

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61033

Première édition
First edition
1991-04

**Méthodes d'essai pour la détermination du
pouvoir agglomérant des agents d'imprégnation
sur fil émaillé**

**Test methods for the determination of bond
strength of impregnating agents to an enamelled
wire substrate**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61033: 1991

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61033

Première édition
First edition
1991-04

**Méthodes d'essai pour la détermination du
pouvoir agglomérant des agents d'imprégnation
sur fil émaillé**

**Test methods for the determination of bond
strength of impregnating agents to an enamelled
wire substrate**

© IEC 1991 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni
utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun
procédé, électronique ou mécanique, y compris la photo-
copie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

M

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

SOMMAIRE

	Pages
PREAMBULE	4
PREFACE	4
INTRODUCTION	6
 Articles	
1 Domaine d'application	6
2 Méthodes d'essai	6
2.1 Méthode A: méthode de la bobine torsadée	6
2.2 Méthode B: méthode de la bobine hélicoïdale	10
2.3 Méthode C: méthode du faisceau de fils	12
Figures	18

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7
 Clause	
1 Scope	7
2 Methods of test	7
2.1 Method A: twisted coil test	7
2.2 Method B: helical coil test	11
2.3 Method C: Wire bundle test.....	13
 Figures	18

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

METHODES D'ESSAI POUR LA DETERMINATION DU POUVOIR AGGLOMERANT DES AGENTS D'IMPREGNATION SUR FIL EMAILLE

PREAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes 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.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le voeu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PREFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 15C: Spécifications, du Comité d'Etudes n° 15 de la CEI: Matériaux isolants.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
15C(BC)252 15C(BC)252A	15C(BC)270

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

La présente norme remplace la CEI 290, publiée en 1969, et la CEI 699, publiée en 1981.

La publication suivante de la CEI est citée dans la présente norme:

Publication n° 317: Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage.

Autre publication citée:

ISO 178 (1975): Matières plastiques - Détermination des caractéristiques de flexion des matières plastiques rigides.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

TEST METHODS FOR THE DETERMINATION OF BOND STRENGTH OF
IMPREGNATING AGENTS TO AN ENAMELLED WIRE SUBSTRATE

FOREWORD

- 1) 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.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 15C: Specifications, of IEC Technical Committee No. 15: Insulating materials.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
15C(C0)252 15C(C0)252A	15C(C0)270

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

This standard replaces IEC 290, published in 1969, and IEC 699, published in 1981.

The following IEC publication is quoted in this standard:

Publication No. 317: Specifications for particular types of winding wires.

Other publication quoted:

ISO 178 (1975): Plastics - Determination of flexural properties of rigid plastics.

METHODES D'ESSAI POUR LA DETERMINATION DU POUVOIR AGGLOMERANT DES AGENTS D'IMPREGNATION SUR FIL EMAILLE

INTRODUCTION

La présente norme traite de trois méthodes d'essai pour déterminer le pouvoir agglomérant des agents d'imprégnation utilisés avec des substrats en fil émaillé.

Les méthodes sont les suivantes:

- 1) Méthode de la bobine torsadée: méthode A
- 2) Méthode de la bobine hélicoïdale: méthode B
- 3) Méthode du faisceau de fils: méthode C

1 Domaine d'application

La présente norme décrit trois méthodes d'essai pour déterminer le pouvoir agglomérant d'agents d'imprégnation tels que des vernis avec solvants et des résines sans solvants, sur un substrat en fil émaillé. Le pouvoir agglomérant peut être affecté par la cuisson, par la température d'essai, par le vieillissement thermique et, pour tout agent d'imprégnation, par le type d'email choisi.

Ces trois méthodes d'essai couvrent les méthodes standards habituellement utilisées pour déterminer le pouvoir agglomérant. L'une de ces méthodes pourra être prise comme méthode d'arbitrage pour un certain groupe de matériaux sous réserve d'une spécification dans la feuille particulière correspondante.

2 Méthodes d'essai

2.1 Méthode A: méthode de la bobine torsadée

2.1.1 Principe

Dans cet essai, une bobine torsadée constituée d'un fil émaillé de 0,315 mm de diamètre est imprégnée et est soumise au traitement spécifié. La force nécessaire à la rupture de cette bobine est une mesure du pouvoir agglomérant.

