

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Electrical insulation systems – Thermal evaluation of modifications to an established electrical insulation system (EIS) –
Part 2: Form-wound EIS**

**Systèmes d'isolation électrique – Évaluation thermique des modifications
apportées à un système d'isolation électrique (SIE) éprouvé –
Partie 2: Système d'isolation électrique à enroulements préformés**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.



IEC 61858-2

Edition 1.0 2014-02

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Electrical insulation systems – Thermal evaluation of modifications to an established electrical insulation system (EIS) –
Part 2: Form-wound EIS**

**Systèmes d'isolation électrique – Évaluation thermique des modifications apportées à un système d'isolation électrique (SIE) éprouvé –
Partie 2: Système d'isolation électrique à enroulements préformés**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

T

ICS 29.080.30

ISBN 978-2-8322-1394-0

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	7
4 General considerations.....	9
5 Substitution of phase insulation and/or ground insulation.....	11
5.1 Generically identical	11
5.2 Substitution or addition of selected components and additives	11
5.3 Reduction of thickness.....	11
6 Substitution of winding wire	12
6.1 Winding wire	12
6.2 Substitution of conductor material.....	13
6.3 Alternate winding wire.....	13
7 Substitution of impregnating resin/varnish	13
8 Evaluation of additions	13
9 Procedure C – Single-point thermal ageing test	13
9.1 Test objects	13
9.2 Establishing the EIS relative thermal endurance index (EIS RTE)	13
9.3 Interpretation of results	14
10 Full thermal aging test (procedure D).....	14
Annex A (normative) Classes of winding wire.....	15
Annex B (informative) Visual representation of form-wound coil manufacturing process.....	16
Bibliography.....	22
Figure 1 – Overview of evaluation methods.....	10
Figure 2 – Substitution of phase and ground insulation	11
Figure 3 – Substitution of winding wire.....	12
Figure 4 – Substitution of conductor material	12
Figure B.1 – Rectangular winding wire shaped into un-formed coil on coil forming machine.....	16
Figure B.2 – Un-formed coil being wrapped with a protective fabric	17
Figure B.3 – Un-formed coil completely wrapped with protective fabric	17
Figure B.4 – Coil forming machine stretches and bends oval coil to formed shape coil in the shaping apparatus.....	18
Figure B.5 – Formed coil with protective layer removed	18
Figure B.6 – Close-up of formed coil's knuckle insulation.....	19
Figure B.7 – Formed coil with multiple layers of insulation	19
Figure B.8 – Formed coils placed into the form-wound test specimen or Formette	20
Figure B.9 – Insulation details.....	21
Table A.1 – Winding wire type – Rectangular conductor.....	15

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL INSULATION SYSTEMS – THERMAL EVALUATION OF MODIFICATIONS TO AN ESTABLISHED ELECTRICAL INSULATION SYSTEM (EIS) –

Part-2: Form-wound EIS

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61858-2 has been prepared by IEC technical committee 112: Evaluation and qualification of electrical insulating materials and systems.

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

CDV	Report on voting
112/253/CDV	112/274/RVC

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

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

A list of all parts in the IEC 61858 series, published under the general title *Electrical insulation systems – Thermal evaluation of modifications to an established insulation system (EIS)*, can be found on the IEC website.

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

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

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

INTRODUCTION

This International Standard describes procedures for the evaluation of changes to an established electrical insulation system (EIS) for form-wound electro technical devices and the effect of these changes on the thermal classification of the established EIS.

This Part 2 of IEC 61858 is for form-wound EIS. Part 1 of IEC 61858 addresses modifications of wire-wound EIS.

General principles for evaluation and qualification of EIS can be found in IEC 60505. Unless the procedures of this standard indicate otherwise, the principles of IEC 60505 should be followed.

ELECTRICAL INSULATION SYSTEMS – THERMAL EVALUATION OF MODIFICATIONS TO AN ESTABLISHED ELECTRICAL INSULATION SYSTEM (EIS) –

Part-2: Form-wound EIS

1 Scope

This part of IEC 61858 lists the required test procedures for qualification of modifications of an established electrical insulation system (EIS) with respect to its thermal classification. This standard is applicable to EIS used in form-wound electrotechnical devices. The test procedures are comparative in that the performance of a candidate EIS is compared to that of a reference EIS, which has proven service experience in accordance with IEC 60505 or has been evaluated by one of the procedures given in IEC 60085 and IEC 60034-18-31.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60085:2007, *Electrical insulation – Thermal evaluation and designation*

IEC 60034-18-31:2012, *Rotating electrical machines – Part 18-31: Functional evaluation of insulation systems – Test procedures for form-wound windings – Thermal evaluation and classification of insulation systems used in rotating machines*

IEC 60216-5, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 5: Determination of relative thermal endurance index (RTE) of an insulating material*

IEC 60216-6, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 6: Determination of thermal endurance indices (TI and RTI) of an insulating material using the fixed time frame method*

IEC 60317 (all parts), *Specifications for particular types of winding wires*

IEC 60317-16, *Specifications for particular types of winding wires – Part 16: Polyester enamelled rectangular copper wire, class 155*
(withdrawn)¹

IEC 60317-17, *Specifications for particular types of winding wires – Part 17: Polyvinyl acetal enamelled rectangular copper wire, class 105*

IEC 60317-18, *Specifications for particular types of winding wires – Part 18: Polyvinyl acetal enamelled rectangular copper wire, class 120*

IEC 60317-27, *Specifications for particular types of winding wires – Part 27: Paper tape covered rectangular copper wire*

¹ Withdrawn in 2012.

IEC 60317-28, *Specifications for particular types of winding wires – Part 28: Polyesterimide enamelled rectangular copper wire, class 180*

IEC 60317-29, *Specifications for particular types of winding wires – Part 29: Polyester or polyesterimide overcoated with polyamide-imide enamelled rectangular copper wire, class 200*

IEC 60317-30, *Specifications for particular types of winding wires – Part 30: Polyimide enamelled rectangular copper wire, class 220*
(withdrawn)²

IEC 60317-31, *Specifications for particular types of winding wires – Part 31: Glass-fibre wound, polyester or polyesterimide varnish-treated, bare or enamelled rectangular copper wire, temperature index 180*

IEC 60317-32, *Specifications for particular types of winding wires – Part 32: Glass-fibre wound resin or varnish impregnated, bare or enamelled rectangular copper wire, temperature index 155*

IEC 60317-33, *Specifications for particular types of winding wires – Part 33: Glass-fibre wound resin or varnish impregnated, bare or enamelled rectangular copper wire, temperature index 200*

IEC 60317-39, *Specifications for particular types of winding wires – Part 39: Glass-fibre braided, polyester or polyesterimide varnish-treated, bare or enamelled rectangular copper wire, temperature index 180*

IEC 60317-40, *Specifications for particular types of winding wires – Part 40: Glass-fibre braided, silicone varnish-treated, bare or enamelled rectangular copper wire, temperature index 200*

IEC 60317-44, *Specifications for particular types of winding wires – Part 44: Aromatic polyimide tape wrapped rectangular copper wire, class 240*

IEC 60317-47, *Specifications for particular types of winding wires – Part 47: Aromatic polyimide enamelled rectangular copper wire, class 240*

IEC 60317-53, *Specifications for particular types of winding wires – Part 53: Aromatic polyamide (aramid) tape wrapped rectangular copper wire, temperature index 220*

IEC 60317-58, *Specifications for particular types of winding wires – Part 58: Polyamide-imide enamelled rectangular copper wire, class 220*

IEC 60505, *Evaluation and qualification of electrical insulation systems*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1

enamelled winding wire

insulated conductors, round or shaped, where the insulation is applied in a liquid form and applied to the conductor, made in accordance with the IEC 60317 series

² Withdrawn in 2009.

3.2

wrapped insulated winding wire

insulated conductor, round or shaped, where the insulation is applied as a tape, with or without an adhesive, made from a film or a paper and applied to the conductor, made in accordance with the IEC 60317 series

3.3

random wire-wound coils

coils for use in an electrotechnical device made with enamelled winding wire without concern for the location of the turns

3.4

precision wire-wound coils

coils for use in an electrotechnical device made with enamelled winding wire or sheet conductor and insulation with each turn positioned in a specific and successive way

3.5

form-wound coils

rectangular wire formed to a coil for use in an electrotechnical device

Note 1 to entry: Usually made with an insulated conductor this may be enamelled, fibrous wrapped or enamelled with fibrous wrapping. Afterwards the coil is wound it receives multiple layers of tape wrapped insulation and is vacuum- or vacuum-pressure impregnated with a resin, or wrapped with sufficient layers of a pre-impregnated B-stage tape and processed using resin-rich method.

