately 30 mm to 120 mm long. The glass diameter shall be known to $\pm 1\ \mu\text{m}$ and coating diameter shall be known to $\pm 5\ \mu\text{m}$. Unless otherwise specified in the detail specification, the sample size for each velocity shall be at least 15.

14.4 Procédure

14.4.1 Un exemple de procédure d'étalonnage est fourni ci-après. Régler à zéro la distance entre plateaux lorsque les faces des plateaux se touchent totalement. Il convient que l'affichage du contrôleur du moteur pas-à-pas soit à zéro lorsque le contact est établi. Il est admis que la valeur de l'écartement des plateaux, d , au moment de la rupture de la fibre soit vérifiée en mesurant la distance au moyen d'une cale étalon. Il convient que la position zéro soit reproductible à $\pm 5 \mu\text{m}$.

NOTE – Il convient de nettoyer soigneusement les surfaces des plateaux avant de les amener en contact.

14.4.2 Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, régler l'écartement initial entre plateaux à 12,00 mm, en incluant les profondeurs des cannelures.

14.4.3 Avant de soumettre à l'essai une population de fibres, pour une vitesse de plateau donnée, rompre une fibre identique du même groupe afin de déterminer la séparation des plateaux au moment de la rupture de la fibre. Cette séparation d des plateaux est utilisée pour calculer la tension de rupture (équations 7, 8 et 9). Une séparation initiale des plateaux (au départ), peut être déterminée à partir des équations 7, 8, 9 et 10 en utilisant une valeur de tension égale à 50 % de la tension de rupture. Ceci permet de réduire la durée de l'essai et également d'obtenir des vitesses de plateau les plus élevées, étant donné que la vitesse maximale du moteur pas-à-pas peut limiter les vitesses maximales réalisables de déplacement du plateau.

Il est aussi possible de réduire la durée de l'essai en utilisant une vitesse de plateau plus rapide associée à une charge réduite. Par exemple, si une vitesse de plateau de $1 \mu\text{m/s}$ est prescrite, soumettre à l'essai quelques éprouvettes à la vitesse supérieure suivante ($10 \mu\text{m/s}$) pour établir une plage de contraintes à la rupture. Précharger ensuite à un niveau égal ou inférieur à 80 % de la contrainte à la rupture la plus faible enregistrée pour les éprouvettes testées à la vitesse juste supérieure dans l'essai initial.

14.4.4 Tenir avec précaution les deux extrémités de l'éprouvette en essai, la courber avec précaution et l'insérer entre les plateaux, puis tirer l'éprouvette vers le haut pour la positionner comme illustré à la figure 13. Ne pas toucher la partie de la fibre en courbure (longueur entre repères) avec le doigt pendant la manipulation ou la mise en place des fibres. Il convient que le sommet de la fibre soit toujours à la même position dans l'appareillage. Ceci réduit l'effet du non-parallélisme des plateaux. L'orientation de la fibre, vers le bas ou vers le haut, est sans importance.

14.4.5 Après rupture de l'éprouvette, freiner le moteur pas-à-pas pour l'amener à l'arrêt et enregistrer l'écartement des plateaux à la rupture.

14.4.6 Recommencer les étapes 14.4.1 à 14.4.5 pour chaque échantillon de fibres pour la vitesse de charge prescrite et pour tous les échantillons aux autres vitesses de charge prescrites.

14.4.7 Calculer la contrainte à la rupture de la fibre, σ_f , pour chaque rupture. Utiliser les équations en 14.5.1.

14.4.8 Calculer l'ensemble des paramètres statistiques prescrit. Utiliser les équations de 14.5.2.

14.4 Procedure

14.4.1 The following is one example of a calibration procedure. Set the distance between the platen to zero when the faces of the platen are completely touching. When contact is made, the read out on the stepper motor controller should be zero. The platen separation value d when the fibre breaks may be verified by checking the distance with a gauge block. The zero position should be repeatable to $\pm 5 \mu\text{m}$.

NOTE – The surfaces of the platen should be carefully cleaned before they are run together for touching.

14.4.2 Unless otherwise specified in the detail specification, set the initial fibre platen opening gap to 12,00 mm, including groove depths.

14.4.3 Before a population of fibres for a given platen velocity is tested, break an identical fibre from the same group to determine the platen separation at fibre fracture. This platen separation d is used to calculate the breaking stress (equations 7, 8 and 9). An initial (starting) platen separation can be determined from equations 7, 8, 9 and 10 using a value of stress equal to 50 % of the breaking stress. This will allow the duration of the test to be reduced and the highest platen velocities to be achieved, since the maximum stepper motor speed may limit the maximum obtainable platen velocities.

It is possible to minimize test duration by using a faster platen velocity in conjunction with a reduced load. For example, if a platen velocity of $1 \mu\text{m/s}$ is specified, test some specimens at the next fastest rate ($10 \mu\text{m/s}$) to establish a range of fracture stresses. Then preload to a level equal to or less than 80 % of the lowest fracture stress found for the initial trial specimens at the next fastest rate.

14.4.4 Carefully grasp both ends of the test specimen, bend it carefully, and insert it between the platen, then pull it upwards to position it as shown in figure 13. Do not touch the bent fibre (gauge length) with fingers when handling or loading fibres. The apex of the fibre should always be at the same position in the fixture. This minimizes the effect of a non-parallel platen. Fibre orientation, whether up or down, does not matter.

14.4.5 After the specimen has broken, brake the stepper-motor to a stop and record the platen separation at the break.

14.4.6 Repeat steps 14.4.1 to 14.4.5 for each fibre sample at the specified load rate, and for all samples at the other specified load rates.

14.4.7 Calculate the fibre fracture stress, σ_f , for each break. Use the equations of 14.5.1.

14.4.8 Complete the required population statistic calculations. Use the equations of 14.5.2.

14.5 Calculs

14.5.1 Contrainte à la rupture

Calculer la contrainte à la rupture de chaque fibre par:

$$\sigma_f = E_0 \cdot \varepsilon_f (1 + 0,5 \cdot \alpha' \cdot \varepsilon_f) \quad (7)$$

$$\varepsilon_f = 1,198 \frac{d_f}{d - d_c + 2d_g} \quad (8)$$

$$\alpha' = 0,75 \alpha - 0,25 \quad (9)$$

où

σ_f est la contrainte à la rupture (GPa);

E_0 est le module de Young (72 GPa);

ε_f est la déformation à la rupture au sommet de la fibre;

α est le paramètre de correction pour tenir compte de la non linéarité entre contrainte et allongement (la valeur typique pour α est 6);

d_f est le diamètre de la fibre de verre (μm);

d est la distance entre plateaux au moment de la rupture de la fibre (μm);

d_c est le diamètre total de la fibre y compris tout revêtement (μm);

$2d_g$ est la profondeur totale des deux cannelures (μm) (voir figure 13).

14.5.2 Contrainte à la rupture pour une vitesse de plateau donnée

Voir 13.5.2

14.5.3 Paramètre de résistance à la corrosion sous contrainte dynamique (flexion en deux points) n_d

La contrainte à la rupture médiane σ_f variera généralement en fonction de la vitesse constante du plateau, V , selon la formule suivante:

$$\log S_f = \frac{1}{n_d - 1} \times \log \frac{V}{r} + \text{intersection} \quad (10)$$

où

r est le rayon de la fibre de verre;

intersection est le logarithme de la contrainte à la rupture pour une vitesse constante égale à l'unité du plateau comme illustré à la figure 14.

L'intersection peut être calculée à partir de la formule suivante:

$$\text{intersection} = \bar{Y} - (\text{pente}) \cdot \bar{X} \quad (11)$$

14.5 Calculations

14.5.1 Fracture stress

Calculate the fracture stress of each fibre by:

$$\sigma_f = E_0 \cdot \varepsilon_f (1 + 0,5 \cdot \alpha' \cdot \varepsilon_f) \quad (7)$$

$$\varepsilon_f = 1,198 \frac{d_f}{d - d_c + 2d_g} \quad (8)$$

$$\alpha' = 0,75 \alpha - 0,25 \quad (9)$$

where

σ_f is the fracture stress (GPa);

E_0 is the Young's modulus (72 GPa);

σ_f is the fracture strain at the apex of fibre;

α is the correction parameter for non-linear stress/strain behaviour (typical value for α is 6);

d_f is the glass fibre diameter (μm);

d is the distance between platen at fibre fracture (μm);

d_c is the overall fibre diameter including any coating (μm);

$2d_g$ is the total depth of both grooves (μm) (see figure 13).