2.1.2 Epreuve

Préparer, avec un fil émaillé (voir note 1), au moyen d'un dispositif de bobinage approprié (voir figure 1a), une bobine enroulée à fils juxtaposés. Pour éviter l'ouverture de la bobine après son enlèvement du dispositif de bobinage, elle est bloquée par enroulement de ses extrémités, ou bien par enroulement de morceaux de fils, sur deux ou trois tours perpendiculairement au faisceau de fils constitutif de la bobine. Le dispositif de bobinage comporte, à cet effet, des fentes appropriées (voir figure 1b). Pour la préparation de la bobine, les dimensions sont les suivantes:

TEST METHODS FOR THE DETERMINATION OF BOND STRENGTH OF IMPREGNATING AGENTS TO AN ENAMELLED WIRE SUBSTRATE

INTRODUCTION

This standard deals with three methods of test to determine the bond strength of impregnating agents in conjunction with enamelled wire substrates.

The methods are as follows:

- 1) Twisted coil test: method A
- 2) Helical coil test: method B
- 3) Wire bundle test: method C

1 Scope

This standard describes three methods of test to determine the bond strength of impregnating agents such as solvent-based varnishes and solventless resins to an enamelled wire substrate. Bond strength may be affected by cure, by test temperature, by thermal ageing, and for any impregnating agent, by the chosen type of wire enamel.

These three methods of test cover the prevailing standard practice of testing bond strength. For a certain group of materials, one of these methods may be assigned to be the referee method subject to a specification in the relevant specification sheet.

2 Methods of test

2.1 Method A: twisted coil test

2.1.1 Principle

In this test, 0,315 mm diameter enamelled winding wire in the form of a twisted coil is impregnated and cured. The maximum force to break this specimen is a measure of the bond strength.

2.1.2 Specimen

Prepare a random wound coil from an enamelled winding wire (see note 1) by means of a suitable winding equipment (see figure 1a). To prevent opening of the coil after removal from the winding equipment, each end of the winding wire, or short piece of enamelled wire may be wrapped around the coil two or three times in opposite directions. For this purpose the winding equipment is provided with appropriate notches (see figure 1b). For winding the coil, the following dimensions apply:

diamètre d'enroulement: 57 mm $\pm$ 1 mm
largeur de l'encoche: 6 mm $\pm$ 1 mm
nombre de tours: 100 (voir note 2)
diamètre nominal du fil: 0,315 mm

NOTES

1 Pour le fil émaillé, voir également la CEI 317.

2 Au lieu de 100 tours, deux fois 50 tours peuvent être utilisés pour obtenir un bobinage bifilaire qui permet, si on le souhaite, le chauffage de la bobine par courant alternatif.

Retirer la bobine du dispositif de bobinage et l'étirer pour lui donner une forme ovale. Torsader la bobine par deux tours complets autour de son axe longitudinal au moyen d'un appareil de torsadage (voir figures 2a et 2b). La bobine torsadée ainsi formée a environ 7 mm de diamètre et 85 mm à 90 mm de long et sert de substrat pour l'agent d'imprégnation.

Sauf spécification contraire dans le contrat d'achat, traiter une seule fois la bobine torsadée avec l'agent d'imprégnation. La bobine torsadée étant en position verticale, l'immerger dans l'agent d'imprégnation pendant 5 min $\pm$ 1 min (voir note). La retirer lentement et à une vitesse uniforme d'au plus 1 mm/s. L'égoutter en position horizontale pendant 10 min à 15 min et la cuire dans la même position suivant les recommandations du fabricant ou suivant une procédure acceptée. Si plus d'un traitement doit être fait, tremper, égoutter et cuire la bobine torsadée verticalement, en inversant le sens pour chaque traitement successif.

Préparer cinq éprouvettes pour chaque température d'essai.

NOTE - Certains agents d'imprégnation, tels que les produits à viscosité élevée ou thixotropes peuvent nécessiter des processus différents.

2.1.3 Appareillage

Utiliser un appareil conforme à l'ISO 178.

Les dimensions des supports de l'appareillage d'essai doivent être conformes à la figure 3.

2.1.4 Mode opératoire

L'éprouvette étant convenablement positionnée selon la figure 3, régler la vitesse de déplacement de la panne de façon à atteindre la force maximale en environ 1 min.

Pour les essais à températures élevées (voir note), une étuve faisant partie de l'appareillage peut être utilisée. Avant l'essai, l'éprouvette doit être maintenue dans l'étuve, à la température d'essai, pendant une durée juste suffisante pour s'assurer que l'éprouvette a atteint cette température. Un chauffage prolongé de l'éprouvette pourrait affecter le pouvoir agglomérant.

NOTE - En cas de chauffage par le courant, il convient de déterminer la température d'essai de l'éprouvette par des moyens appropriés, par exemple thermocouple, mesures de résistance.

winding diameter: 57 mm $\pm$ 1 mm
width of the slot: 6 mm $\pm$ 1 mm
number of turns: 100 (see note 2)
nominal wire diameter: 0,315 mm

NOTES

1 For enamelled winding wire see also IEC 317.

2 Instead of 100 turns, two times 50 turns may be used to provide a bifilar winding that allows a.c. current heating of the coil if desired.