3.6

wire-wound electrical insulation system

EIS evaluated with the wire wound coils that are either random or precision wound; not form wound coils

3.7

wire-wound winding electrotechnical device

electrotechnical device designed utilizing a wire-wound EIS

3.8

electrical insulation system

EIS

insulating structure containing one or more electrical insulating materials (EIM) together with associated conducting parts employed in an electrotechnical device

3.9

electrical insulating material

EIM

material with negligibly low electric conductivity, used to separate conducting parts at different electrical potentials

3.10

candidate EIS

EIS under evaluation concerning its thermal endurance for service capability

3.11

reference EIS

established EIS evaluated on the basis of either a known service experience record or a known comparative functional evaluation

3.12

EIS assessed thermal endurance index

EIS ATE

numerical value of temperature in degrees Celsius for the reference EIS as derived from known service experience or a known comparative functional evaluation

3.13

EIS relative thermal endurance index

EIS RTE

numerical value of the temperature in degrees Celsius of the candidate EIS which is relative to the known EIS ATE of a reference EIS, when both EIS are subjected to the same ageing and diagnostic procedures in a comparative test

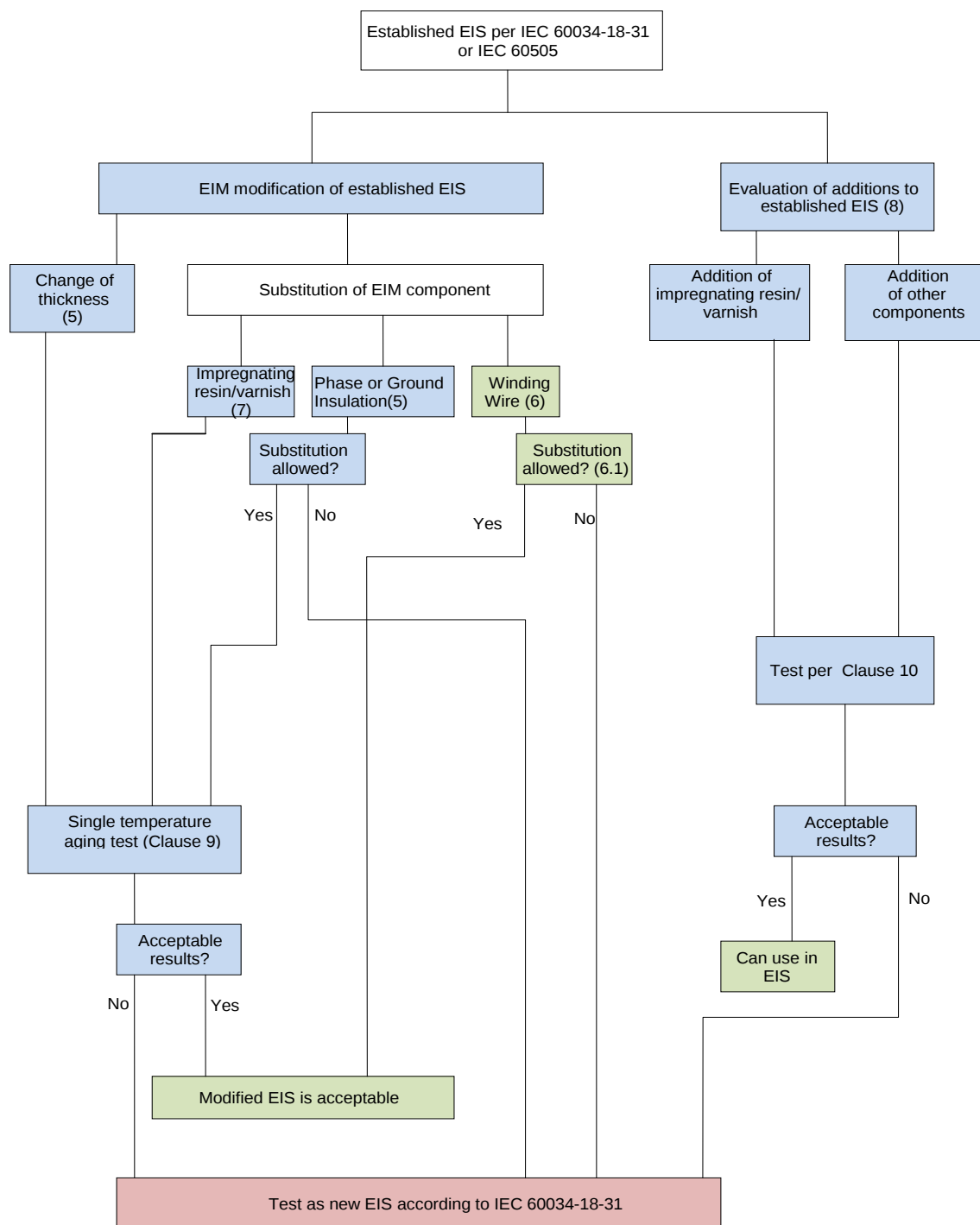
4 General considerations

This standard provides relatively low cost and short-time methods by which the user can make modifications to an established EIS by evaluating

- a) the impact on the thermal life of the EIS if the thickness of an EIM is changed,
- b) the compatibility, under thermal stress, of a substituted EIM,
- c) the compatibility, under thermal stress, of other components used in intimate contact with an established EIS.

EIM thermal indices (ATE/RTE) can be established by testing in accordance with IEC 60216-5 or IEC 60216-6. According to IEC 60505, an EIS may be constructed with EIMs having different thermal indices. The thermal class of the EIS is established through testing and may be higher or lower than any of the individual components.

There may be more than one EIS in a particular apparatus. These EIS may have different thermal classes.



IEC 0519/14

Key

Single temperature EIS evaluation

No testing required

Full thermal aging EIS evaluation

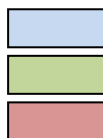


Figure 1 – Overview of evaluation methods

NOTE Figure 1 provides guidance in selecting the proper clauses for evaluation of modifications to an established form-wound EIS. Figure 1 serves as an overview for Clauses 5 to 8; Clauses 5 to 8 present details one category at a time.

In Figures 2, 3, and 4, the following letters represent a test procedure as indicated below:

- A = Procedure A: no testing required;
- B = Procedure B: sealed tube compatibility test (only utilized in IEC 61858-1);
- C = Procedure C: single-point thermal aging test (Clause 9);
- D = Procedure D: full thermal aging test (Clause 10).

5 Substitution of phase insulation and/or ground insulation

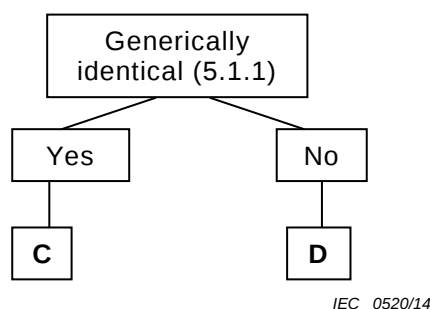


Figure 2 – Substitution of phase and ground insulation

5.1 Generically identical

"Generically identical" refers to both chemical and physical properties of the original and alternate materials. The alternate material shall have equal or better mechanical and electrical performance in regards to the thermal endurance.

Based on application of other properties, e.g. water permeability or process ability, these are critical to the performance of the system and should be considered prior to substitution.

Basic chemical composition and physical identity can be established by analytical data based on appropriate spectroscopic analysis such as IR complimented with thermogravimetric, differential thermal analysis (DTA) and absorption analysis. The specific tests should be agreed upon by the interested parties.

Substitution of generically identical EIMs is allowed if it meets the criteria of Clause 9.

5.2 Substitution or addition of selected components and additives

Substitution or addition of select additives (e.g. colorants, fillers, etc.) in an EIM may be allowed with reduced or no additional testing if agreed upon by all interested parties.

An EIM evaluated as part of the established EIS, used in combination with another EIM or other component, may be used based upon acceptable results when tested in accordance with Clause 9. The thickness of the established EIM shall not be less than that which was evaluated in the established EIS.

5.3 Reduction of thickness

An EIM in the established EIS can be used at a reduced thickness if it is successfully evaluated in accordance with Clause 9.

If none of the above conditions are met, full thermal aging in accordance with Clause 10 shall be conducted.

6 Substitution of winding wire

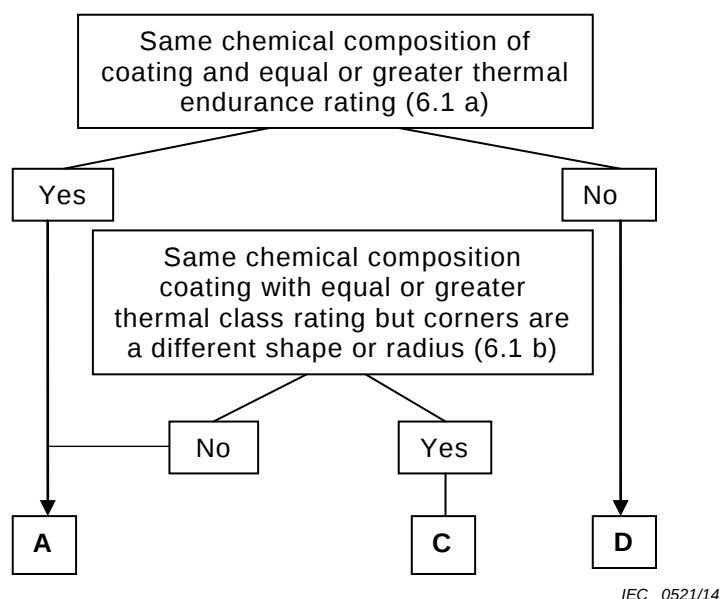


Figure 3 – Substitution of winding wire

6.1 Winding wire

Substitution of a winding wire evaluated in the established EIS can be made without additional testing when one or more of the following conditions have been met:

- the winding wire conforms to an IEC 60317 specification having the same chemical composition, according to the Annex A groupings, as the winding wire evaluated in the established EIS and has an equal or higher thermal class with an equal build;
- and
- the conductor is of a different size or shape, but the radius of the corners are the equal.