14.5.2 Fracture stress at a given platen velocity

See 13.5.2

14.5.3 Dynamic (two-point bending) stress corrosion susceptibility parameter, n_d

The median fracture stress σ_f will generally vary with constant platen velocity V according to:

$$\log S_f = \frac{1}{n_d - 1} \times \log \frac{V}{r} + \text{intercept} \quad (10)$$

where

r is the radius of glass fibre;

intercept is the logarithm of fracture stress at a constant platen velocity of unity as shown in figure 14.

Intercept can be calculated from:

$$\text{intercept} = \bar{Y} - (\text{slope}) \cdot \bar{X} \quad (11)$$

Sauf prescription contraire, utiliser l'algorithme de l'article A.2 de l'annexe A pour calculer $\bar{X}$, $\bar{Y}$, la valeur estimée de n_d et l'intervalle de confiance de 95 % pour l'essai. Sauf prescription contraire, l'écart type sur l'estimation de la pente de la courbe $\log \sigma_f$ en fonction de $\log V$ doit être inférieure à 0,0017. Se reporter à l'article A.2 de l'annexe A pour déterminer la valeur de cet écart type.

14.6 Résultats

14.6.1 Les renseignements suivants doivent être fournis:

- identification de la fibre;
- date d'essai;
- paramètre de résistance à la corrosion sous contrainte dynamique (flexion en deux points), n_d (d'autres paramètres sont à l'étude).

14.6.2 Les renseignements suivants doivent être disponibles sur demande:

- vitesses du plateau;
- taille de l'échantillon pour chaque vitesse de plateau;
- écart type sur l'estimation;
- environnement d'essai;
- temps de préconditionnement d'environnement;
- module de Young de la fibre de verre (si l'on suppose qu'il est différent de celui fourni dans l'article A.3);
- paramètres d'ajustement, m_0 , contrainte à la rupture médiane et σ_0 ;
- courbes de Weibull pour toutes les vitesses de plateau;
- $\bar{X}$ et $\bar{Y}$;
- diamètre (verre) de la fibre.

Unless otherwise specified, use the algorithm in clause A.2 of annex A to calculate $\bar{X}$, $\bar{Y}$ the estimate of n_d , and the 95 % confidence interval for the test. Unless otherwise specified, the standard error of estimate (SEE) of slope $\log \sigma_f$ vs. $\log V$ shall be less than 0,0017. Refer to clause A.2 of annex A to determine the SEE.

14.6 Results

14.6.1 The following data shall be reported:

- fibre identification;
- test date;
- dynamic (two-point bending) stress corrosion susceptibility parameter, n_d (other parameters are under consideration).

14.6.2 The following data shall be available upon request:

- platen velocities;
- sample size for each platen velocity;
- the standard error of estimate (SEE);
- test environment;
- environmental preconditioning time;
- Young's Modulus of glass fibre (if assumed other than what is given in clause A.3);
- fit parameters, m_d , median fracture stress and σ_o ;
- Weibull plots for all platen velocities;
- $\bar{X}$ and $\bar{Y}$;
- fibre (glass) diameter.