Remove the coil from the winding equipment and stretch it into an oval shape. Twist the coil two full turns around its longitudinal axis by means of a twisting device (see figures 2a and 2b). The twisted coil formed is about 7 mm in diameter and 85 mm to 90 mm in length and serves as substrate for the impregnating agent.

Unless otherwise specified in the purchase contract, treat the twisted coil once with the impregnating agent. With the twisted coil in the vertical position, immerse it in the impregnating agent for 5 min $\pm$ 1 min (see note). Remove it slowly and uniformly at a maximum rate of 1 mm/s. Drain horizontally for 10 min to 15 min and cure horizontally according to the manufacturer's recommendation or to an agreed schedule. If more than one treatment is to be given, dip, drain and cure the twisted coil vertically, reversing the direction for each subsequent treatment.

Prepare five specimens for each test temperature.

NOTE - Some impregnating agents, such as high viscosity or thixotropic products may require alternative processing methods.

2.1.3 Equipment

Use equipment according to ISO 178.

Dimensions of the supports of the test equipment shall comply with figure 3.

2.1.4 Procedures

With the specimen properly positioned according to figure 3, adjust the crosshead speed so that the maximum force is reached in about 1 min.

For tests at elevated temperatures (see note), a heating cabinet attached to the equipment may be used. Before testing, the test specimen shall be kept in the cabinet at the test temperature for a time just sufficient to ensure that the test specimen reaches this temperature. Extended heating of the specimen could affect the property.

NOTE - In case of current heating, the test temperature of the test specimen should be determined by adequate means, e.g. thermocouple, resistance measurements.

2.1.5 Expression des résultats

Le pouvoir agglomérant est la valeur médiane des cinq mesures exprimées en newtons.

2.1.6 Rapport

Consigner ce qui suit:

- référence à la méthode d'essai A de la présente norme;
- détails sur l'agent d'imprégnation;
- détails sur le substrat (type de fil émaillé);
- détails sur la préparation des éprouvettes (bobine unifilaire ou bifilaire, détails sur l'imprégnation);
- températures d'essai;
- pouvoir agglomérant ainsi que les valeurs minimale et maximale mesurées pour chaque température;
- si le fil de bobinage ou l'éprouvette ont été lavés, de telle sorte qu'ils ne sont plus dans l'état "de réception", cette procédure doit être notée dans le rapport.

2.2 Méthode B: méthode de la bobine hélicoïdale

2.2.1 Principe

Dans cet essai, une bobine hélicoïdale constituée d'un fil de 1 mm de diamètre est recouverte de vernis et est soumise au traitement spécifié. La force nécessaire à la rupture de cette bobine est une mesure du pouvoir agglomérant.

2.2.2 Eprouvette

Préparer une bobine hélicoïdale en fil émaillé (voir note) au moyen d'un dispositif de bobinage approprié (voir figure 4). Pour la préparation de la bobine, les dimensions sont les suivantes:

diamètre nominal du fil:	1 mm
diamètre du mandrin:	6,3 mm $\pm$ 0,1 mm
longueur de la bobine:	75 mm $\pm$ 2 mm
tension de bobinage:	10 N $\pm$ 1 N

NOTE - Pour le fil émaillé, voir également la CEI 317. Les bobines peuvent être enroulées en grande longueur et être ensuite coupées à la dimension désirée.

Sauf spécification contraire dans le contrat d'achat, traiter une seule fois la bobine hélicoïdale avec l'agent d'imprégnation. La bobine hélicoïdale étant en position verticale, l'immerger dans l'agent d'imprégnation pendant 60 s $\pm$ 10 s (voir note). La retirer lentement et à une vitesse uniforme maximale de 1 mm/s. L'égoutter en position horizontale pendant 10 min à 15 min et la cuire dans la même position suivant les recommandations du fabricant ou suivant une procédure acceptée. Si plus d'un traitement doit être fait, tremper, égoutter et cuire la bobine hélicoïdale verticalement, en inversant le sens pour chaque traitement successif.

2.1.5 *Result*

The bond strength is expressed as the median value of the five measurements in newtons.

2.1.6 *Report*

Report the following:

- reference to test method A of this standard;
- details of the impregnating agent;
- details of the substrate (type of enamelled winding wire);
- details of specimen preparation (single or bifilar coil, impregnating details);
- test temperatures;
- bond strength and the minimum and maximum measured values for each test temperature;
- if the winding wire or test specimens have been washed in any manner so that they are no longer in an "as received" condition, such procedure shall be noted in the report.