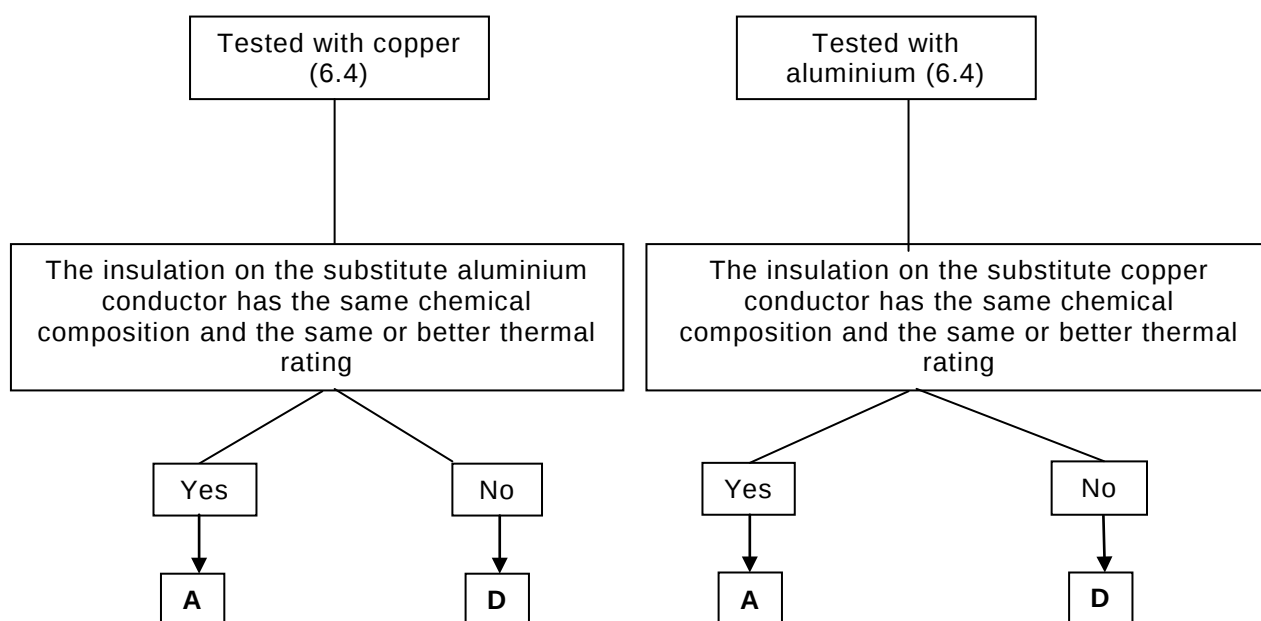


Figure 4 – Substitution of conductor material

6.2 Substitution of conductor material

An established EIS, which has been evaluated with copper as the conductor, may use either copper or aluminium conductor.

An established EIS, which has been evaluated with aluminium as the conductor, may use either aluminium or copper conductor, provided the thermal performance of the substitute winding wire has been established to be equal to or better than the winding wire evaluated.

6.3 Alternate winding wire

Winding wires that do not meet the criteria in 6.1 or 6.2 shall be evaluated in accordance with case D of IEC 60034-18-31:2012.

7 Substitution of impregnating resin/varnish

Substitution of impregnating resin/varnish is allowed if it meets the criteria of Clause 9.

8 Evaluation of additions

Any potential additions to the EIS tested in accordance with IEC 60034-18-31, shall meet the criteria of Clause 9.

9 Procedure C – Single-point thermal ageing test

9.1 Test objects

Representative test objects of the established EIS (reference EIS) and the candidate EIS shall be constructed and tested in accordance with IEC 60034-18-31 with the following exceptions:

- the reference and candidate EIS shall be concurrently tested at the same temperature;
- the ageing temperature shall be selected from the full thermal ageing program of the established EIS to give an expected test life of between 1 000 h to 2 000 h;
- when an EIM, evaluated in the established EIS with multiple EIM, is no longer available, the reference test objects shall be constructed with all remaining materials.

9.2 Establishing the EIS relative thermal endurance index (EIS RTE)

The RTE of the candidate EIS shall be established by comparing the original regression slope of the reference EIS with the time–temperature data point for the candidate EIS. The comparison shall be made using the correlation time established according to:

Correlation time

$$t_x = t_R \times e^{\left(\frac{M}{T_R + 273,15} - \frac{M}{T_A + 273,15} \right)}$$

EIS RTE of the candidate EIS

$$T_c = \left(\frac{M}{\ln \left(\frac{t_x}{t_c} \right) + \frac{M}{T_A + 273,15}} \right) - 273,15$$

where

- M is the slope of the reference EIS regression equation;
- T_R is the EIS ATE of the reference EIS, in degrees Celsius ($^{\circ}\text{C}$);
- T_A is the ageing temperature in degrees Celsius ($^{\circ}\text{C}$);
- T_c is the EIS RTE of the candidate system in degrees Celsius ($^{\circ}\text{C}$);
- t_R is the life of the reference EIS in hours (h);
- t_c is the life of the candidate EIS in hours (h);
- t_x is the correlation time in hours (h).

NOTE The procedure is largely approximated, assuming that reference and candidate EIS have the same slope of the thermal endurance line.

9.3 Interpretation of results

The candidate EIS shall be assigned the same thermal class rating as the reference EIS if the EIS RTE value, derived in 9.2, is within ± 5 K of the EIS ATE value of the reference EIS. If the RTE value of the candidate EIS is not within ± 5 K of the ATE value of the reference EIS, no thermal class rating shall be assigned to the candidate EIS. The candidate EIS can be aged at additional temperatures in accordance with IEC 60034-18-31 in order to establish the thermal class.

10 Full thermal aging test (procedure D)

Full thermal aging test shall be evaluated in accordance with the IEC 60034-18-31.

Annex A (normative)

Classes of winding wire

Various types of commonly used enamelled winding wire, constructed in accordance with the IEC 60317 series, are presented in Table A.1. The accepted practice for substitution of winding wire is as follows:

- a) winding wires of the same chemical composition with a thermal class equal to or higher than the type of wire evaluated in the established EIS may be substituted into the established EIS without additional testing;
- b) winding wire of the same chemical composition having a thermal classification lower than the thermal class of the wire type(s) evaluated in the established EIS shall not be substituted;
- c) winding wire that is not of the same chemical composition evaluated in the established EIS shall not be substituted
- d) winding wire substitutions not permitted under either b) or c) shall be tested according to IEC 61858-1.

Table A.1 – Winding wire type – Rectangular conductor

Chemical composition of enamel (non solderable)	Thermal class	Conductor	IEC Designation
Polyvinyl acetal	105	Copper	60317-17
Polyvinyl acetal	120	Copper	60317-18
Paper tape covered		Copper	60317-27
Polyester	155	Copper	60317-16
Micapaper-PET film	155	Copper	
Glass fibre wound resin or varnish impregnated	155	Copper	60317-32
Polyesterimide	180	Copper	60317-28
Glass fibre wound resin or varnish impregnated	180	Copper	60317-31
Glass fibre braided resin or varnish impregnated	180	Copper	60317-39
Glass fibre wound resin or varnish impregnated	200	Copper	60317-33
Polyester or polyesterimide/polyamide-imide overcoated	200	Copper	60317-29
Glass fibre braided resin or varnish impregnated	200	Copper	60317-40
Polyimide enamelled	220	Copper	60317-30
Aromatic polyamide (aramid), tape wrapped	220	Copper	60317-53
Aromatic polyamide-imide	220	Copper	60317-58
Aromatic polyimide	240	Copper	60317-47
Aromatic polyimide, tape wrapped	240	Copper	60317-44

Annex B (informative)

Visual representation of form-wound coil manufacturing process

Figures B.1 to B.9 illustrate the process involved in manufacturing form-wound coils.

NOTE Photos provided by courtesy of WuJiang Taihu Insulating Material Co., Ltd.



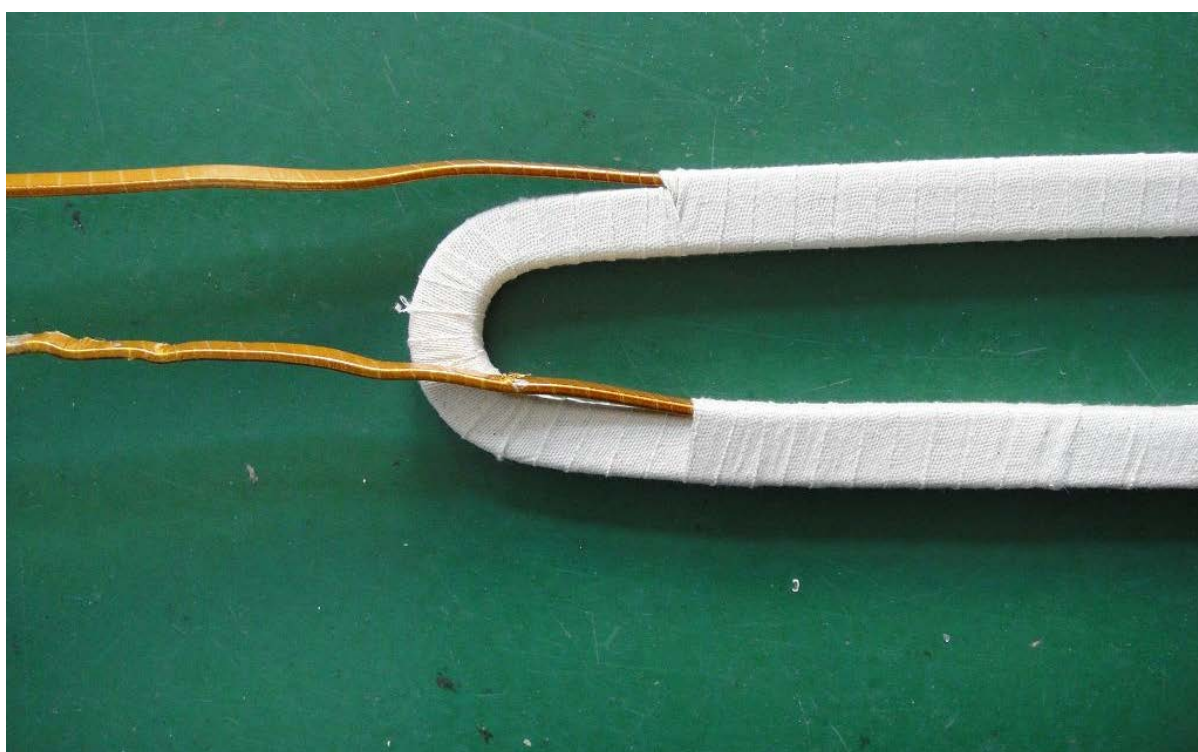
IEC 0523/14

Figure B.1 – Rectangular winding wire shaped into un-formed coil on coil forming machine