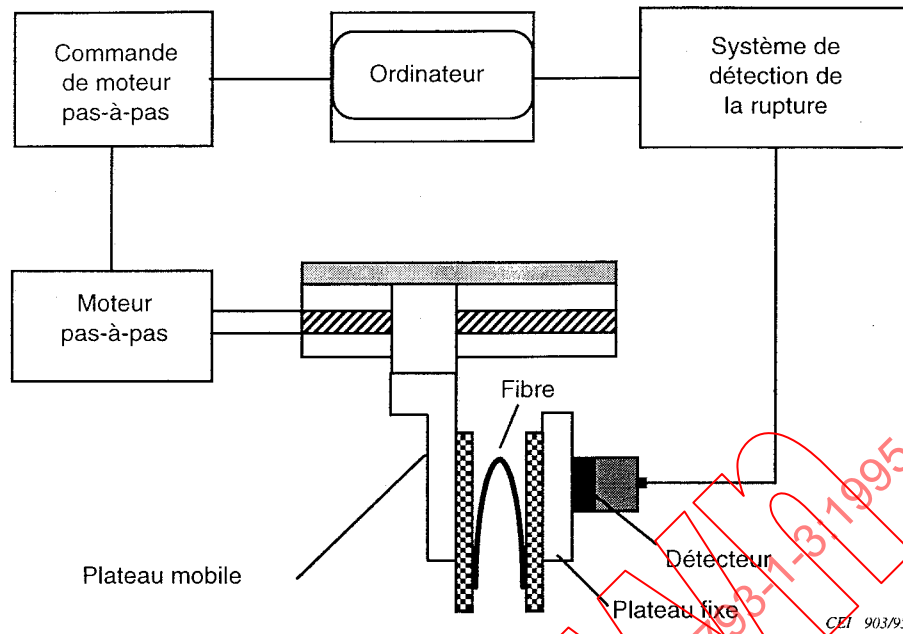


Figure 12 – Schéma de l'appareil de flexion en deux points

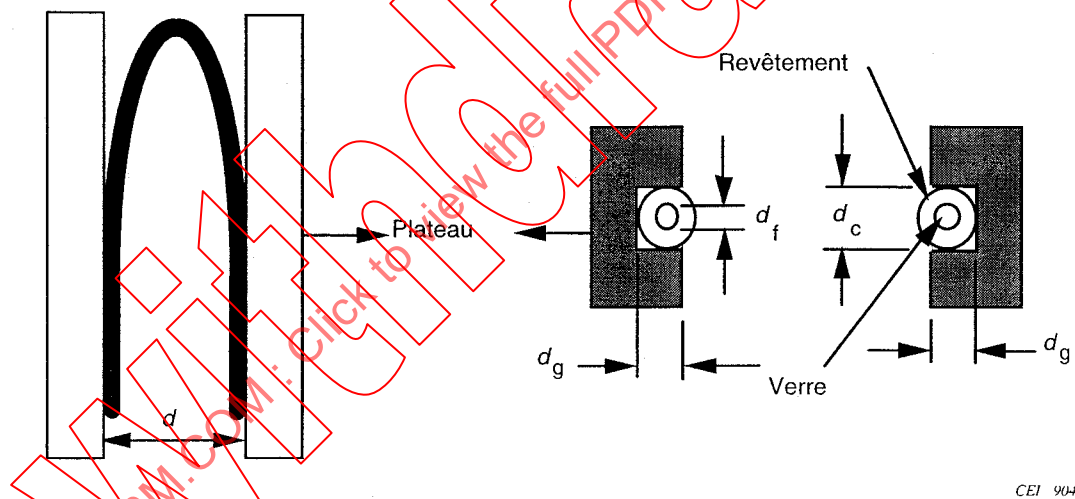


Figure 13a – Vue de face

Figure 13b – Coupe

Figure 13 – Schéma des plateaux

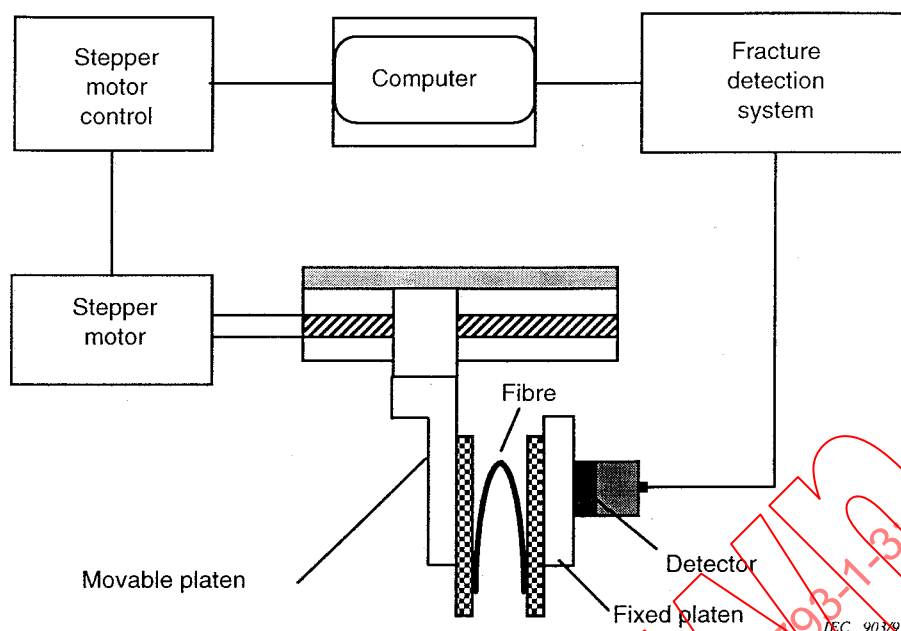


Figure 12 – Schematic of two-point bending unit

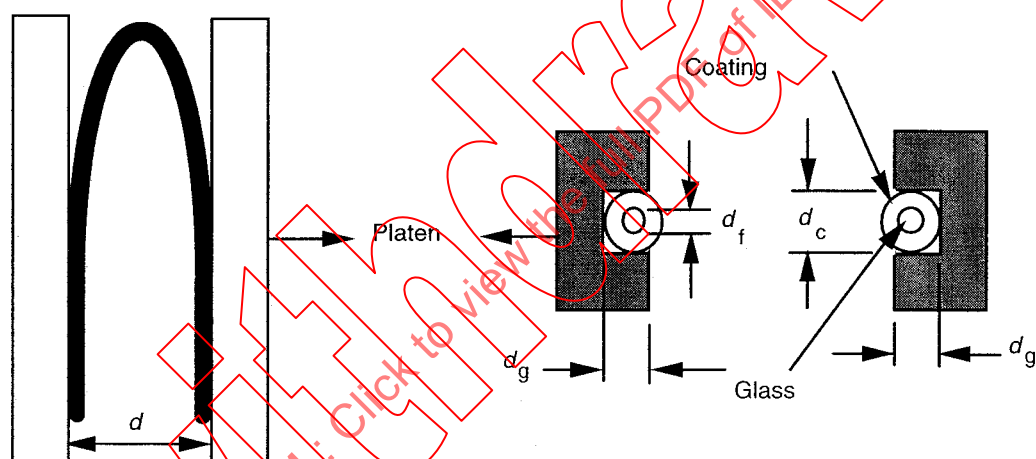


Figure 13a – Plan

Figure 13b – Section

Figure 13 – Schematic of surface platen

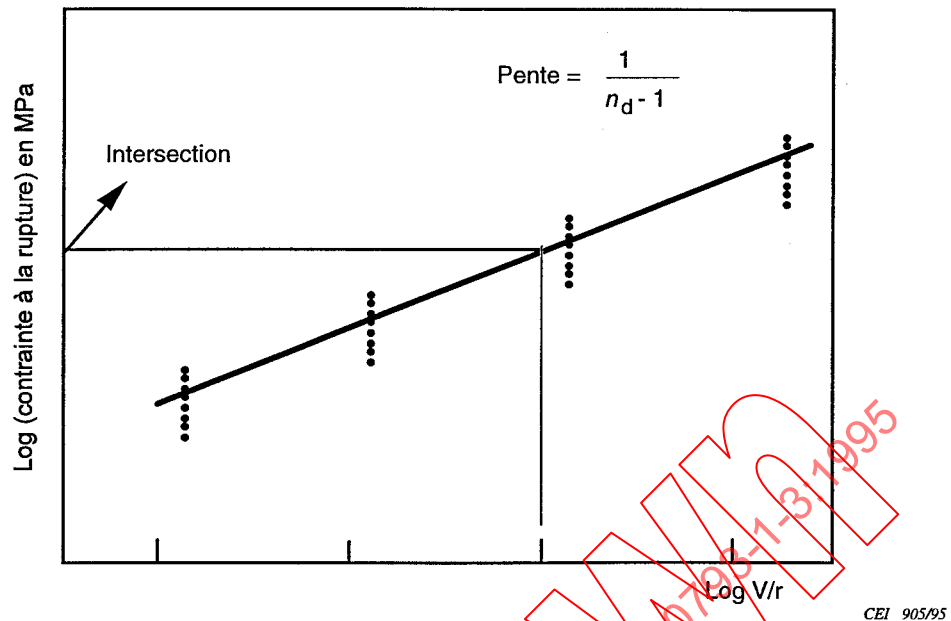


Figure 14 – Représentation graphique des données de fatigue dynamique

15 Méthode CEI 793-1-B7C – Fatigue statique des fibres optiques par tension axiale

15.1 Objet

Cette méthode permet de déterminer le paramètre de fatigue statique de longueurs individuelles de fibre optique sous tension. Cette méthode est destinée à vérifier la tenue des fibres en fatigue statique par variation des niveaux de tension appliqués.

15.2 Appareillage

Des équipements d'essai possibles sont illustrés schématiquement à la figure 15. Chaque dispositif d'essai comprend un moyen d'application de la tension sur une fibre et de surveillance du temps de rupture. Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, la longueur d'essai, c'est-à-dire la distance entre les cabestans, doit être de 500 mm.

15.2.1 Fixation de la fibre aux deux extrémités

Voir 13.2.1

15.2.2 Mise en tension de la fibre

La tension est appliquée sur la fibre en suspendant un poids de valeur connue à un cabestan (voir figure 15). Plusieurs éprouvettes sont testées à un niveau de tension nominale donné. La plage des niveaux réels de tension pour un niveau de tension nominale donné peut influencer la qualité de la mesure. Pour la méthode de calcul dite de la médiane simple, la plage des niveaux de tension pour une valeur nominale donnée doit être à $\pm 0,5\%$ de la valeur nominale. Pour la méthode dite homologue et la méthode dite d'estimation de la probabilité maximale, les niveaux de tension individuels pour chaque éprouvette doivent être notés pour utilisation lors du calcul. Se reporter à 15.5.2.

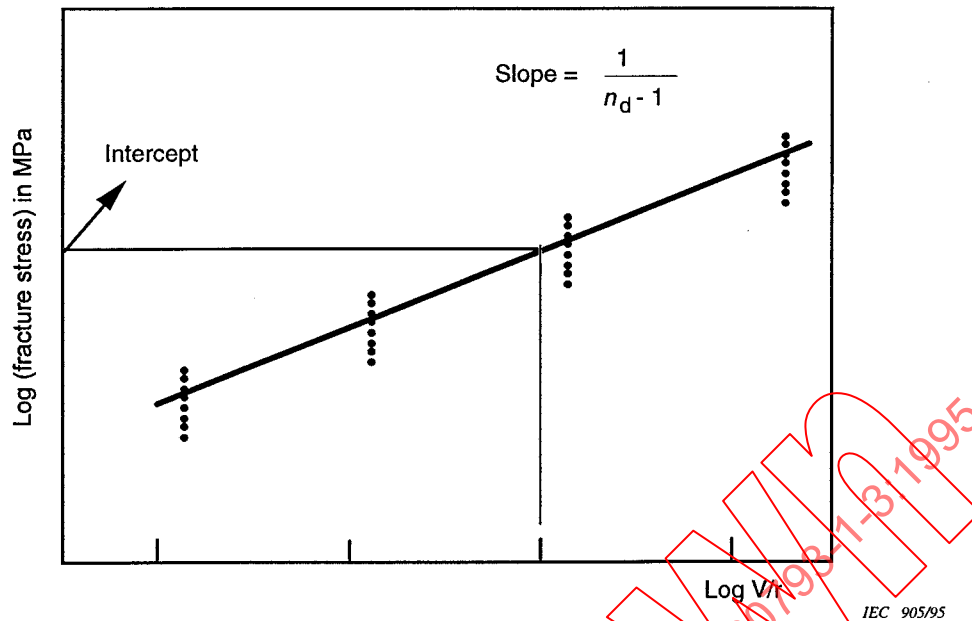


Figure 14 – Dynamic fatigue data schematic

15 Method IEC 793-1-B7C – Static fatigue parameters of optical fibres by axial tension

15.1 Object

This method is designed for determining the static fatigue parameters of individual optical fibre lengths under tension. This method is intended to test static fatigue behaviour of fibres by varying the applied stress levels.