2.2 *Method B: helical coil test*

2.2.1 *Principle*

In this test, 1 mm diameter wire in the form of a helical coil is coated with varnish and cured. The force necessary to break this coil is a measure of the bond strength.

2.2.2 *Specimen*

Prepare a helical coil (see figure 4) from an enamelled winding wire (see note) by means of a suitable winding equipment. For winding the coil, the following dimensions apply:

nominal wire diameter:	1 mm
mandrel diameter:	6,3 mm $\pm$ 0,1 mm
length of coil:	75 mm $\pm$ 2 mm
winding tension:	10 N $\pm$ 1 N

NOTE - For enamelled winding wire see also IEC 317. Coils may be wound in a long continuous length and then cut off to size.

Unless otherwise agreed in the purchase contract, treat the helical coil once with the impregnating agent. With the helical coil in the vertical position, immerse it in the impregnating agent for 60 s $\pm$ 10 s (see note). Remove it slowly and uniformly at a maximum rate of 1 mm/s. Drain horizontally for 10 min to 15 min and cure horizontally according to the manufacturer's recommendation or to an agreed schedule. If more than one treatment is to be given, dip, drain and cure the helical coil vertically reversing the direction for each subsequent treatment.

Préparer cinq éprouvettes pour chaque température d'essai.

NOTE - Certains agents d'imprégnation, tels que les produits à viscosité élevée ou thixotropes peuvent nécessiter des processus différents.

2.2.3 Appareillage

Utiliser un appareil conforme à l'ISO 178.

Les dimensions des supports de l'appareillage d'essai doivent être conformes à la figure 5.

2.2.4 Mode opératoire

L'éprouvette étant convenablement positionnée selon la figure 5, régler la vitesse de déplacement de la panne de façon à atteindre la force maximale en environ 1 min.

Pour les essais à températures élevées (voir note), une étuve faisant partie de l'appareillage peut être utilisée. Avant l'essai, l'éprouvette doit être maintenue dans l'étuve, à la température d'essai, pendant une durée juste suffisante pour s'assurer que l'éprouvette a atteint cette température.

2.2.5 Expression des résultats

Le pouvoir agglomérant est la valeur médiane des cinq mesures exprimée en newtons.

2.2.6 Rapport

Consigner ce qui suit:

- référence à la méthode d'essai B de la présente norme;
- détails sur l'agent d'imprégnation;
- détails sur le substrat (type de fil émaillé);
- détails sur l'imprégnation des éprouvettes;
- températures d'essai;
- pouvoir agglomérant ainsi que les valeurs minimale et maximale mesurées pour chaque température;
- si le fil de bobinage ou l'éprouvette ont été lavés, de telle sorte qu'ils ne sont plus dans l'état "de réception", cette procédure doit être notée dans le rapport.

2.3 Méthode C: méthode du faisceau de fils

2.3.1 Principe

Dans cet essai, un faisceau constitué de fils de 2 mm de diamètre est recouvert de vernis et est soumis au traitement spécifié. La force nécessaire pour extraire du faisceau le fil central est une mesure du pouvoir agglomérant.

Prepare five specimens for each test temperature.

NOTE - Some impregnating agents, such as high viscosity or thixotropic products may require alternative processing methods.

2.2.3 Equipment

Use equipment according to ISO 178.

Dimensions of the supports of the test equipment shall comply with figure 5.

2.2.4 Procedures

With the specimen properly positioned according to figure 5, adjust the crosshead speed so that the maximum force is reached in about 1 min.

For tests at elevated temperatures (see note), attach a heating cabinet to the equipment. Before testing, keep the test specimen in the cabinet at the test temperature for a time just sufficient to ensure that the test specimen reaches this temperature.

2.2.5 Result

The bond strength is expressed as the median value of the five measurements in newtons.

2.2.6 Report

Report the following:

- reference to test method B of this standard;
- details of the impregnating agent;
- details of the substrate (type of enamelled winding wire);
- details of specimen impregnation;
- test temperatures;
- bond strength and the minimum and maximum measured values for each test temperature;
- if the winding wire or test specimens have been washed in any manner so that they are no longer in an "as received" condition, such procedure shall be noted in the report.

2.3 Method C: wire bundle test

2.3.1 Principle

In this test, 2 mm diameter wire in the form of a bundle is coated with varnish and cured. The force necessary to pull the central wire from the bundle is a measure of the bond strength.