IEC 0524/14

Figure B.2 – Un-formed coil being wrapped with a protective fabric



IEC 0525/14

Figure B.3 – Un-formed coil completely wrapped with protective fabric

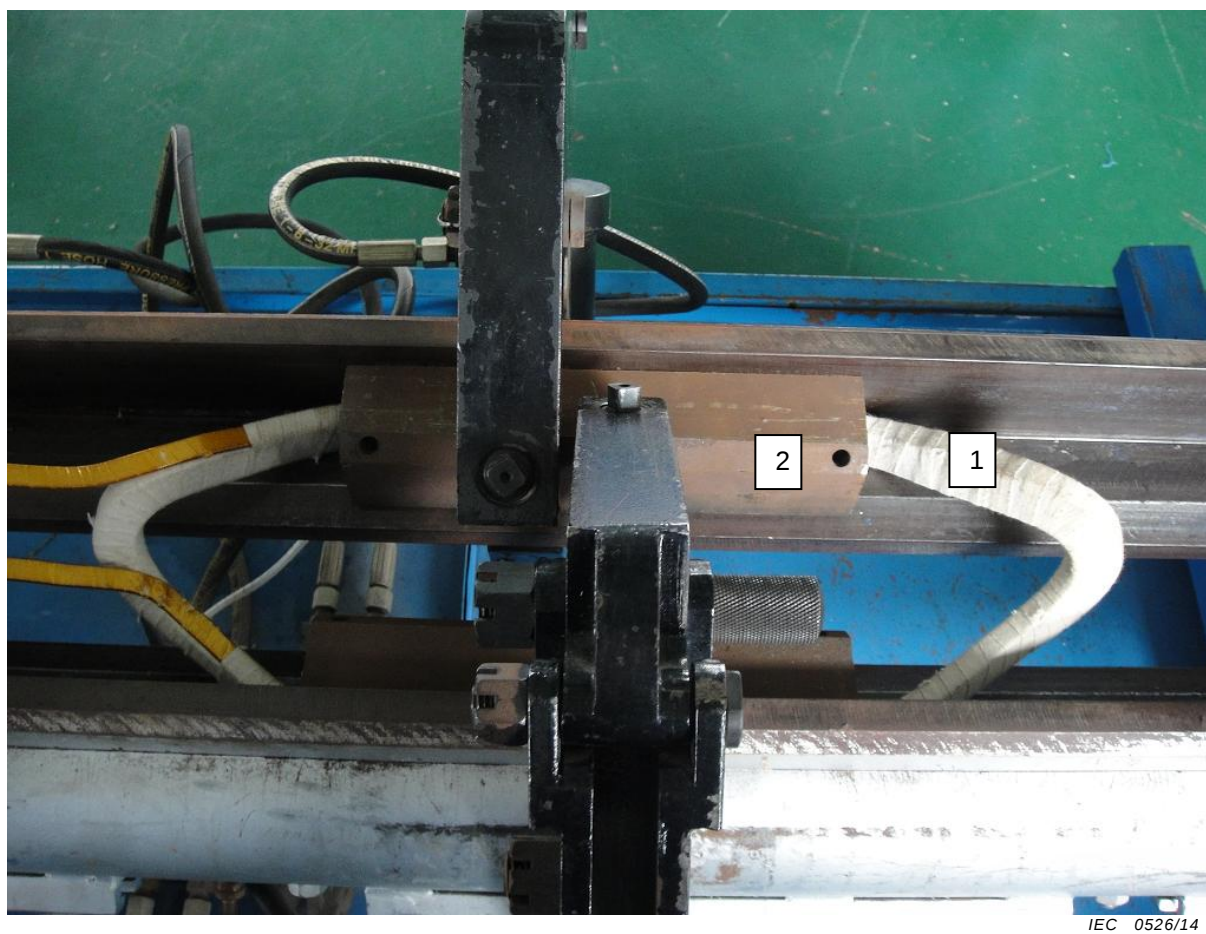


Figure B.4 – Coil forming machine stretches and bends oval coil to formed shape coil in the shaping apparatus



Figure B.5 – Formed coil with protective layer removed



IEC 0528/14

Figure B.6 – Close-up of formed coil's knuckle insulation



IEC 0529/14

Figure B.7 – Formed coil with multiple layers of insulation

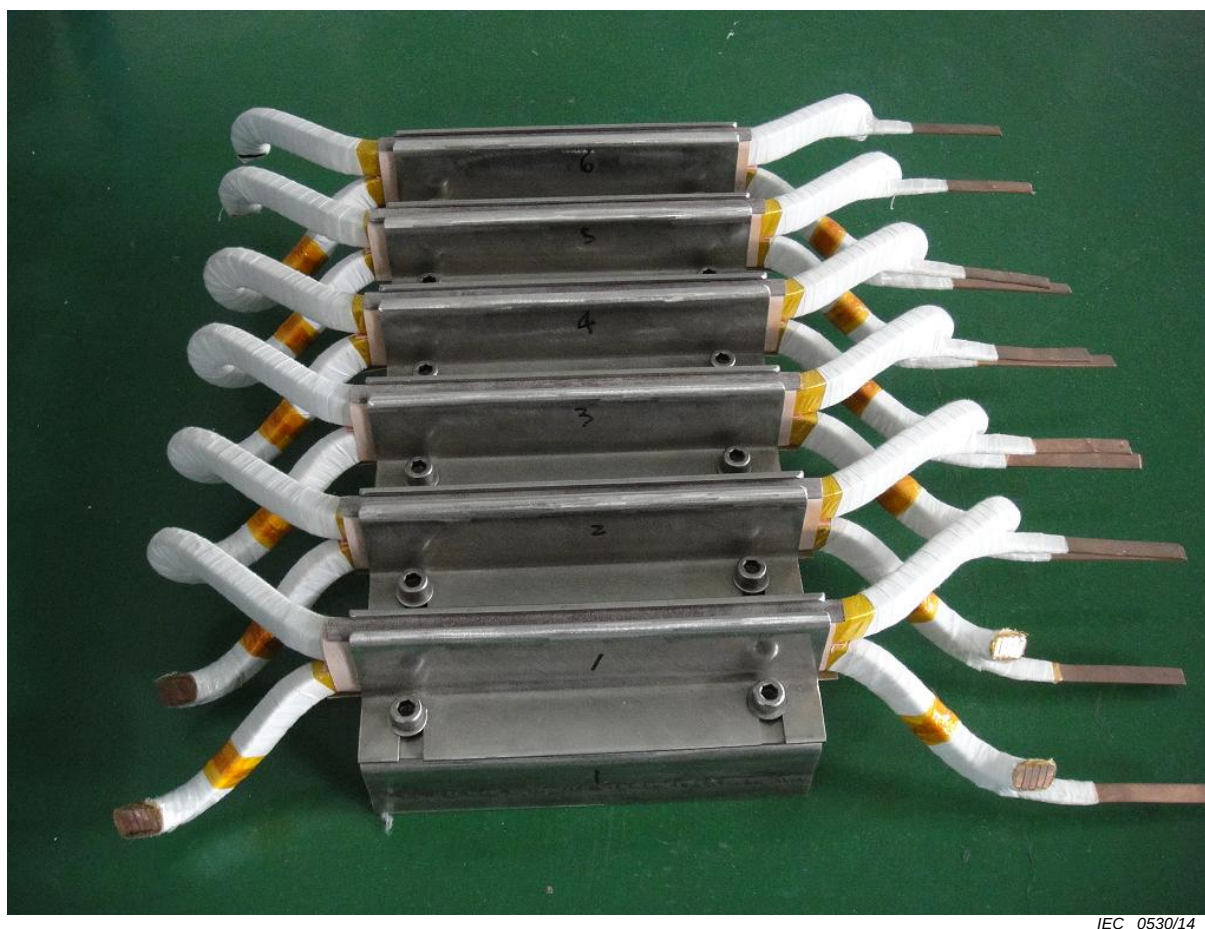
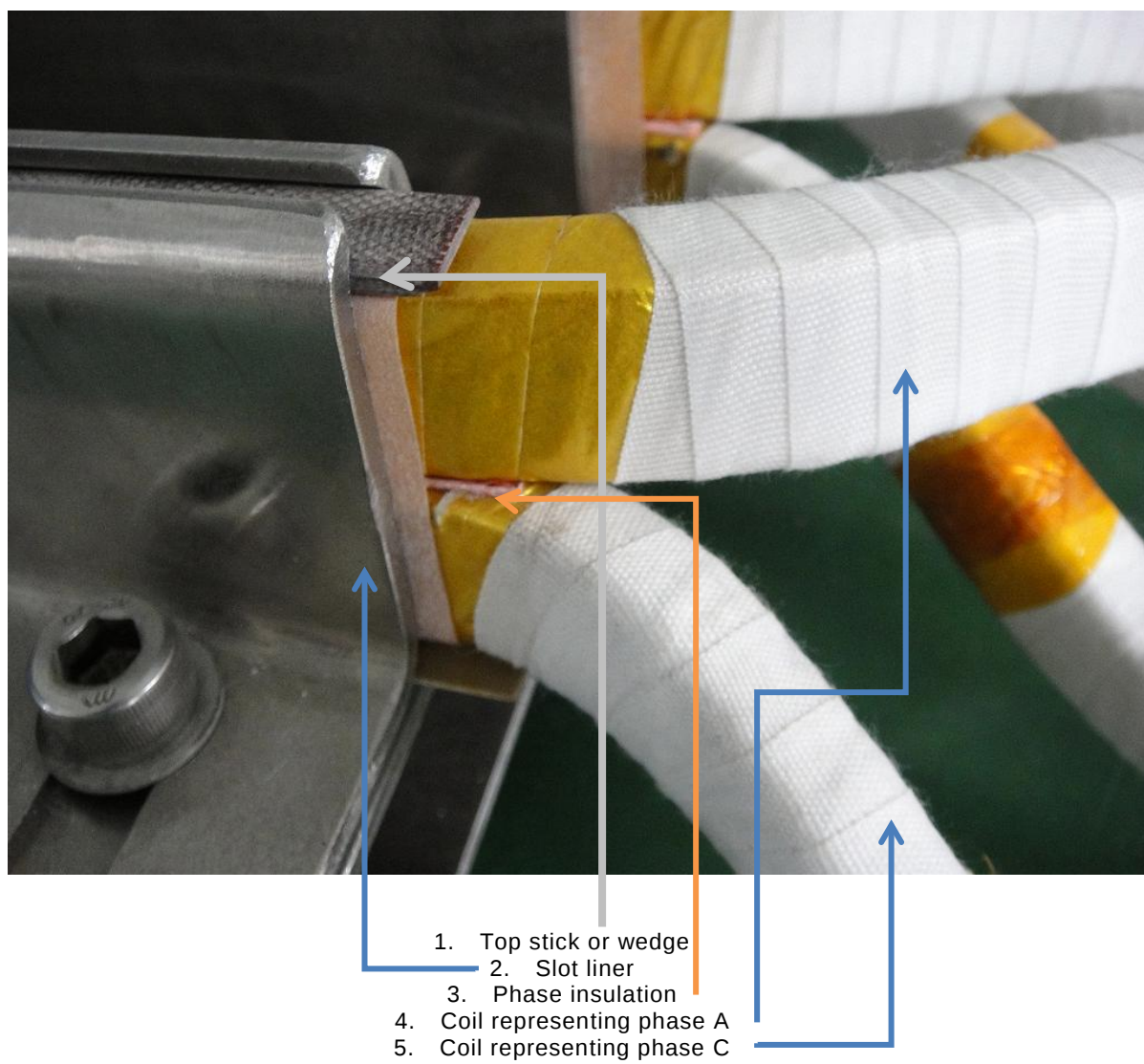