15.2 Apparatus

Possible arrangements of test equipment are schematically shown in figure 15. Each consists of a means of applying stress to a fibre and monitoring time to fracture. Unless otherwise specified in the detail specification, the gauge length, i.e. the distance between the capstans, shall be 500 mm.

15.2.1 Gripping the fibre at both ends

See 13.2.1

15.2.2 Stressing the fibre

The stress is applied on the fibre by hanging a known weight on one capstan (see figure 15). Several specimens are tested at a given nominal stress level. The range of actual stress levels for a given nominal level can influence the quality of the measurement. For the simple median computation method, the range of stress levels for a given nominal shall be within $\pm 0,5$ % of the nominal. For the homologous method and the maximum likelihood estimate (MLE) method, the individual stress levels for each specimen shall be recorded for use in the computation. See 15.5.2.

15.2.3 Mesure du temps à la rupture

Plusieurs techniques permettant de mesurer le temps à la rupture peuvent satisfaire les prescriptions de cette méthode d'essai. Une manière d'enregistrer le temps au moment de la rupture est de placer des chronomètres sous les poids suspendus utilisés pour appliquer la tension à la fibre.

15.3 Echantillon en essai

15.3.1 Taille de l'échantillon pour chaque niveau de tension nominale

Sauf prescription contraire dans les spécifications particulières, la taille de l'échantillon pour chaque niveau de tension nominale doit être d'au moins 15.

15.4 Procédure

Au minimum cinq niveaux de tension nominale différents, σ_a , doivent être utilisés pour l'essai. Les tensions nominales doivent être choisies de façon que les temps médians à la rupture s'échelonnent d'environ 1 h à environ 30 jours avec un espacement approximativement égal sur une échelle logarithmique. Les charges nécessaires pour y parvenir et pour des fibres standard en silice, s'échelonnent de 30 N à 50 N.

Etant donné que le temps à la rupture dépend à la fois de la contrainte à la rupture de la fibre et du paramètre de fatigue, les niveaux de tension nominale réellement appliqués ainsi que leur nombre peuvent être déterminés de manière itérative. Il est également admis d'utiliser une large gamme de niveaux au début d'une mesure. Les essais pour lesquels la rupture a lieu trop tôt ou trop tard peuvent être rejetés.

Une fois le préconditionnement terminé, mettre en place les fibres dans le dispositif de tension. Surveiller et enregistrer le temps à la rupture pour chaque rupture de fibre. Au cours de l'essai d'un jeu d'échantillons pour un niveau donné de tension nominale, dès que la moitié des éprouvettes s'est rompue, l'essai peut être arrêté prématurément. En d'autres termes, s'il y a eu rupture de plus de la moitié des échantillons, le calcul peut être effectué et un temps médian à la rupture peut être déterminé avant rupture des échantillons restants. L'écart type sur l'estimation doit être calculé et indiqué pour chaque mesure. Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, l'écart type sur l'estimation doit être inférieur à 1.

15.5 Calculs

15.5.1 Contrainte à la rupture

Voir 13.5.1

15.5.2 Paramètre de résistance à la corrosion sous contrainte statique (tension), n_s

Sauf prescription contraire, la méthode suivante doit être utilisée pour déterminer n_s . En remplacement, d'autres méthodes, par exemple, la méthode dite homologue ou la méthode d'estimation de la probabilité maximale peuvent être utilisées pour déterminer n_s (voir l'article A.4 de l'annexe A).

15.2.3 *Measuring time to fracture*

There are many techniques to monitor time to fracture which can meet the requirements of this test method. One way to monitor the time to fracture is to set up timers underneath the hanging weights used to apply the stress on the fibre.

15.3 *Test sample*

15.3.1 *Sample size for each nominal stress level*

Unless otherwise specified in the detail specifications, the sample size for each nominal stress level shall be at least 15.

15.4 *Procedure*

A minimum of five different nominal applied stress levels σ_a shall be tested. The nominal stresses shall be chosen such that the median times to fracture range from about 1 h to about 30 days in roughly equal distance on the logarithmic scale. The loads necessary to achieve this for standard silica fibres are in the range of 30 N to 50 N.

Since the time to fracture is dependent on both the fracture stress of the fibre and the fatigue parameter, the actual nominal stress levels applied and the number that are applied can be determined iteratively. Alternatively, a broad range of levels may be applied at the beginning of a measurement. Data from test sets that break too soon or take too long to break may be discarded.

Upon completion of preconditioning, load the fibres into the unit. Monitor and record the time to fracture for each fibre fracture. Testing a sample set, for a given nominal stress level, as soon as the median specimen has broken, the test may be terminated early. That is, if more than half of the samples have broken, the computation can be done and a median time to fracture determined before all the remaining samples fail. The standard error of the estimate (SEE) shall be computed and reported for each measurement. Unless otherwise specified in the detail specification, the standard error of the estimate (SEE) shall be less than 1.

15.5 *Calculations*

15.5.1 *Fracture stress*

See 13.5.1.

15.5.2 *Static (tension) stress corrosion susceptibility parameter, n_s*

Unless otherwise specified the following method shall be used to determine n_s . Alternatively, other methods, for example homologous or maximum likelihood estimate (MLE) can be used to determine n_s (see clause A.4 of annex A).

15.5.2.1 Méthode de la simple médiane

Cette méthode n'exige pas la linéarité de la courbe de Weibull. Toutes les données n'étant pas utilisées, elle peut conduire à un écart type sur l'estimation plus important que d'autres. Pour chaque niveau de tension nominale, σ_i , le temps médian à la rupture, t_i , est déterminé. Ajuster les données à une droite de régression en minimisant la somme des carrés des erreurs:

$$-n_s \ln (\sigma_i) + \text{intersection} = \ln (t_i) \quad (12)$$

L'écart type sur l'estimation de n_s est fourni par la plupart des logiciels de statistique. La valeur médiane de $\ln(\sigma_i)$ et la valeur médiane de $\ln(t_i)$ sont également fournies. La valeur d'intersection dans l'équation ci-dessus est la suivante:

$$\text{intersection} = \text{valeur médiane} [\ln (t_i)] + n_s \text{ valeur médiane} [\ln (\sigma_i)] \quad (13)$$

15.6 Résultats

15.6.1 Les renseignements suivants doivent être fournis:

- identification de la fibre;
- date d'essai;
- paramètre de résistance à la corrosion sous contrainte statique (tension), n_s (d'autres paramètres sont à l'étude).

15.6.2 Les renseignements suivants doivent être disponibles sur demande:

- diamètre de la fibre;
- diamètre du revêtement (s'il est pris en compte);
- environnement d'essai;
- longueur en essai;
- taille de l'échantillon initial pour chaque niveau de tension nominale et nombre de niveaux de tension nominale;
- temps de préconditionnement d'environnement le cas échéant;
- méthode de calcul de n_s ;
- les médianes de $\ln (t_i)$ et de $\ln (\sigma_a)$;
- méthode de calcul de la contrainte à la rupture. Si la méthode de l'article A.3 de l'annexe A est utilisée, les modules de Young du revêtement et du verre doivent être indiqués;
- niveaux des tensions nominales.

15.5.2.1 Simple median

This method does not require an assumption of linearity of the Weibull slope. Since all the data are not used, it can produce a larger standard error of the estimate (SEE) than others. For each nominal stress level, σ_i , the median time to fracture, t_i , is determined. Fit the data to the following linear regression model by minimizing the sum of squared errors:

$$-n_s \ln (\sigma_i) + \text{intercept} = \ln (t_i) \quad (12)$$

The standard error of the estimate (SEE) for n_s is reported by most statistical packages. The median of $\ln(\sigma_i)$ and the median of the $\ln(t_i)$ are also reported. The value of intercept in the above equation is:

$$\text{intercept} = \text{median} [\ln (t_i)] + n_s \text{ median} [\ln (\sigma_i)] \quad (13)$$

15.6 Results

15.6.1 The following data shall be reported:

- fibre identification;
- test date;
- static (tension) stress corrosion susceptibility parameter, n_s (other parameters are under consideration).