2.3.2 Epreuve

Préparer un faisceau de fils (voir figure 6 ou 7) avec un fil émaillé (voir note 1) selon l'un ou l'autre des procédés a) ou b) ci-dessous.

a) Six longueurs de fils de $15 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ de long sont rassemblées en faisceau autour de l'extrémité d'un fil central d'au moins 120 mm de long, comme illustré à la figure 6, et sont fixées en position par deux ligatures de fil de cuivre recuit de 0,35 mm de diamètre. Il convient de s'assurer que l'extrémité du fil central est bien au ras de l'extrémité du faisceau.

b) Six longueurs de fils d'environ 105 mm de long sont rassemblées en un faisceau autour de l'extrémité d'un fil central de 120 mm de long, comme illustré à la figure 7, de manière à obtenir un recouvrement de $15 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$, et sont fixées en position par une ligature de fil de cuivre recuit de 0,35 mm de diamètre. L'extrémité du faisceau de six fils, qui est destinée à être serrée dans les mâchoires d'une machine de traction, doit être renforcée par l'introduction dans le trou central d'une longueur de 50 mm du même fil, l'ensemble étant maintenu par une ligature de fil de cuivre comme pour la zone de recouvrement sur laquelle on désire déterminer le pouvoir agglomérant du vernis.

NOTES

1 Pour le fil émaillé, voir également la CEI 317.

2 Il convient que le fil soit soigneusement redressé en prenant soin de ne pas endommager la surface émaillée. Si le fil est redressé par traction, il y a lieu que son allongement soit inférieur à 5 %. Les longueurs de fil nécessaires à l'obtention des éprouvettes seront prises de préférence sur une même bobine de façon que leurs diamètres soient suffisamment uniformes pour empêcher le glissement du fil central pendant l'application du vernis. Il convient que les extrémités ne présentent ni bavures ni autres saillies susceptibles d'influencer le pouvoir agglomérant.

Pour l'assemblage des éprouvettes selon les méthodes a) ou b), on utilise un gabarit de positionnement des fils extérieurs assurant le recouvrement désiré. En pratique, on peut utiliser comme gabarit une plaque percée d'un trou de 2,8 mm de diamètre dans lequel le fil central est engagé jusqu'à ce qu'il rencontre une butée laissant dépasser son autre extrémité de 15 mm au-dessus de la plaque. Ce gabarit peut servir soit à positionner les fils extérieurs avant qu'ils soient fixés par le serrage définitif des ligatures, soit, avec l'addition d'un collier de maintien, à assembler le faisceau à partir des différentes longueurs de fil. On peut utiliser le dispositif de la figure 8. Le gabarit peut être incliné de 90° sur son montant latéral, de façon que le faisceau soit horizontal pour permettre l'application d'une tension connue, par exemple 3 N, au fil de ligature.

Immerger l'éprouvette dans le vernis à essayer pendant 5 min, avec le seul fil central à la partie supérieure, la retirer ensuite et l'égoutter pendant 15 min. D'autres durées d'immersion et d'égouttage peuvent être utilisées et, dans ce cas, il convient qu'elles soient consignées dans le rapport. Cuire les éprouvettes suivant les recommandations du fabricant. Pendant toutes ces opérations, l'éprouvette est maintenue en position verticale et des précautions doivent être prises pour qu'il n'y ait pas d'excès de vernis adhérent à l'extrémité de l'éprouvette, loin du fil central dépassant. De même, aucun ménisque excessif n'est permis autour du fil dépassant.

2.3.2 Specimen

Prepare a wire bundle (see figure 6 or 7) from an enamelled winding wire (see note 1) in accordance with either procedure a) or b) below.

a) Arrange six lengths of wire $15 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm}$ long into a bundle around the end of a central wire at least 120 mm long as shown in figure 6 and secure in position by binding in two places with annealed copper wires 0,35 mm diameter. Ensure that the end of the centre wire is flush with the end of the bundle.

b) Arrange six lengths of wire, approximately 105 mm long, into a bundle around the end of a wire 120 mm long as shown in figure 7, so that they overlap $15 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ and secure in position by binding with annealed copper wire, 0,35 mm diameter. Insert a 50 mm length of the same wire into the central hole of the end of the bundle of six wires to be gripped in the jaws of a tensile testing machine and bind the end with copper wires as for the overlapped section on which the bond strength is to be determined.

NOTES

1 For enamelled winding wire see also IEC 317.

2 Carefully straighten the wire to be used for the specimens without damage to the surface of the enamel. If the wire is straightened by pulling, limit the elongation of the wire to less than 5 %. Cut the lengths of wire necessary to prepare one test specimen from the same reel to ensure their diameters are sufficiently uniform to prevent the centre wire slipping during varnishing. At the ends of the wires ensure that there are no barbs or other protrusions which would influence the bond strength.