Figure B.8 – Formed coils placed into the form-wound test specimen or Formette



IEC 0531/14

Figure B.9 – Insulation details

Bibliography

IEC 60172, *Test procedure for the determination of the temperature index of enamelled winding wires*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	25
INTRODUCTION.....	27
1 Domaine d'application	28
2 Références normatives	28
3 Termes et définitions	29
4 Conditions générales	31
5 Substitution d'une isolation de phase et/ou d'une isolation de mise à la terre	34
5.1 Génériquement identiques	34
5.2 Substitution ou ajout de composants et d'additifs sélectionnés.....	34
5.3 Réduction de l'épaisseur.....	34
6 Substitution d'un fil de bobinage	35
6.1 Fil de bobinage	35
6.2 Substitution du matériau du conducteur	36
6.3 Fil de bobinage de substitution	36
7 Substitution de la résine et/ou du vernis d'imprégnation	36
8 Évaluation des additions.....	37
9 Procédure C – Essai de vieillissement thermique en un seul point.....	37
9.1 Éprouvettes	37
9.2 Indice d'endurance thermique relative du SIE (RTE du SIE).....	37
9.3 Interprétation des résultats	38
10 Essai de vieillissement thermique complet (procédure D)	38
Annexe A (normative) Classes de fil de bobinage	39
Annexe B (informative) Représentation visuelle du processus de fabrication des bobines préformées	40
Bibliographie.....	46
Figure 1 – Vue d'ensemble des méthodes d'évaluation	33
Figure 2 – Substitution d'isolation de phase et d'isolation de mise à la terre	34
Figure 3 – Substitution d'un fil de bobinage.....	35
Figure 4 – Substitution du matériau du conducteur	36
Figure B.1 – Fil de bobinage de section rectangulaire façonné en une bobine non préformée sur une machine de formation de bobine.....	40
Figure B.2 – Bobine non préformée, enveloppée par un tissu de protection	41
Figure B.3 – Bobine non préformée, complètement enveloppée par un tissu de protection	41
Figure B.4 – Machine de formation de bobines qui étire et plie une bobine ovale pour obtenir une bobine de profil formé dans l'appareillage de profilage	42
Figure B.5 – Bobine formée avec couche de protection retirée.....	42
Figure B.6 – Gros plan d'une isolation à emboîtement pour bobines formées.....	43
Figure B.7 – Bobine formée avec plusieurs couches d'isolation	43
Figure B.8 – Bobines formées placées dans l'éprouvette d'essai à enroulement préformé ou Formette	44
Figure B.9 – Détails de l'isolation.....	45
Tableau A.1 – Type de fil de bobinage – Conducteur rectangulaire	39

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SYSTÈMES D'ISOLATION ÉLECTRIQUE – ÉVALUATION THERMIQUE DES MODIFICATIONS APPORTÉES À UN SYSTÈME D'ISOLATION ÉLECTRIQUE (SIE) ÉPROUVÉ –

Partie 2: Système d'isolation électrique à enroulements préformés

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 61858-2 a été établie par le comité d'études 112 de l'IEC: Évaluation et qualification des systèmes et matériaux d'isolement électrique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
112/253/CDV	112/274/RVC

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61858, publiées sous le titre général *Systèmes d'isolation électriques – Evaluation thermique des modifications apportées à un système d'isolation électrique (SIE) éprouvé*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

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

INTRODUCTION

La présente Norme internationale décrit les procédures pour évaluer les modifications apportées à un système d'isolation électrique (SIE) éprouvé en ce qui concerne les dispositifs électrotechniques à enroulements préformés, et pour évaluer les effets de ces modifications sur la classification thermique du SIE éprouvé.

La présente Partie 2 de l'IEC 61858 concerne les SIE à enroulements préformés. La Partie 1 de l'IEC 61858 traite des modifications des SIE à enroulements à fils.

L'IEC 60505 donne les principes généraux pour l'évaluation et la qualification des systèmes d'isolation électrique (SIE). Sauf indication contraire dans les procédures de la présente norme, il convient de suivre les principes de l'IEC 60505.

SYSTÈMES D'ISOLATION ÉLECTRIQUE – ÉVALUATION THERMIQUE DES MODIFICATIONS APPORTÉES À UN SYSTÈME D'ISOLATION ÉLECTRIQUE (SIE) ÉPROUVÉ –

Partie 2: Système d'isolation électrique à enroulements préformés

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61858 énumère les procédures d'essai requises pour la qualification des modifications qui ont été apportées à un système d'isolation électrique (SIE) éprouvé, pour ce qui concerne sa classification thermique. La présente norme s'applique aux SIE utilisés dans les dispositifs électrotechniques à enroulements préformés. Les procédures d'essai sont comparatives en ce qu'elles se font par comparaison des performances d'un SIE candidat avec celles d'un SIE de référence dont l'expérience en service a été démontrée conformément à l'IEC 60505, ou qui a été évalué par l'une des procédures décrites dans l'IEC 60085 et l'IEC 60034-18-31.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60085:2007, *Isolation électrique – Évaluation et désignation thermiques*

IEC 60034-18-31:2012, *Machines électriques tournantes – Partie 18-31: Évaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Procédures d'essai pour enroulements préformés – Évaluation thermique et classification des systèmes d'isolation utilisés dans les machines tournantes*

IEC 60216-5, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 5: Détermination de l'indice d'endurance thermique relatif (RTE) d'un matériau isolant*

IEC 60216-6, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 6: Détermination des indices d'endurance thermique (TI et RTE) d'un matériau isolant en utilisant la méthode de «trame de durées fixes (fixed time frame)»*

IEC 60317 (toutes les parties), *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage*

IEC 60317-16, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 16: Fil de section rectangulaire en cuivre émaillé avec polyester, classe 155*
(retirée)¹

IEC 60317-17, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 17: Fil de section rectangulaire en cuivre émaillé avec acétal de polyvinyle, classe 105*

IEC 60317-18, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 18: Fil de section rectangulaire en cuivre émaillé avec acétal de polyvinyle, classe 120*

¹ Retirée en 2012.