15.6.2 The following data shall be available upon request:

- fibre diameter;
- coating diameter (if it is taken into account);
- test environment;
- gauge length;
- initial sample size for each nominal stress level and the number of nominal stress levels;
- environmental preconditioning time where applicable;
- method of computation of n_s ;
- the medians of $\ln (t_i)$ and $\ln (\sigma_a)$;
- fracture stress calculation method. If the method of clause A.3 is used, Young's modulus of the coating and the glass shall be reported;
- nominal stress levels.

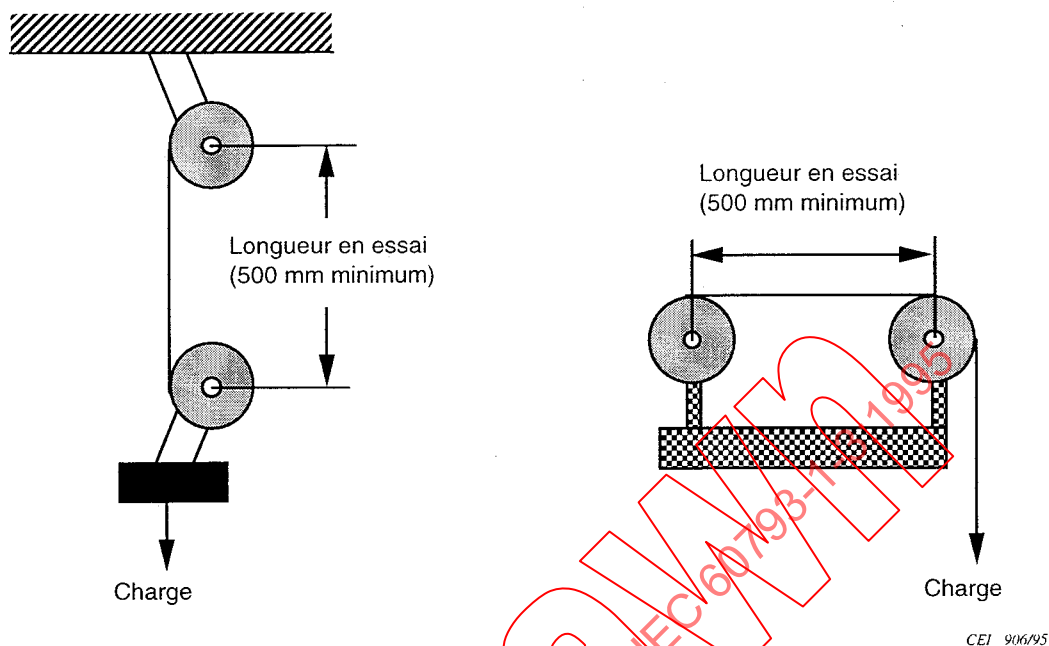


Figure 15 – Schéma des appareils d'essai de fatigue statique (tension) possibles

16 Méthode CEI 793-1-B7D – Fatigue statique des fibres optiques par flexion en deux points

16.1 Objet

Cette procédure décrit une méthode pour déterminer le paramètre de fatigue statique des fibres optiques par flexion en deux points. Un essai de flexion est utilisé de préférence à un essai de traction pour les cas où les contraintes sur la fibre, en cours de service, résultent d'une flexion.

16.2 Appareillage

16.2.1 La figure 16 illustre de manière schématique un équipement d'essai possible. Les plateaux parallèles, cannelés ainsi que les entretoises doivent être réalisés en matériau thermiquement stables (par exemple, l'acier inoxydable). (Les entretoises sont utilisées pour créer l'espace requis entre plateaux.) Il est admis d'utiliser des tubes de verre alésés de précision ou des plaques de métal comportant deux trous alésés avec précision en lieu et place des plateaux parallèles illustrés à la figure 16. Dans ces cas, les parois des tubes (ou des trous alésés) ont la même fonction que les plateaux parallèles.

16.2.2 Un capteur acoustique ainsi qu'un contrôleur approprié de la tension de sortie peuvent être utilisés pour détecter la rupture de la fibre. D'autres méthodes de détection des ruptures, telles que l'injection de lumière dans la fibre optique peuvent également être utilisées. L'équipement de détection doit être capable d'enregistrer le temps au moment de la rupture avec une précision égale ou supérieure à 1% du temps écoulé.

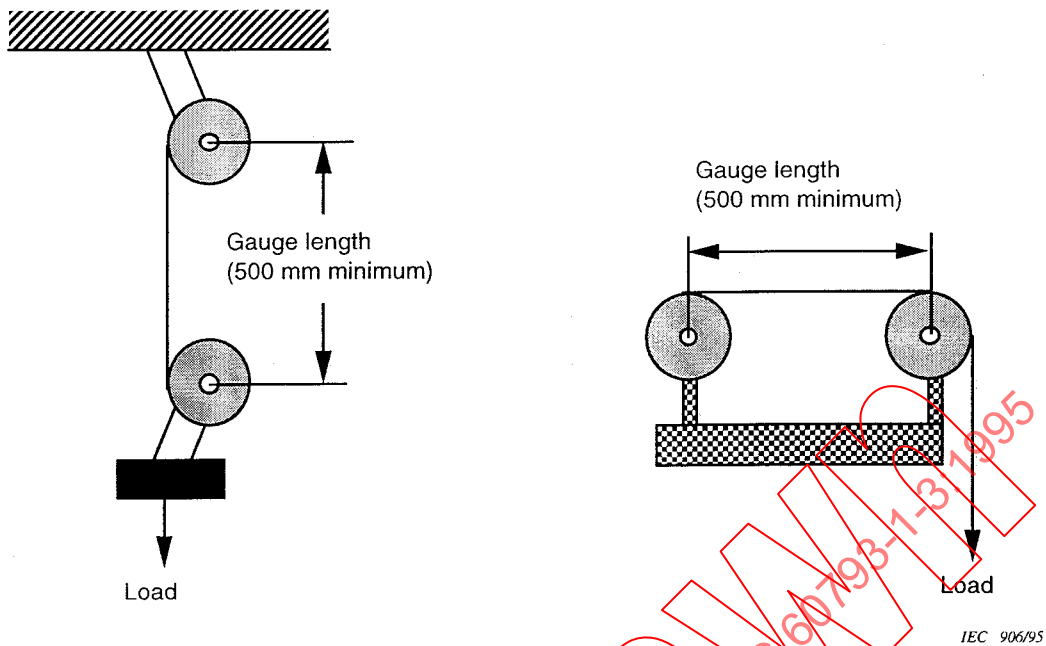


Figure 15 – Schematic of possible static fatigue (tension) apparatus

16 Method IEC 793-1-B7D – Static fatigue parameters of optical fibres by two-point bending

16.1 Object

This procedure provides a method for determining the static fatigue parameters of optical fibres in two-point bending. A bending test is used in preference to tension for those cases in which stress on the fibre in service results from bending.

16.2 Apparatus

16.2.1 A possible test equipment is schematically shown in figure 16. The grooved, parallel plates and the spacers shall be made of thermally stable materials (e.g., stainless steel). (The spacers are used to create a required gap between plates.) Precision-bore glass tubes or precision-reamed metal plates may be used in place of the parallel plates shown in figure 16. In these cases, the walls of the tubes serve the same function as the parallel plates.

16.2.2 An acoustic sensor, and an appropriate monitor for output voltage may be used for fibre fracture detection. Other methods of sensing breaks, such as launching light down the optical fibre, may also be used. The sensing equipment shall be capable of measuring the time to break with a precision equal to or better than 1 % of the elapsed time.

16.3 Echantillon en essai

L'échantillon en essai est une longueur de fibre optique revêtue d'environ 30 mm à 120 mm. Le diamètre du verre doit être connu à $\pm 1 \mu\text{m}$ et le diamètre du revêtement doit être connu à $\pm 5 \mu\text{m}$. Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, la taille de l'échantillon pour chaque niveau de contrainte nominale doit être d'au moins 15.