When assembling the wires in accordance with procedures a) or b) use a jig to position the ends of the outer wires to provide the required overlap. A plate, having a 2,8 mm diameter hole through which the centre wire passes until it meets a stop giving exactly 15 mm protrusion above the plate, has been found satisfactory. This can be used either to position the outer wires before these are secured by final tightening of the binding wires or, with the addition of a retaining collar, to assemble the bundle from the separate pieces of wire. A suitable design is shown in figure 8. This jig may be used on its side so that the bundle is horizontal to enable a known tension, for example 3 N, to be applied to the binding wire.

Immerse the test specimen in the varnish to be tested with the single protruding wire uppermost for 5 min, then withdraw and drain for 15 min. Different durations of immersion and draining may be used and should in such cases be noted in the report. Cure the specimens in accordance with the manufacturer's recommendations. During all these operations, hold the test piece in a vertical position, and ensure that no excess varnish adheres to the end of the test specimen away from the protruding centre wire. Similarly, do not allow any undue meniscus round the protruding wire.

Préparer cinq éprouvettes pour chaque température d'essai.

NOTE - Certains agents d'imprégnation, tels que les produits à viscosité élevée, ou thixotropes peuvent nécessiter des processus différents.

2.3.3 Appareillage

Utiliser un appareil conforme à l'ISO 178.

Les dimensions des supports de l'appareillage d'essai doivent être conformes à la figure 8.

2.3.4 Mode opératoire

L'éprouvette réalisée suivant la méthode a) est soumise à un effort de traction dans une machine d'essai au moyen d'un dispositif spécial (voir figure 9) qui, fixé à l'une des mâchoires, permet de maintenir le faisceau pendant que l'extrémité du fil central est tenue dans la mâchoire opposée de la machine d'essai. Pour les éprouvettes réalisées suivant la méthode b), chaque extrémité est serrée dans les mâchoires de la machine d'essai. L'éprouvette étant convenablement positionnée, régler la vitesse de déplacement des mâchoires de façon à atteindre la force maximale en environ 1 min.

Pour les essais à températures élevées, une étuve faisant partie de l'appareillage peut être utilisée. Avant l'essai, l'éprouvette doit être maintenue dans l'étuve, à la température d'essai, pendant une durée juste suffisante pour s'assurer que l'éprouvette a atteint cette température.

2.3.5 Expression des résultats

Le pouvoir agglomérant est la valeur médiane des cinq mesures exprimée en newtons.

2.3.6 Rapport d'essai

Consigner ce qui suit:

- référence à la méthode d'essai C de la présente norme;
- détails sur l'agent d'imprégnation;
- détails sur le substrat (type de fil émaillé);
- détails sur l'imprégnation des éprouvettes;
- températures d'essai;
- pouvoir agglomérant ainsi que les valeurs minimale et maximale mesurées pour chaque température;
- si le fil de bobinage ou l'éprouvette ont été lavés, de telle sorte qu'ils ne sont plus dans l'état "de réception", cette procédure doit être notée dans le rapport.

Prepare five specimens for each test temperature.

NOTE - Some impregnating agents, such as high viscosity or thixotropic products may require alternative processing methods.

2.3.3 *Equipment*

Use equipment according to ISO 178.

Dimensions of the supports of the test equipment shall comply with figure 8.

2.3.4 *Procedures*

Pull the test specimen made in accordance with procedure a) in a tensile testing machine by means of a special jig (see figure 9), which allows the protruding wire to be held in one tensometer jaw while the bundle at the other end is held in the jig which is fixed to the opposite jaw of the testing machine. Pull specimens made in accordance with procedure b), with each end held in the jaws of the testing machine. With the specimen properly positioned adjust the jaws' speed so that the maximum force is reached in about 1 min.

For tests at elevated temperatures, attach a heating cabinet to the equipment. Before testing, keep the test specimen in the cabinet at the test temperature for a time just sufficient to ensure that the test specimen reaches this temperature.

