

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60851-4

1996

AMENDEMENT 1
AMENDMENT 1

1997-09

Amendement 1

Fils de bobinage – Méthodes d'essai –

**Partie 4:
Propriétés chimiques**

Amendment 1

Winding wires – Test methods –

**Part 4:
Chemical properties**

© IEC 1997 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

E

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

AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le comité d'études 55 de la CEI: Fils de bobinage.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
55/597/FDIS	55/614/RVD

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

Page 2

SOMMAIRE

Remplacer le titre existant de l'article 6 par le nouveau titre suivant:

6 Essai 20: Résistance à l'hydrolyse et à l'huile de transformateur
(applicable au fil de bobinage émaillé).

Page 16

Remplacer le titre et le texte de l'article 6 par ce qui suit:

6 Essai 20: Résistance à l'hydrolyse et à l'huile de transformateur
(applicable au fil de bobinage émaillé)

La résistance à l'hydrolyse est exprimée par l'aspect et l'adhérence des éprouvettes après exposition à l'huile de transformateur en présence d'eau sous pression et à température élevée.

La résistance à l'huile de transformateur est exprimée par la tension de claquage et la souplesse des éprouvettes après exposition à l'huile de transformateur sous pression et à température élevée.

NOTE – L'eau peut affecter le revêtement par dégradation hydrolytique et/ou par absorption. Si l'absorption seule apparaît, un séchage de l'éprouvette à $125\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ pendant 30 min avant l'essai de tension de claquage permettra à l'éprouvette de retrouver ses performances. Un fil de diamètre nominal du conducteur compris entre 0,800 mm et 1,500 mm a généralement été jugé convenable pour les manipulations et pour l'essai.

6.1 Fil de section circulaire

6.1.1 Equipement

L'équipement suivant est utilisé:

- deux tubes en verre de diamètre 25 mm et de longueur 300 mm qui peuvent être scellés;
- un récipient en acier inoxydable de volume 400 ml à 500 ml, pouvant supporter une pression de 6×10^6 Pa, de préférence sans soudure et équipé d'une régulation de chauffage;
- de l'huile de transformateur conforme à la CEI 60296;
- du papier conforme à la CEI 60554-1, type 1.

FOREWORD

This amendment has been prepared by IEC technical committee 55: Winding wires.

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

FDIS	Report on voting
55/597/FDIS	55/614/RVD

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

Page 3

CONTENTS

Replace the existing title of clause 6 by the following new title:

6 Test 20: Resistance to hydrolysis and to transformer oil
(applicable to enamelled wire)

Page 17

Replace the title and text of clause 6 by the following:

6 Test 20: Resistance to hydrolysis and to transformer oil
(applicable to enamelled wire)

Resistance to hydrolysis is expressed by appearance and adherence after exposure of the specimens to transformer oil in the presence of water under pressure and at elevated temperature.

Resistance to transformer oil is expressed by breakdown voltage and flexibility after exposure of the specimens to transformer oil under pressure and at elevated temperature.

NOTE – The water may affect the coating by hydrolytic degradation and/or by absorption. If only absorption has occurred, drying the specimen at $125\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ for 30 min prior to the breakdown voltage test will produce a recovery of the specimen. Wire with a nominal conductor diameter between 0,800 mm and 1,500 mm has been generally found convenient to handle and to test.

6.1 Round wire

6.1.1 Equipment

The following equipment shall be used:

- two glass tubes of 25 mm diameter and 300 mm length capable of being sealed;
- stainless steel pressure vessel of 400 ml to 500 ml volume with a pressure capacity of 6×10^6 Pa, preferably of unwelded construction and provided with a controlled heating system;
- transformer oil according to IEC 60296;
- paper according to IEC 60554-1, type 1.

6.1.2 Epreuves

Les épreuves suivantes sont préparées:

- 12 longueurs droites de fil d'environ 200 mm de long;
- 10 épreuves torsadées préparées conformément à 4.4.1 de la CEI 60851-5;
- trois épreuves enroulées sur mandrin préparées conformément à 5.1.1 de la CEI 60851-3.

6.1.3 Procédure

6.1.3.1 Résistance à l'hydrolyse

Chacun des tubes est chargé avec six longueurs droites de fil conformes à 6.1.2 et avec 80 ml d'huile de transformateur séchée et désaérée. Dans l'un des tubes on ajoute 0,24 ml $\pm$ 0,01 ml d'eau distillée. Les deux tubes sont scellés et placés dans une étuve pendant 24 h à 150 °C $\pm$ 3 °C. Les tubes sont alors retirés de l'étuve et laissés refroidir à température ambiante puis ouverts. Les épreuves sont examinées en vision normale.

Un seul essai est effectué. Les changements d'aspect et d'adhérence sont notés.