16.4 Procédure

Au moins cinq niveaux différents de contrainte nominale doivent être utilisés pour l'essai. Les contraintes nominales doivent être choisies de façon que les temps médians à la rupture s'échelonnent d'environ 1 h à environ 30 jours.

Monter l'appareil de flexion en deux points en utilisant des entretoises de hauteur appropriée pour obtenir la contrainte maximale désirée au sommet de la fibre courbée. Pour calculer la hauteur des entretoises qui donnera la valeur désirée des contraintes appliquées utiliser les équations (7), (8) et (9). Si des tubes alésés de précision ou des plaques de métal alésées avec précision sont utilisés, la valeur, d_g , dans l'équation (8) est égale à zéro (0). Après pré-conditionnement, positionner les fibres dans l'appareil. Noter les temps à la rupture pour chaque rupture, au moyen d'un détecteur. S'assurer que le détecteur n'a pas enregistré de fausse rupture, ou qu'il n'a pas manqué d'enregistrer de vraies ruptures.

16.5 Calculs

16.5.1 Contrainte à la rupture

Voir 14.5.1

16.5.2 Paramètre de résistance à la corrosion sous contrainte statique (flexion en deux points), n_s

Voir 15.5.2.

16.6 Résultats

16.6.1 Les renseignements suivants doivent être fournis:

- identification de la fibre;
- date de l'essai;
- paramètre de résistance à la corrosion sous contrainte statique (flexion en deux points), n_s (d'autres paramètres sont à l'étude).

16.6.2 Les renseignements suivants doivent être disponibles sur demande:

- diamètre de la fibre (verre);
- diamètre du revêtement;
- environnement d'essai;
- module d'élasticité de la fibre;
- taille de l'échantillon initial pour chaque niveau de contrainte nominale et nombre de niveaux de contrainte nominale;
- méthode de calcul de n_s ;
- paramètre de Weibull, m_s , à partir de 15.5.2, pour chaque valeur de contrainte testée.
- l'écart type sur l'estimation de n_s ;
- niveaux des tensions nominales.

16.3 Test sample

The test sample is a length of coated optical fibre approximately 30 mm to 120 mm long. The glass diameter shall be known to $\pm 1 \mu\text{m}$ and coating diameter shall be known to $\pm 5 \mu\text{m}$. Unless otherwise specified in the detail specification, the sample size for each nominal stress level shall be at least 15.

16.4 Procedure

A minimum of 5 different nominal stress levels shall be tested. The nominal stresses shall be chosen such that the median times to fracture range from about 1 h to about 30 days.

Assemble the two-point bending fixture, using spacers of appropriate height to produce the desired maximum stress at the apex of the fibre bend. To calculate the spacer height which will produce the desired value of applied stress use equations (7), (8) and (9). If precision-bore tubing or precision-reamed metal is used, d_g in equation (8) is equal to zero (0). Upon completion of preconditioning, load the fibres into the fixture. Record the time to fracture for each break using a detector. Ensure that the detector did not register false breaks or fail to register true breaks.

16.5 Calculations

16.5.1 Fracture stress

See 14.5.1

16.5.2 Static (two-point bending) stress corrosion susceptibility parameter, n_s

See 15.5.2.

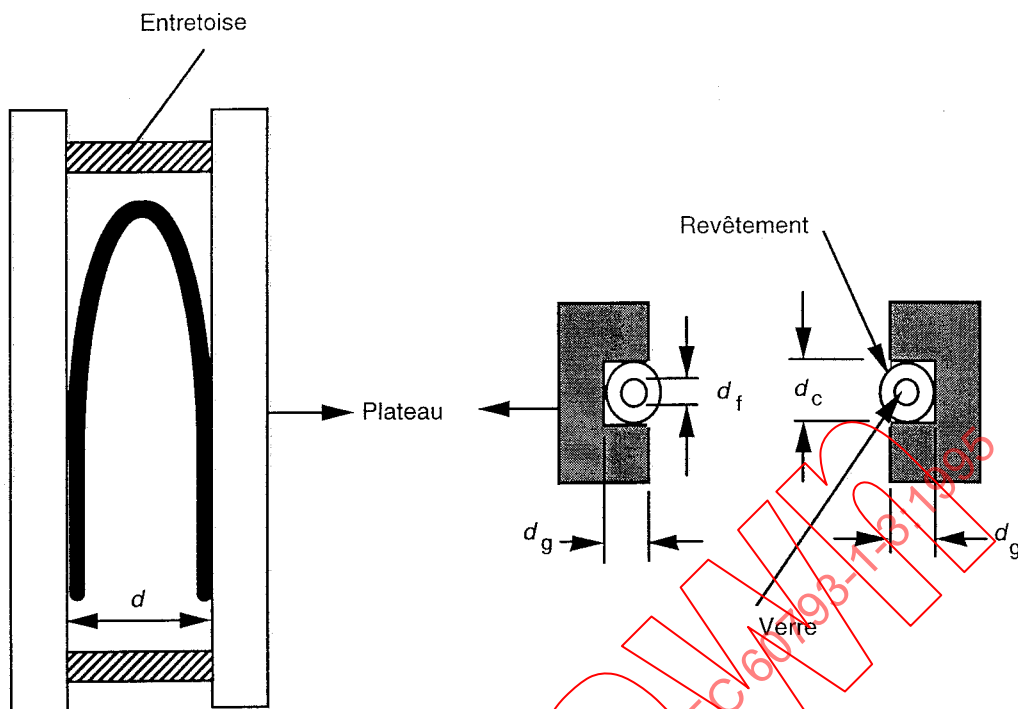
16.6 Results

16.6.1 The following data shall be reported:

- fibre identification;
- test date;
- static (two-point bending) stress corrosion susceptibility parameter, n_s (other parameters are under consideration).

16.6.2 The following data shall be available upon request:

- fibre (glass) diameter;
- coating diameter;
- test environment;
- modulus of elasticity of the fibre;
- initial sample size for each nominal stress level and the number of nominal stress levels;
- method of computation of n_s ;
- the Weibull shape parameter, m_s , from 15.5.2, for each strain value tested;
- the standard error of the estimate (SEE) of n_s ;
- nominal stress levels.



CEI 907/95

Figure 16a – Vue de face

Figure 16b – Coupe

Figure 16 – Schéma d'un appareillage possible d'essai de fatigue statique (flexion en deux points)

17 Méthode CEI 793-1-B7E – Fatigue statique des fibres optiques par courbure uniforme

17.1 Objet

La présente procédure décrit une méthode de détermination du paramètre de fatigue statique de longueurs individuelles de fibre optique sous courbure uniforme. Cette méthode est destinée à évaluer la tenue à l'essai de fatigue statique des fibres, en utilisant divers diamètres de courbure.

17.2 Appareillage

L'équipement proposé pour l'essai de contrainte en courbure comprend des mandrins de précision de divers diamètres. Les fibres sont soumises à des contraintes en courbure par enroulement autour du mandrin (voir figure 17).

17.2.1 Support de l'échantillon

La longueur de fibre soumise à l'essai doit être fixée aux deux extrémités. Les fibres peuvent être fixées par exemple au moyen de collier en caoutchouc, de colle ou de bande adhésive aux extrémités du mandrin. La fixation ne doit pas permettre le glissement de la fibre avant rupture et doit minimiser les risques de ruptures de la fibre à ce niveau. Une rupture qui apparaît au niveau de la fixation doit être enregistrée mais ne sera pas prise en compte comme faisant partie de l'échantillon ou utilisée pour des calculs ultérieurs.