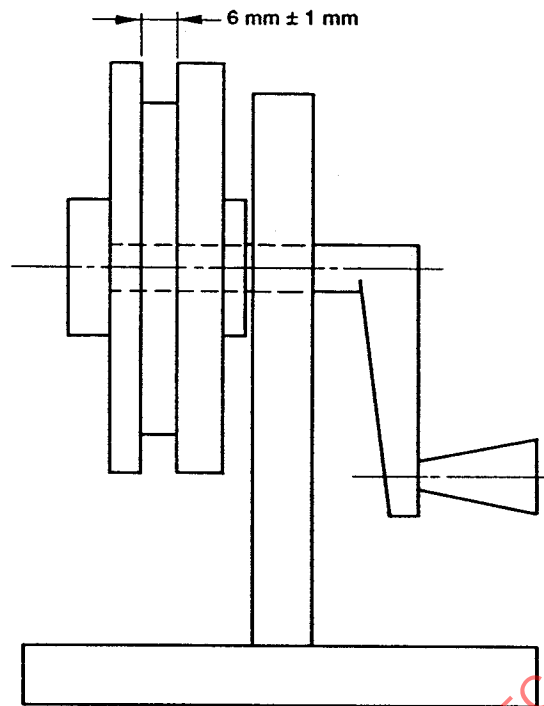
2.3.5 *Result*

The bond strength is expressed as the median value of the five measurements in newtons.

2.3.6 *Test report*

Report the following:

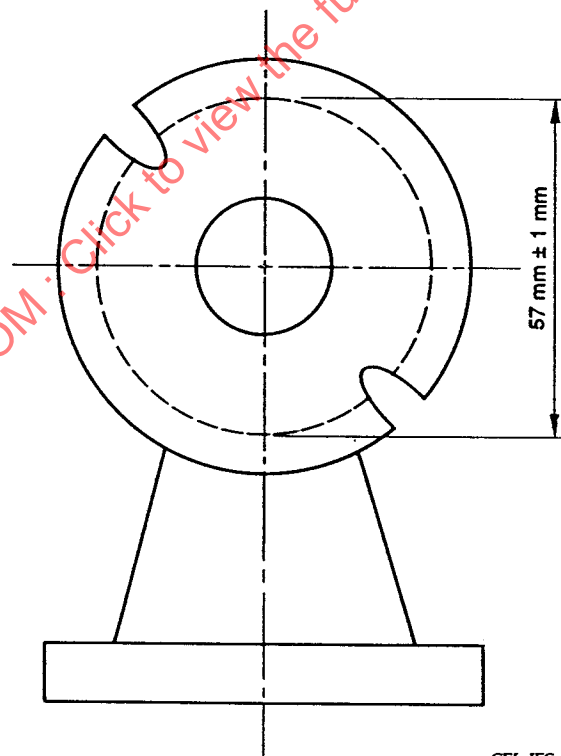
- reference to test method C of this standard;
- details of the impregnating agent;
- details of the substrate (type of enamelled winding wire);
- details of specimen impregnation;
- test temperatures;
- bond strength and the minimum and maximum measured values for each test temperature;
- if the winding wire or test specimens have been washed in any manner so that they are no longer in an "as received" condition, such procedure shall be noted in the report.