IEC 60317-27, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 27: Fil de section rectangulaire en cuivre recouvert de ruban papier*

IEC 60317-28, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 28: Fil de section rectangulaire en cuivre émaillé avec polyesterimide, classe 180*

IEC 60317-29, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 29: Fil de section rectangulaire en cuivre émaillé avec polyester ou polyesterimide et avec surcouche polyamide-imide, classe 200*

IEC 60317-30, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 30: Fil de section rectangulaire en cuivre émaillé avec polyimide, classe 220*
(retirée)²

IEC 60317-31, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 31: Fil de section rectangulaire en cuivre ou en cuivre émaillé, guipé de fibres de verre imprégnées de vernis polyester ou polyesterimide, indice de température 180*

IEC 60317-32, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 32: Fil de section rectangulaire en cuivre ou en cuivre émaillé, guipé de fibres de verre imprégnées de vernis polyester ou polyesterimide, indice de température 155*

IEC 60317-33, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 33: Fil de section rectangulaire en cuivre ou en cuivre émaillé, guipé de fibres de verre imprégnées de vernis polyester ou polyesterimide, indice de température 200*

IEC 60317-39, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 39: Fil de section rectangulaire en cuivre ou en cuivre émaillé, tressé de fibres de verre imprégnées de vernis polyester ou polyesterimide, indice de température 180*

IEC 60317-40, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 40: Fil de section rectangulaire en cuivre ou en cuivre émaillé, tressé de fibres de verre imprégnées de vernis silicone, indice de température 200*

IEC 60317-44, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 44: Fil de section rectangulaire en cuivre recouvert d'un ruban de polyimide aromatique, classe 240*

IEC 60317-47, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 47: Fil de section rectangulaire en cuivre émaillé avec polyimide aromatique, classe 240*

IEC 60317-53, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 53: Fil de section rectangulaire en cuivre enveloppé par un ruban polyamide aromatique (aramide), d'indice de température 220*

IEC 60317-58, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 58: Fil de section rectangulaire en cuivre émaillé avec polyamide-imide 220*

IEC 60505, *Évaluation et qualification des systèmes d'isolation électrique*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

² Retirée en 2009.

3.1

fil de bobinage émaillé

conducteur isolé, qu'il soit de section circulaire ou profilée, dans lequel l'isolation est appliquée sous une forme liquide et appliquée au conducteur, fabriqué conformément à la série IEC 60317

3.2

fil de bobinage isolé enveloppé

conducteur isolé, qu'il soit de section circulaire ou profilée, dans lequel l'isolation est appliquée sous la forme d'une bande, avec ou sans adhésif, fabriquée à partir d'un film ou d'un papier et appliquée au conducteur, fabriqué conformément à la série IEC 60317

3.3

bobines à enroulements à fils en vrac

bobines destinées à être utilisées dans un dispositif électrotechnique constituées d'un fil de bobinage émaillé sans se préoccuper de l'emplacement des spires

3.4

bobines à enroulements à fils de précision

bobines destinées à être utilisées dans un dispositif électrotechnique constituées d'un fil de bobinage émaillé ou d'un conducteur en feuille et d'une isolation où chaque spire est positionnée d'une manière spécifique et en succession

3.5

bobines préformées

fil rectangulaire formé en une bobine destinée à être utilisée dans un dispositif électrotechnique

Note 1 à l'article: Habituellement fabriquée avec un conducteur isolé, elle peut être émaillée, être enveloppée de fibre ou être émaillée avec une enveloppe fibreuse. Ensuite, la bobine est enroulée, elle reçoit plusieurs couches d'isolation enveloppée par un ruban et elle est imprégnée sous vide ou sous dépression d'une résine, ou elle est recouverte de couches suffisantes de ruban à l'état B préimprégné et elle est traitée en utilisant une méthode riche en résine.

3.6

système d'isolation électrique à enroulements à fils

SIE évalué avec les bobines à enroulements à fils qui sont soit à enroulement en vrac, soit à enroulement de précision, pas les bobines à enroulements préformés

3.7

dispositif électrotechnique à enroulements à fils

dispositif électrotechnique conçu en utilisant un SIE à enroulements à fils

3.8

système d'isolation électrique

SIE

structure isolante contenant un ou plusieurs matériaux isolants électriques (MIE) en même temps que les parties conductrices associées utilisées dans un produit électrotechnique

3.9

matériau isolant électrique

MIE

matériau de conductivité électrique faible pratiquement négligeable, utilisé pour séparer des pièces conductrices portées à des potentiels électriques différents

3.10

SIE candidat

SIE en évaluation en ce qui concerne son endurance thermique pour l'aptitude en service

3.11**SIE de référence**

SIE établi, évalué sur la base d'une expérience en service connue ou d'une évaluation fonctionnelle comparative connue

3.12**indice d'endurance thermique évaluée du SIE**

ATE du SIE

valeur numérique de température, en degrés Celsius, du SIE de référence déduite de l'expérience en service connue ou de l'évaluation fonctionnelle comparative connue

Note 1 à l'article: L'abréviation "ATE" est dérivé du terme anglais développé correspondant "assessed thermal endurance".

3.13**indice d'endurance thermique relative du SIE**

RTE du SIE

valeur numérique de la température exprimée en degrés Celsius du système d'isolation électrique (SIE) candidat obtenue à partir de l'ATE connu d'un système d'isolation électrique (SIE) de référence, lorsque les deux systèmes d'isolation électriques sont soumis au même processus de vieillissement et de diagnostic, lors d'un essai comparatif

Note 1 à l'article: L'abréviation "RTE" est dérivé du terme anglais développé correspondant "relative thermal endurance".

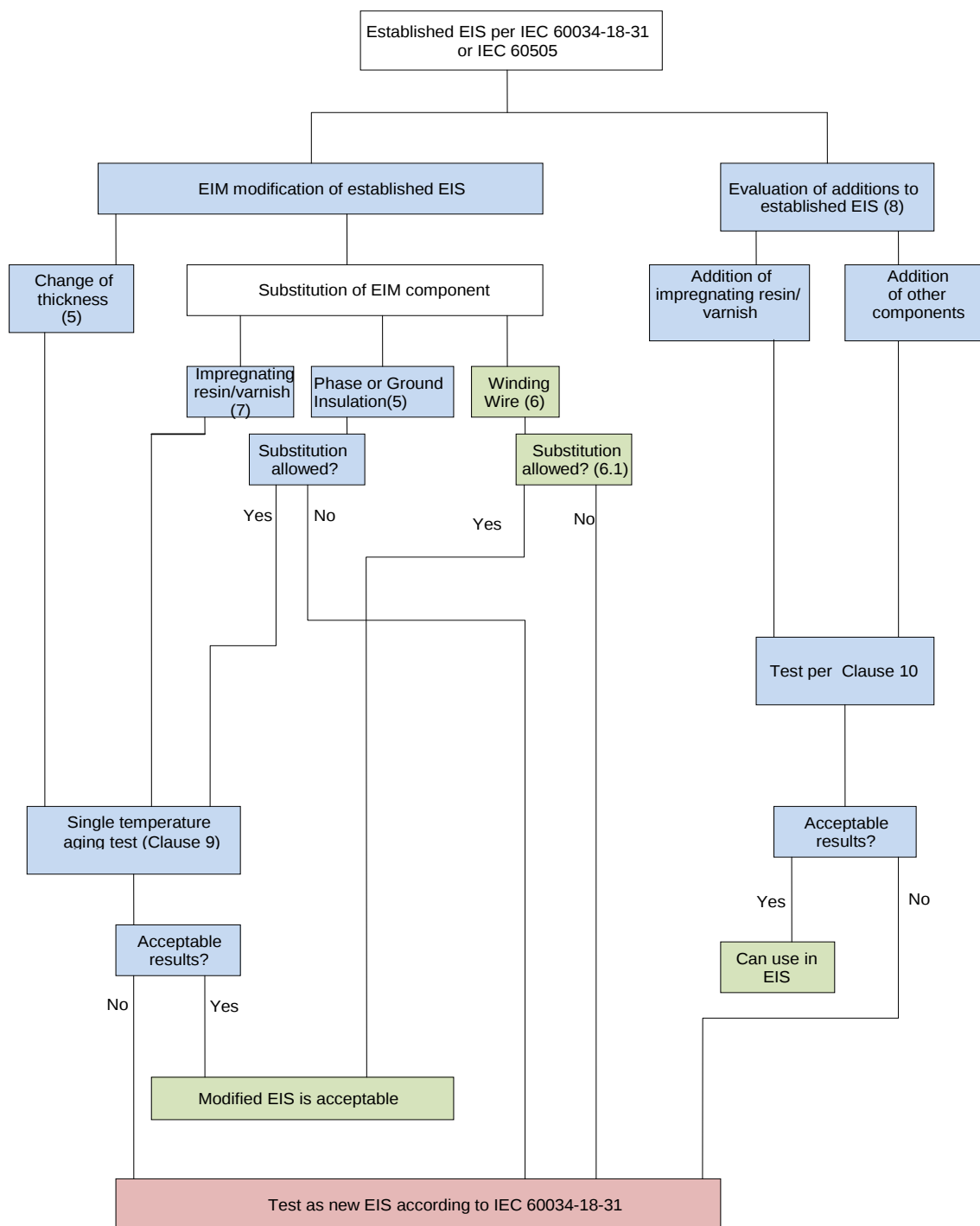
4 Conditions générales

La présente norme propose des méthodes relativement économiques et rapides avec lesquelles l'utilisateur peut apporter des modifications à un système d'isolation électrique éprouvé en évaluant

- a) l'effet sur la durée de vie thermique du système d'isolation électrique si l'épaisseur d'un MIE est modifiée,
- b) la compatibilité, sous contraintes thermiques, d'un MIE substitué,
- c) la compatibilité, sous contraintes thermiques, des autres composants utilisés mis en contact étroit avec un système d'isolation électrique éprouvé.