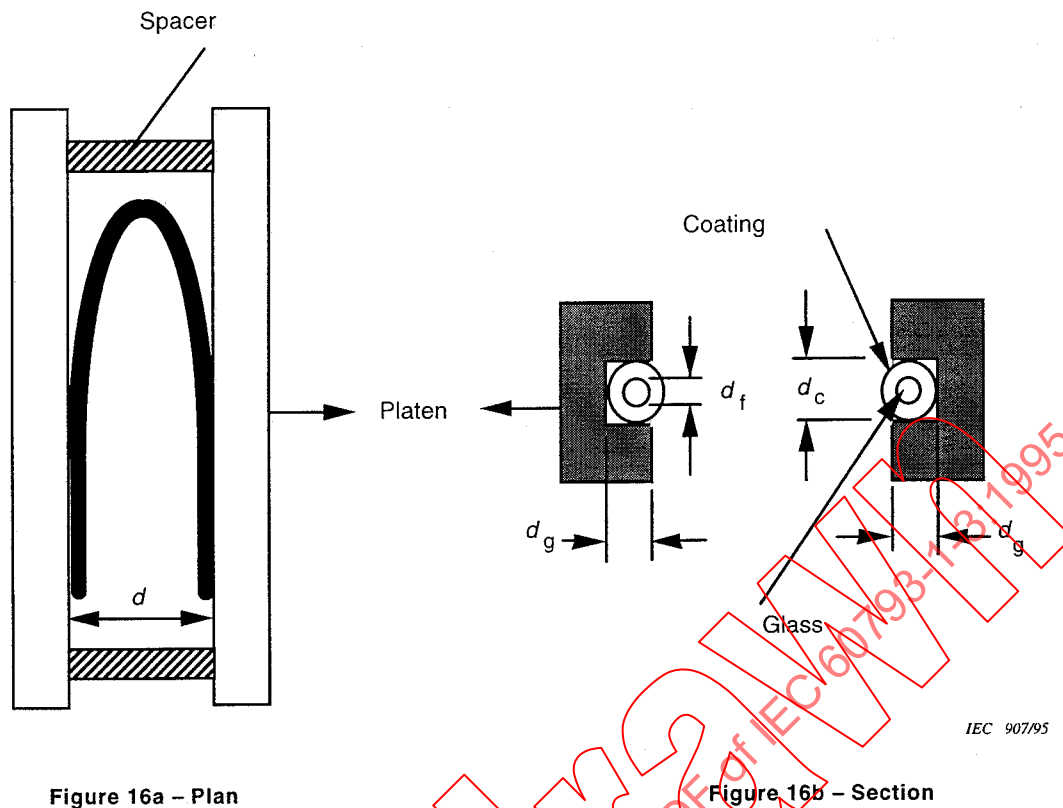


Figure 16a – Plan

Figure 16b – Section

Figure 16 – Schematic of possible static fatigue (two-point bending) apparatus

17 Method IEC 793-1-B7E – Static fatigue parameters of optical fibres by uniform bending

17.1 Object

This procedure describes a method for determining the static fatigue parameters of individual optical fibre lengths in uniform bending. This method is intended to test static fatigue behaviour of fibres by using different bend diameters.

17.2 Apparatus

The proposed test equipment for bending stress consists of precision mandrels of different diameters. Fibres are subjected to bending stresses by winding around a mandrel (see figure 17).

17.2.1 Support of the sample

The fibre length to be tested shall be gripped at both ends. The fibres can be fixed using, for example rubber rings or glue or tape at the ends of the mandrel. The grip shall not allow the fibre to slip prior to fracture, and shall minimize fibre fracture at the grip. A break that occurs at the grip shall be recorded, but is not to be considered part of the sample or used in subsequent calculations.

Un mécanisme d'enroulement de la fibre en essai sur le mandrin est nécessaire. La fibre doit être enroulée avec un pas minimal. Il faut éviter d'introduire une contrainte de traction indésirable pendant l'enroulement. Une force d'enroulement suffisante est cependant nécessaire pour s'assurer que la fibre touche le mandrin sur toute sa longueur, par exemple 0,25 N.

17.2.2 Mise en contrainte de la fibre

Les niveaux de contrainte peuvent être changés par une sélection appropriée de la taille des mandrins. Plusieurs éprouvettes sont soumises à l'essai à un niveau de contrainte nominale donnée. Pour la méthode de calcul dite de la simple médiane, la tolérance sur les diamètres des mandrins pour un niveau de contrainte donné doit être de $\pm 0,5\%$ de la valeur nominale. Pour la méthode dite homologue et la méthode d'estimation de la probabilité maximale, les niveaux individuels des contraintes sur chaque éprouvette doivent être enregistrés et utilisés pour les calculs.

17.2.3 Mesure du temps à la rupture

De nombreuses techniques permettent d'enregistrer le moment de la rupture et peuvent satisfaire à ces exigences. Une méthode consiste à utiliser un détecteur d'émission acoustique ou un transducteur pour détecter la rupture de la fibre et indiquer à l'ordinateur le moment de la rupture. Une autre méthode est la détection optique de la présence du mandrin dans un support spécial. Lorsque la fibre rompt, le mandrin est éjecté du support. La détection optique de la lumière transmise dans la fibre est également une autre technique.

17.3 Echantillon en essai

Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, la taille de l'échantillon pour chaque niveau de contrainte nominale doit être d'au moins 15. Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, la longueur de la fibre pour chaque essai doit être de 1 m. Le diamètre du verre doit être connu à $\pm 1 \mu\text{m}$ et le diamètre du revêtement doit être connu à $\pm 5 \mu\text{m}$.

17.4 Procédure

Il faut utiliser pour l'essai au moins cinq niveaux différents de tension nominale. Les tensions nominales doivent être choisies de façon que les temps médians à la rupture s'échelonnent de 1 h environ à 30 jours environ.

17.5 Calculs

17.5.1 Contrainte à la rupture

Calculer la contrainte à la rupture de chaque fibre par la formule suivante:

$$\sigma_f = E_0 \cdot \epsilon_f (1 + 0,5 \alpha'' \epsilon_f) \quad (14)$$

$$\epsilon_f = \frac{d_f}{D + d_c} \quad (15)$$

$$\alpha'' = 0,75 \alpha \quad (16)$$

A winding mechanism is needed to wind the test fibre on the mandrel. The fibre shall be wound with minimum pitch. Care shall be taken to avoid introducing unwanted tensile stress during winding. Sufficient winding force is needed to ensure that the fibre touches the mandrel throughout its entire length, for example 0,25 N.

17.2.2 *Stressing the fibre*

The stress level can be varied by the proper choice of the mandrel size. Several specimens are tested at a given nominal stress level. For the simple median computation method, the range of mandrel diameters for a given stress level shall be within $\pm 0,5$ % of the nominal. For the homologous method and the maximum likelihood estimate (MLE) method, the individual stress levels for each specimen shall be recorded for use in the computation.

17.2.3 *Measuring time to fracture*

There are many techniques to monitor time to fracture which can meet these requirements. One way is to use an acoustic emission detector or transducer to sense the fibre break and signal the computer at the time of fracture. Another way is optical detection of the presence of the mandrel in a special holder. When the fibre breaks, the mandrel is pushed out of the holder. Optical detection of transmitted light through the fibre is another technique.

17.3 *Test sample*

Unless otherwise specified in the detail specification, the sample size for each nominal stress level shall be at least 15. Unless otherwise specified in the detail specification, the fibre length for each test shall be 1 m. The glass diameter shall be known to ± 1 μm and coating diameter shall be known to ± 5 μm .

17.4 *Procedure*

A minimum of five different nominal stress levels shall be tested. The nominal stresses shall be chosen such that the median times to fracture range from about 1 h to about 30 days.

17.5 *Calculations*

17.5.1 *Fracture stress*

Calculate the fracture stress of each fibre by:

$$\sigma_f = E_0 \cdot \varepsilon_f (1 + 0,5 \alpha'' \varepsilon_f) \quad (14)$$

$$\varepsilon_f = \frac{d_f}{D + d_c} \quad (15)$$

$$\alpha'' = 0,75 \alpha \quad (16)$$

où

σ_f est la contrainte à la rupture (GPa);

E_0 est le module de Young (72 GPa);

ε_f est l'allongement à la rupture;

α est le paramètre de correction pour tenir compte de la non linéarité entre contrainte et allongement (la valeur typique pour α est 6);

d_f est le diamètre de la fibre de verre (μm);

D est le diamètre du mandrin (μm);

d_c est le diamètre total de la fibre y compris tout revêtement (μm).