CEI-IEC 317/91

Figure 1a - Dispositif de bobinage

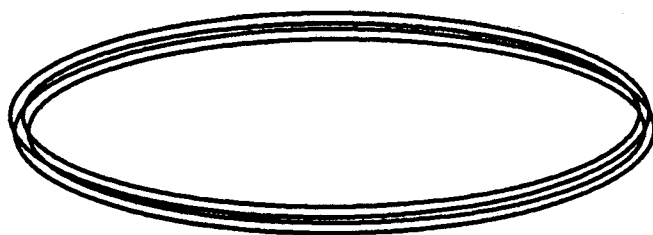
Coil winder



CEI-IEC 318/91

Figure 1b - Dispositif de bobinage, vue de face

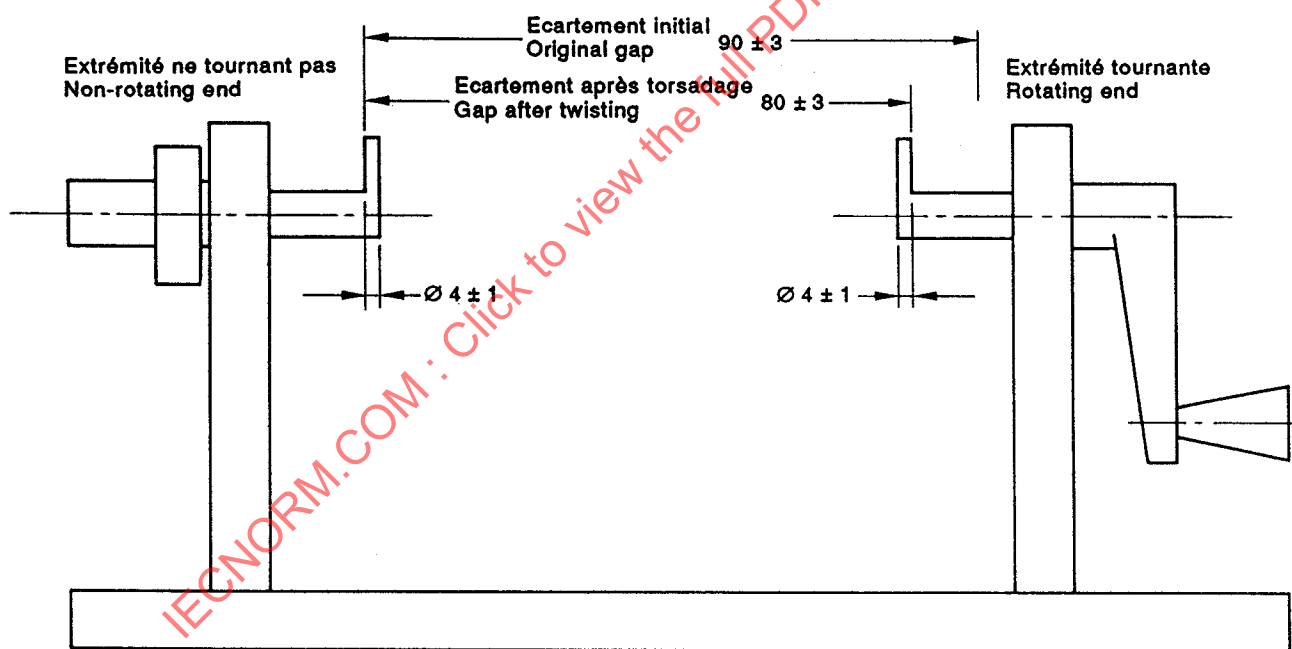
Coil winder, front view



CEI-IEC 319/91

Figure 2a - Bobine de forme ovale

Oval shaped coil



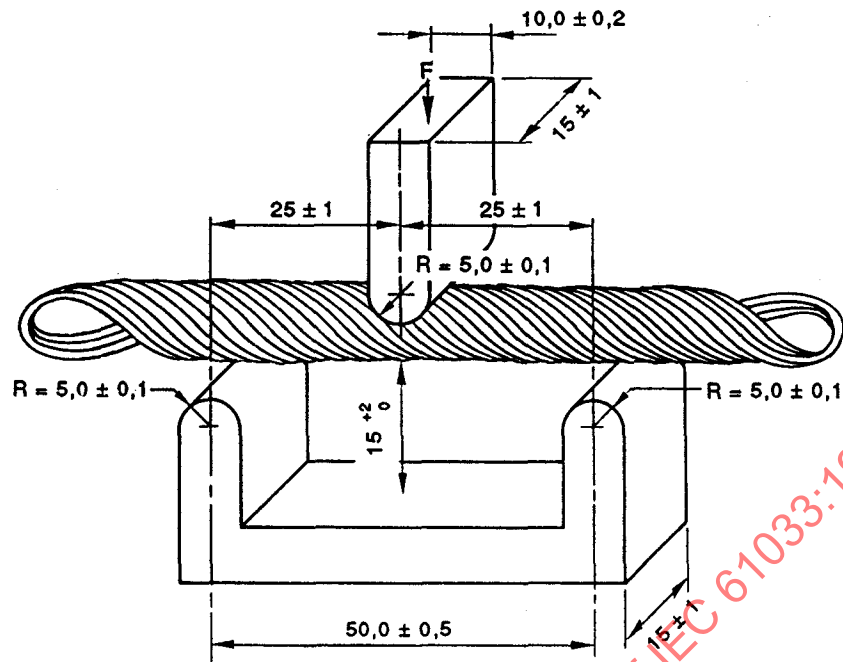
CEI-IEC 320/91

Dimensions en millimètres

Dimensions in millimetres

Figure 2b - Dispositif de torsadage

Coil twister

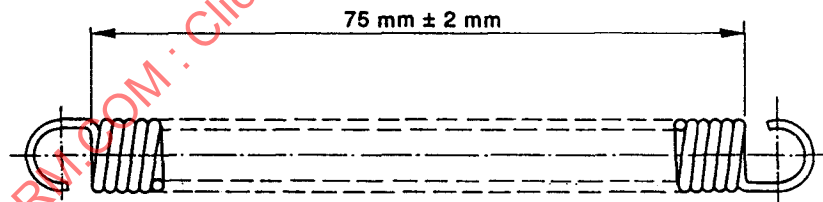


CEI-IEC 321/91

Dimensions en millimètres

Dimensions in millimetres

Figure 3 - Disposition des supports
Arrangement of supports



CEI-IEC 322/91

Figure 4 - Eprouvette d'essais
Helical coil test specimen