Des indices thermiques (ATE/RTE) des MIE peuvent être établis par des essais selon l'IEC 60216-5 ou l'IEC 60216-6. Selon l'IEC 60505, un SIE peut être construit avec des MIE ayant des indices thermiques différents. La classe thermique du SIE est établie par des essais et peut être plus élevée ou plus basse que celle de n'importe lequel des composants individuels.

Il peut y avoir plus d'un système d'isolation électrique dans un appareil donné. Ces systèmes d'isolation électriques peuvent avoir des classes thermiques différentes.



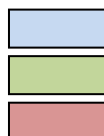
IEC 0519/14

Légende

Évaluation de SIE à une seule température

Aucun essai requis

Évaluation de SIE par vieillissement thermique complet



Anglais	Français
Established EIS per IEC 60034-18-31 or IEC 60505	SEI éprouvé conformément à l'IEC 60034-18-31 ou l'IEC 60505
EIM modification of established EIS	Modification d'un MIE d'un SIE éprouvé
Evaluation of additions to established EIS (8)	Évaluation des ajouts à un SIE éprouvé (8)
Change of thickness (5)	Modification de l'épaisseur (5)

Anglais	Français
Substitution of EIM component	Substitution d'un composant d'un MIE
Impregnating resin/varnish (7)	Résine/vernis d'imprégnation (7)
Phase or ground Insulation(5)	Isolation de phase ou de mise à la terre (5)
Winding wire (6)	Fil de bobinage (6)
Substitution allowed?	Substitution autorisée ?
Substitution allowed? (6.1)	Substitution autorisée ? (6.1)
Single temperature aging test (Clause 9)	Essai de vieillissement à une seule température (Article 9)
Acceptable results?	Résultats acceptables ?
Modified EIS is acceptable	Le SIE modifié est acceptable
Test as new EIS according to IEC 60034-18-31	Essai comme nouveau SIE selon l'IEC 60034-18-31
Evaluation of additions to established EIS (8)	Évaluation des ajouts à un SIE éprouvé (8)
Addition of impregnating resin/varnish	Addition d'une résine et/ou d'un vernis d'imprégnation
Addition of other components	Addition de composants
Test per Clause 10	Essai selon l'Article 10
Acceptable results?	Résultats acceptables?
Can use in EIS	Peut être utilisé dans le SIE
Yes	Oui
No	Non

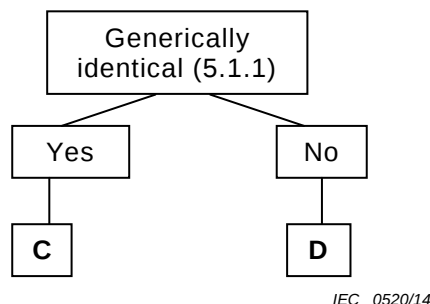
Figure 1 – Vue d'ensemble des méthodes d'évaluation

NOTE La Figure 1 est un guide pour orienter le choix des articles utiles à une évaluation des modifications apportées à un SIE éprouvé à enroulements préformés. La Figure 1 constitue une vue d'ensemble des Articles 5 à 8; les Articles 5 à 8 présentent les détails une catégorie à la fois.

Dans les Figures 2, 3 et 4, les lettres suivantes représentent une procédure d'essai comme indiqué ci-dessous:

- A = Procédure A: aucun essai requis;
- B = Procédure B: essai de compatibilité en tube scellé (utilisé seulement dans l'IEC 61858-1);
- C = Procédure C: essai de vieillissement thermique à un seul point (Article 9);
- D = Procédure D: essai de vieillissement thermique complet (Article 10).

5 Substitution d'une isolation de phase et/ou d'une isolation de mise à la terre



Légende

Anglais	Français
Generically identical (5.1.1)	Génériquement identiques (5.1.1)
Yes	Oui
No	Non

Figure 2 – Substitution d'isolation de phase et d'isolation de mise à la terre

5.1 Génériquement identiques

"Génériquement identiques" se rapporte aux propriétés tant chimiques que physiques des matériaux d'origine et des matériaux de remplacement. Le matériau de remplacement doit avoir des performances mécaniques et électriques égales ou meilleures, en ce qui concerne l'endurance thermique.

Selon l'application d'autres propriétés, par exemple la perméabilité ou la capacité du processus, celles-ci sont critiques pour la performance du système et il convient de les prendre en considération avant la substitution.

L'identité physique et de composition chimique de base peut être établie par des données analytiques basées sur une analyse spectroscopique appropriée telle que l'analyse IR complétée par l'analyse thermogravimétrique, l'analyse thermique différentielle (DTA) et/ou l'analyse par absorption. Il convient que les essais spécifiques soient décidés par accord entre les parties prenantes intéressées.

La substitution des MIE génériquement identiques est autorisée si elle satisfait aux critères de l'Article 9.

5.2 Substitution ou ajout de composants et d'additifs sélectionnés

La substitution ou l'ajout d'additifs sélectionnés (par exemple: colorants, charges, etc.) dans un matériau d'isolation électrique peut être autorisé(e) avec des essais supplémentaires réduits ou sans essai supplémentaire en cas d'accord entre toutes les parties intéressées.

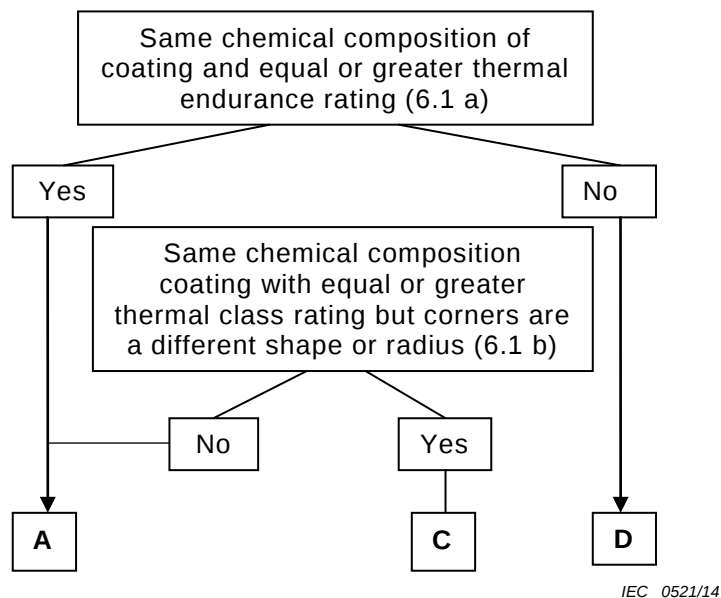
Un matériau d'isolation électrique (MIE) déjà évalué comme partie d'un système d'isolation électrique (SIE) éprouvé et utilisé dans une combinaison avec un autre MIE ou d'autres composants, peut être utilisé, sur la base de résultats acceptables pour des essais conformes à l'Article 9. L'épaisseur du MIE dans le SIE éprouvé ne doit pas être inférieure à celle qui a été évaluée dans le SIE éprouvé.

5.3 Réduction de l'épaisseur

Un MIE dans un SIE éprouvé peut être utilisé à une épaisseur réduite s'il est évalué avec succès selon l'Article 9.

Si aucune des conditions ci-dessus n'est remplie, un vieillissement thermique complet conforme à l'Article 10 doit être mené.