6.1.3.2 Résistance à l'huile de transformateur

Le récipient supportant la pression sera chargé avec les éléments indiqués au tableau 1, sauf autres conditions conformes à l'accord préalable entre utilisateur et fournisseur.

Tableau 1 – Volume des éléments

Élément	Volume %
Huile de transformateur	65 $\pm$ 1
Papier	4 $\pm$ 0,01
Revêtement	0,26 $\pm$ 0,002
Acier	*

* Selon accord entre utilisateur et fournisseur.

Le récipient supportant la pression est chargé de 10 épreuves torsadées, trois épreuves enroulées sur mandrin et de morceaux de fil supplémentaires pour obtenir le volume de revêtement ¹⁾ spécifié dans le tableau 1. Le papier aura été séché sous pression maximale de 20 Pa à 90 °C $\pm$ 3 °C pendant 16 h ou bien à 105 °C $\pm$ 3 °C pendant 4 h. Après ce traitement de préconditionnement, le récipient supportant la pression est chargé avec l'huile sèche désaérée conformément au tableau 1.

¹⁾ La masse totale de fil en grammes (M) qui donne le volume exigé d'émail peut être calculée approximativement par la formule:

$$M = \frac{Y \times V}{600 \times \delta \times D}$$

où

V est le volume du récipient sous pression en millilitres;

Y est la masse de 1 m de fil en grammes;

δ est l'accroissement de diamètre dû à l'émail en millimètres;

D est le diamètre extérieur du fil en millimètres.

6.1.2 Specimens

The following specimens shall be prepared:

- 12 straight pieces of wire about 200 mm in length;
- 10 twisted pair specimens prepared in accordance with 4.4.1 of IEC 60851-5;
- three mandrel wound specimens prepared in accordance with 5.1.1 of IEC 60851-3.

6.1.3 Procedure

6.1.3.1 Resistance to hydrolysis

Each of the tubes shall be charged with six straight pieces of wire according to 6.1.2 and 80 ml de-aerated dry transformer oil. To one of the tubes, 0,24 ml $\pm$ 0,01 ml of distilled water shall be added. The two tubes shall be sealed and placed in an oven for 24 h at 150 °C $\pm$ 3 °C. The tubes shall then be removed from the oven, allowed to cool down to room temperature and opened. The specimens shall be examined with normal vision.

One test shall be made. Any changes in appearance and adherence shall be reported.

6.1.3.2 Resistance to transformer oil

The pressure vessel shall be charged with components according to table 1 unless otherwise agreed between purchaser and supplier.

Table 1 – Volume of components

Component	Volume %
Transformer oil	65 $\pm$ 1
Paper	4 $\pm$ 0,01
Coating	0,26 $\pm$ 0,002
Steel	*
* By agreement between purchaser and supplier.	

The pressure vessel shall contain 10 twisted pair specimens, three mandrel wound specimens and extra pieces of wire to arrive at the volume of coating ¹⁾ specified in table 1. The paper shall be dried at a pressure of maximum 20 Pa at 90 °C $\pm$ 3 °C for 16 h or at 105 °C $\pm$ 3 °C for 4 h. After this preconditioning treatment the pressure vessel shall be charged with de-aerated dry oil according to table 1.

¹⁾ The total mass of wire in grams (M) to provide the required volume of enamel can be calculated approximately by:

$$M = \frac{Y \times V}{600 \times \delta \times D}$$

where

V is the volume of the pressure vessel in millilitres;

Y is the mass of 1 m of wire in grams;

δ is the increase in diameter due to the coating in millimetres;

D is the overall diameter of the wire in millimetres.

Le récipient fermé supportant la pression est chauffé à $150\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ pendant $1\,000\text{ h} \pm 10\text{ h}$. Le récipient supportant la pression est ensuite laissé refroidir à la température ambiante, ramené à la pression ordinaire et ouvert. Cinq des éprouvettes torsadées sont contrôlées pour la tension de claquage à $105\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ selon 4.4.2 de la CEI 60851-5, les éprouvettes étant immergées dans l'huile. Les cinq éprouvettes torsadées restantes sont séchées à $125\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ pendant environ 30 min, puis laissées refroidir à la température ambiante et alors contrôlées pour la tension de claquage à $105\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ selon 4.4.2 de la CEI 60851-5, les éprouvettes étant immergées dans l'huile.

Les éprouvettes enroulées sur mandrin sont examinées en vue de déceler les craquelures éventuelles selon 5.1.1.1 de la CEI 60851-3.

Un seul essai est effectué. Les valeurs individuelles de tension de claquage ainsi que les craquelures éventuelles sont notées.

6.2 *Fil de section rectangulaire*

6.2.1 *Equipement*

L'équipement décrit en 6.1.1 est utilisé.