17.5.2 Paramètre de résistance à la corrosion sous contrainte statique (flexion uniforme), n_s

Voir 15.5.2

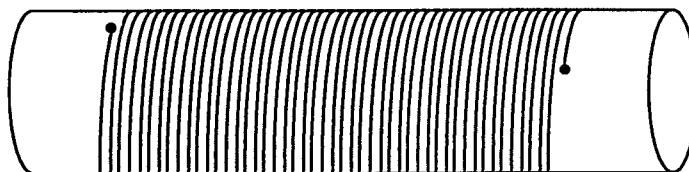
17.6 Résultats

17.6.1 Les renseignements suivants doivent être fournis:

- identification de la fibre;
- date de l'essai;
- paramètre de résistance à la corrosion sous contrainte statique (flexion uniforme), n_s (d'autres paramètres sont à l'étude).

17.6.2 Les renseignements suivants doivent être disponibles sur demande:

- diamètre de la fibre (verre);
- diamètre du revêtement;
- diamètres des mandrins;
- environnement d'essai;
- écart type sur l'estimation de n_s ;
- longueur de la fibre enroulée sur les mandrins;
- force d'enroulement;
- taille de l'échantillon initial pour chaque groupe d'essais et nombre de groupe d'essais;
- nombre de mandrins dans chaque lot de diamètres de mandrin;
- méthode de calcul de n_s .



CEI 908/95

Figure 17 – Schéma d'un appareillage possible d'essai de fatigue statique (courbure uniforme)

where

σ_f is the fracture stress (GPa);

E_0 is the Young's modulus (72 GPa);

ϵ_f is the fracture strain;

α is the correction parameter for non-linear stress/strain behaviour (typical value for α is 6);

d_f is the glass fibre diameter (μm);

D is the mandrel diameter (μm);

d_c is the overall fibre diameter including any coating (μm).

17.5.2 Static (uniform bending) stress corrosion susceptibility parameter, n_s

See 15.5.2.

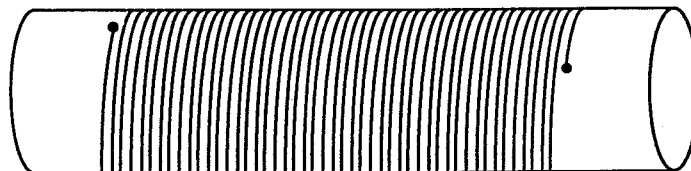
17.6 Results

17.6.1 The following data shall be reported:

- fibre identification;
- test date;
- static (uniform bending) stress corrosion susceptibility parameter, n_s (other parameters are under consideration).

17.6.2 The following data shall be available upon request:

- fibre (glass) diameter;
- coating diameter;
- mandrel diameters;
- test environment;
- the standard error of the estimate (SEE) of n_s ;
- length of fibre wound on mandrels;
- winding force.
- initial sample size for each test set and the number of test sets;
- number of mandrels in each batch of mandrel diameters;
- method of computation of n_s .



IEC 908/95

Figure 17 – Schematic of possible static fatigue (uniform bending) apparatus

Annexe A (normative)

Calculs statistiques relatifs aux essais de contrainte à la rupture

A.1 Taille de l'éprouvette et de l'échantillon

A.1.1 Taille de l'éprouvette

Les essais de contrainte à la rupture sont de nature statistique. De nombreuses fibres individuelles, dont chacune est représentative d'une population donnée, doivent être soumises aux tests de contrainte à la rupture. Le résultat est enregistré pour la population dans son ensemble, comme une distribution de probabilité.

La représentativité de la population et l'intervalle de confiance sont déterminés par la taille de l'échantillon et la longueur en essai. La longueur en essai affecte également le résultat étant donné qu'en général la contrainte à la rupture mesurée décroît lorsque la longueur en essai croît.

A.1.2 Taille de l'échantillon

Il n'est pas possible dans la pratique de préselectionner des défauts identiques pour les tester à chacune des vitesses de déformation. Par contre, il est exigé que l'échantillonnage évalue la tenue du défaut moyen. La valeur de l'intervalle de confiance de l'essai est régie par l'absence de similitude des défauts soumis à l'essai à différentes vitesses de déformation. Ceci signifie que l'intervalle de confiance est une mesure de la précision de l'essai de fatigue et non une mesure directe d'une caractéristique de la fibre.

Le tableau A.1 fournit un intervalle de confiance type pour différentes combinaisons entre le paramètre de résistance à la corrosion sous contrainte dynamique, n_d , la pente de la courbe de Weibull, m , ainsi que la taille de l'échantillon par vitesse de déformation. Ces résultats sont l'aboutissement d'une simulation Monte Carlo d'une distribution de Weibull idéale, associée à la tenue à la fatigue définie par l'équation (5) (article 13). Quatre vitesses de déformation, différant chacune d'un ordre de grandeur, sont utilisées dans la simulation.

Annex A

(normative)

Statistical calculation concerning the fracture stress testing

A.1 Specimen size and sample size

A.1.1 Specimen size

Fracture stress testing is statistical in nature. Many individual fibres, each of which is representative of a given population, shall be tested for fracture stress. The result is reported for the population as a whole, as a probability distribution.

The product sample size and gauge length determines the extent to which the population is represented and the range of measured probability. The gauge length also affects the result since, in general, the measured fracture stress decreases as the gauge length increases.

A.1.2 Sample size

In practice, identical flaws cannot be preselected for testing at each of the strain rates. Instead, sampling is required to estimate the behaviour of the mean flaw. The confidence interval width of the test is governed by the lack of similarity of flaws tested at different strain rates. That is, the confidence interval is a measure of the fatigue test precision, not a direct measure of a fibre attribute.

Table A.1 gives a typical confidence interval for various combinations of dynamic stress corrosion susceptibility parameter, n_d , the Weibull slope, m , and the sample size per strain rate. These results are from Monte Carlo simulation of an ideal Weibull distribution in conjunction with fatigue behaviour defined by equation (5) (clause 13). Four strain rates, each separated by an order of magnitude, are used in the simulation.

Tableau A.1 – Intervalle de confiance à 95 % pour n_d

Réal n_d	m_d	Taille de l'échantillon pour chaque vitesse de déformation			
		15	30	45	60
10	15	8,7 – 11,0	9,3 – 10,8	9,5 – 10,5	9,5 – 10,5
"	30	9,5 – 10,5	9,6 – 10,4	9,7 – 10,3	9,8 – 10,3
"	60	9,7 – 10,3	9,8 – 10,2	9,9 – 10,2	9,9 – 10,1
"	90	9,8 – 10,2	9,9 – 10,1	9,9 – 10,1	9,9 – 10,1
20	15	16,7 – 24,0	17,6 – 23,2	18,3 – 22,6	18,4 – 22,0
"	30	18,2 – 22,0	18,9 – 21,6	19,5 – 22,6	19,2 – 21,0
"	60	19,1 – 21,1	19,5 – 20,9	19,8 – 20,5	19,6 – 20,5
"	90	19,5 – 20,8	19,6 – 20,7	19,8 – 20,5	19,8 – 20,4
30	15	22,8 – 39,2	24,9 – 37,1	26,2 – 35,5	26,6 – 34,4
"	30	26,0 – 34,1	27,3 – 33,3	28,0 – 32,7	28,3 – 32,3
"	60	28,0 – 32,0	29,2 – 31,2	29,4 – 31,0	29,2 – 31,2
"	90	28,7 – 31,4	29,2 – 31,2	29,4 – 31,0	29,3 – 30,8
50	15	33,2 – 80,6	37,5 – 72,3	40,5 – 67,3	41,5 – 63,7
"	30	40,0 – 62,2	43,0 – 59,8	45,0 – 57,7	45,6 – 56,4
"	60	44,6 – 55,8	46,5 – 54,7	48,1 – 53,8	47,9 – 53,3
"	90	46,4 – 53,9	47,8 – 53,3	49,1 – 52,7	49,0 – 52,3
100	15	49,8 – 380,0	60,8 – 258,7	68,5 – 198,0	71,2 – 170,7
"	30	67,1 – 162,3	76,1 – 147,7	81,5 – 135,1	83,9 – 129,7
"	60	81,5 – 125,8	87,2 – 120,7	90,4 – 116,2	92,2 – 114,4
"	90	87,4 – 123,2	91,7 – 113,8	93,9 – 110,8	95,2 – 110,0