6.2.2 *Eprouvettes*

Les éprouvettes suivantes sont préparées:

- 10 longueurs droites de fil d'environ 200 mm de long;
- quatre éprouvettes en forme de U, préparées conformément à 4.6.1 de la CEI 60851-5;
- deux éprouvettes enroulées sur mandrin préparées conformément à 5.1.2 de la CEI 60851-3.

6.2.3 *Procédure*

6.2.3.1 *Résistance à l'hydrolyse*

Chacun des tubes est chargé avec cinq longueurs droites de fil conformes à 6.2.2 et avec 80 ml d'huile de transformateur séchée et désaérée. Dans l'un des tubes on ajoute $0,24\text{ ml} \pm 0,01\text{ ml}$ d'eau distillée. Les deux tubes sont scellés et placés dans une étuve pendant 24 h à $150\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$. Les tubes sont alors retirés de l'étuve et laissés refroidir à température ambiante puis ouverts. Les éprouvettes sont examinées en vision normale.

Un seul essai est effectué. Les changements d'aspect et d'adhérence sont notés.

The sealed pressure vessel shall be heated at $150\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ for $1\,000\text{ h} \pm 10\text{ h}$. The pressure vessel shall then be allowed to cool to room temperature, discharged and opened. Five of the twisted pair specimens shall be tested at $105\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ for breakdown voltage in accordance with 4.4.2 of IEC 60851-5 with the specimens under oil. The remaining five of the twisted pair specimens shall be dried at $125\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ for about 30 min, allowed to cool to room temperature and then tested at $105\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ for breakdown voltage in accordance with 4.4.2 of IEC 60851-5 with the specimens under oil.

The mandrel wound specimens shall be examined for cracks according to 5.1.1.1 of IEC 60851-3.

One test shall be made. The single values of breakdown voltage and any cracks shall be reported.

6.2 Rectangular wire

6.2.1 Equipment

Equipment according to 6.1.1 shall be used.

6.2.2 Specimens

The following specimens shall be prepared:

- 10 straight pieces of wire about 200 mm in length;
- four U-shaped specimens prepared in accordance with 4.6.1 of IEC 60851-5;
- two mandrel bent specimens prepared in accordance with 5.1.2 of IEC 60851-3.

6.2.3 Procedure

6.2.3.1 Resistance to hydrolysis

Each of the tubes shall be charged with five straight pieces of wire according to 6.2.2 and 80 ml de-aerated dry transformer oil. To one of the tubes, $0,24\text{ ml} \pm 0,01\text{ ml}$ of distilled water shall be added. The two tubes shall be sealed and placed in an oven for 24 h at $150\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$. The tubes shall then be removed from the oven, and then allowed to cool down to room temperature and opened. The specimens shall be examined with normal vision.

One test shall be made. Any changes in appearance and adherence shall be reported.

6.2.3.2 Résistance à l'huile de transformateur

Le récipient supportant la pression est chargé avec les quatre éprouvettes en forme de U, avec les deux éprouvettes enroulées sur mandrin et avec des morceaux de fil supplémentaires pour obtenir le volume de revêtement ²⁾ spécifié dans le tableau 1. Le papier aura été séché sous pression maximale de 20 Pa à 90 °C ± 3 °C pendant 16 h ou bien à 105 °C ± 3 °C pendant 4 h. Après ce traitement de préconditionnement, le récipient supportant la pression est chargé avec l'huile sèche désaérée conformément au tableau 1.

Le récipient fermé supportant la pression est chauffé à 150 °C ± 3 °C pendant 1 000 h ± 10 h. Le récipient supportant la pression est ensuite laissé refroidir à la température ambiante, ramené à la pression ordinaire et ouvert. Deux des éprouvettes en forme de U sont contrôlées pour la tension de claquage à 105 °C ± 3 °C selon 4.6.2 de la CEI 60851-5, les éprouvettes étant immergées dans l'huile. Les deux éprouvettes en forme de U restantes sont séchées à 125 °C ± 3 °C pendant environ 30 min, puis laissées refroidir à la température ambiante et alors contrôlées pour la tension de claquage à 105 °C ± 3 °C selon 4.6.2 de la CEI 60851-5, les éprouvettes étant immergées dans l'huile.

Les éprouvettes enroulées sur mandrin sont examinées en vue de détecter les craquelures éventuelles selon 5.1.2 de la CEI 60851-3.

Un seul essai est effectué. Les valeurs individuelles de tension de claquage ainsi que les craquelures éventuelles sont notées.

²⁾ La masse totale de fil en grammes (M) qui donne le volume exigé d'email peut être calculée approximativement par la formule:

$$M = \frac{Y \times V}{385 \times \delta \times (W + T + \delta)}$$

où

V est le volume du récipient sous pression en millilitres;

Y est la masse de 1 m de fil en grammes;

δ est l'accroissement d'épaisseur dû à l'email en millimètres;

W est la largeur extérieure du fil en millimètres;

T est l'épaisseur extérieure du fil en millimètres.