6 Substitution d'un fil de bobinage



Légende

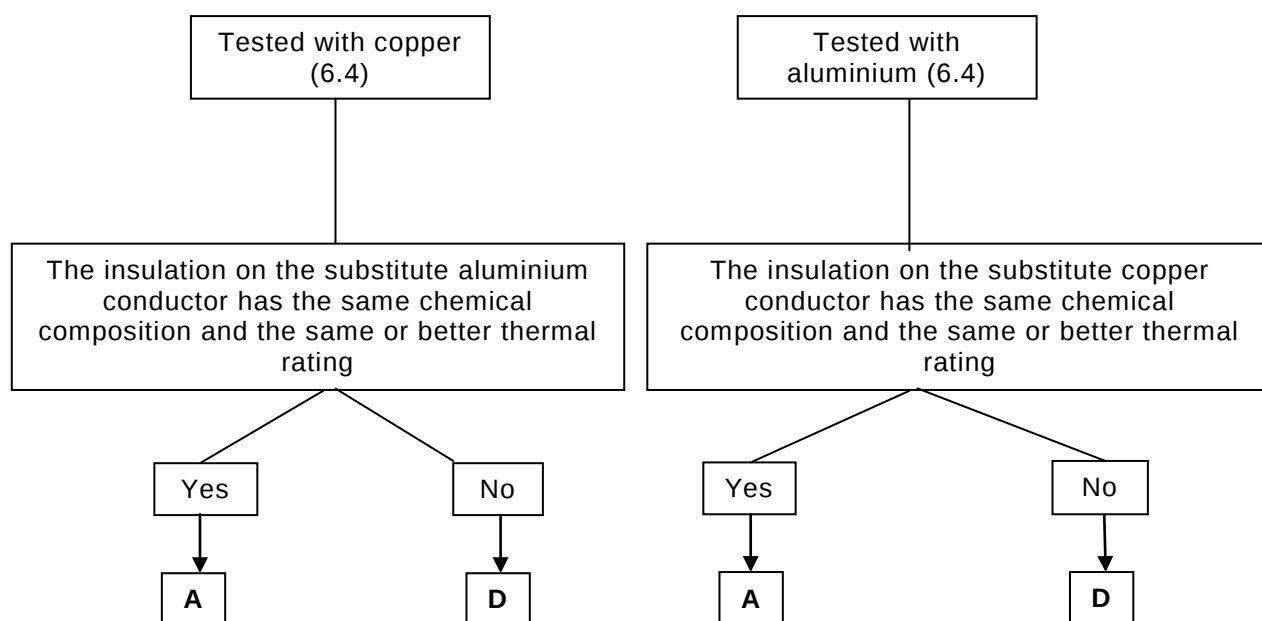
Anglais	Français
Same chemical composition of coating and equal or greater thermal endurance rating (6.1 a)	Même composition chimique du revêtement, avec une valeur assignée égale ou supérieure de l'endurance thermique (6.1 a)
Yes	Oui
No	Non
Same chemical composition coating with equal or greater thermal class rating but corners are a different shape or radius (6.1 b)	Même composition chimique du revêtement, vec une classe thermique assignée égale ou supérieure mais les coins ont une forme différente ou un rayon différent (6.1 b)

Figure 3 – Substitution d'un fil de bobinage

6.1 Fil de bobinage

La substitution d'un fil de bobinage déjà évalué dans un système d'isolation électrique éprouvé peut être effectuée sans que cela nécessite d'essai supplémentaire si une ou plusieurs des conditions suivantes ont été remplies:

- le fil de bobinage est conforme à une spécification de l'IEC 60317, car il est de même composition chimique, selon les regroupements figurant dans l'Annexe A, que le fil de bobinage évalué dans le système d'isolation électrique éprouvé et il a une classe thermique égale ou supérieure avec la même construction;
- et
- le conducteur est de taille ou forme différente, mais les rayons des coins sont égaux.



IEC 0522/14

Légende

Anglais	Français
Tested with copper (6.4)	Soumis à essai avec du cuivre (6.4)
Tested with aluminium (6.4)	Soumis à essai avec l'aluminium (6.4)
The insulation on the substitute aluminium conductor has the same chemical composition and the same or better thermal rating	L'isolation sur le conducteur en aluminium de substitution a la même composition chimique et des caractéristiques thermiques assignées identiques ou meilleures
The insulation on the substitute copper conductor has the same chemical composition and the same or better thermal rating	L'isolation sur le conducteur en cuivre de substitution a la même composition chimique et des caractéristiques thermiques assignées identiques ou meilleures
Yes	Oui
No	Non

Figure 4 – Substitution du matériau du conducteur

6.2 Substitution du matériau du conducteur

Un système d'isolation électrique éprouvé qui a été évalué avec des conducteurs en cuivre, peut utiliser, au choix, des conducteurs en cuivre ou en aluminium.

Un système d'isolation électrique éprouvé qui a été évalué avec des conducteurs en aluminium peut utiliser, au choix, des conducteurs en aluminium ou en cuivre, à condition que la performance du fil de bobinage de remplacement soit établie comme égale ou supérieure à celle du fil de bobinage évalué.

6.3 Fil de bobinage de substitution

Les fils de bobinage qui ne satisfont pas aux critères en 6.1 ou 6.2 doivent être évalués conformément au cas D de l'IEC 60034-18-31:2012.

7 Substitution de la résine et/ou du vernis d'imprégnation

La substitution de résine/vernis d'imprégnation est autorisée si elle satisfait aux critères de l'Article 9.

8 Évaluation des additions

Toute addition potentielle au SIE en essai selon l'IEC 60034-18-31 doit satisfaire aux critères de l'Article 9.

9 Procédure C – Essai de vieillissement thermique en un seul point

9.1 Éprouvettes

Des éprouvettes représentatives du système d'isolation électrique éprouvé (SIE de référence) et du SIE candidat doivent être fabriquées et soumises aux essais conformément à l'IEC 60034-18-31, avec les exceptions suivantes:

- les SIE de référence et candidat doivent être soumis aux essais concurremment à la même température;
- la température de vieillissement doit être choisie dans le programme de vieillissement thermique complet du système d'isolation électrique éprouvé conduisant à une durée de vie supposée comprise entre 1 000 h et 2 000 h;
- lorsqu'un matériau d'isolation électrique ayant déjà été évalué dans un système d'isolation électrique (SIE) éprouvé de plusieurs matériaux d'isolation électrique (MIE) n'est plus disponible, les éprouvettes de référence doivent être fabriquées avec tous les matériaux restants.

9.2 Indice d'endurance thermique relative du SIE (RTE du SIE)

Le RTE du SIE candidat doit être établi en comparant la pente de régression d'origine du SIE de référence avec les données temps-température du SIE candidat. La comparaison doit être effectuée en utilisant la corrélation temporelle, conformément à ce qui suit:

Corrélation temporelle

$$t_x = t_R \times e^{\left(\frac{M}{T_R + 273,15} - \frac{M}{T_A + 273,15} \right)}$$

Le RTE de SIE relatif au SIE candidat

$$T_c = \left(\frac{M}{\ln \left(\frac{t_x}{t_c} \right) + \frac{M}{T_A + 273,15}} \right) - 273,15$$

où

M est la pente de l'équation de régression du système d'isolation électrique de référence;

T_R est l'indice d'endurance thermique évaluée (ATE) du SIE de référence, en degrés Celsius (°C);

T_A est la température de vieillissement en degrés Celsius (°C);

T_c est l'indice d'endurance thermique relatif (RTE) du SIE candidat, en degrés Celsius (°C);

t_R est la durée de vie du SIE de référence, en heures (h);

t_c est la durée de vie du SIE candidat, en heures (h);

t_x est le temps de corrélation, en heures (h).

NOTE La procédure est fortement approchée, en supposant que les EIS de référence et candidat ont la même pente pour la ligne d'endurance thermique.

9.3 Interprétation des résultats

Le SIE candidat doit être affecté de la même classe thermique que le SIE de référence si la valeur de l'indice d'endurance thermique relatif (RTE) du SIE, déduite en 9.2, se situe à ± 5 K de la valeur de l'indice d'endurance thermique évalué (ATE) du SIE de référence. Si la valeur de l'indice thermique relatif (RTE) du SIE candidat n'est pas à ± 5 K de la valeur de l'indice d'endurance thermique évalué (ATE) du SIE de référence, aucune classe thermique ne doit être assignée au SIE candidat. Le SIE candidat peut être vieilli à des températures de vieillissement supplémentaires, conformément à l'IEC 60034-18-31, dans le but de déterminer sa classe thermique.

10 Essai de vieillissement thermique complet (procédure D)

L'essai de vieillissement thermique complet doit être évalué conformément à l'IEC 60034-18-31.

Annexe A (normative)

Classes de fil de bobinage

Divers types de fils de bobinage émaillés pour usage général, fabriqués conformément à la série IEC 60317, sont présentés dans le Tableau A.1. La pratique couramment acceptée pour substitution d'un des fils de bobinage est la suivante:

- a) les fils de bobinage ayant la même composition chimique, avec une classe thermique égale ou supérieure à celle du type de fil évalué dans le système d'isolation électrique éprouvé, peuvent être substitués dans le système d'isolation électrique éprouvé sans essais supplémentaires;
- b) les fils de bobinage de même composition chimique, ayant une classe thermique inférieure à la classe thermique du ou des types de fils évalués dans le système d'isolation électrique éprouvé ne doivent pas être substitués;
- c) un fil de bobinage qui n'est pas de la même composition chimique évaluée dans le SIE éprouvé ne doit pas être substitué;
- d) les substitutions de fils de bobinage qui ne sont pas permises selon b) ou c) doivent être soumises aux essais selon l'IEC 61858-1.

Tableau A.1 – Type de fil de bobinage – Conducteur rectangulaire

Composition chimique de l'email (non brasable)	Classe thermique	Conducteur	Désignation IEC
Acétal de polyvinyle	105	Cuivre	60317-17
Acétal de polyvinyle	120	Cuivre	60317-18
Recouvert de ruban papier		Cuivre	60317-27
Polyester	155	Cuivre	60317-16
Feuille papier mica-PET	155	Cuivre	
Guipé de fibres de verre imprégnées de vernis ou de résine	155	Cuivre	60317-32
Polyesterimide	180	Cuivre	60317-28
Guipé de fibres de verre imprégnées de vernis ou de résine	180	Cuivre	60317-31
Tressé de fibres de verre imprégnées de vernis ou de résine	180	Cuivre	60317-39
Guipé de fibres de verre imprégnées de vernis ou de résine	200	Cuivre	60317-33
Polyester ou polyesterimide/avec surcouche polyamide-mide	200	Cuivre	60317-29
Tressé de fibres de verre imprégnées de vernis ou de résine	200	Cuivre	60317-40
Émaillé avec polyimide	220	Cuivre	60317-30
Enveloppé par un ruban de polyamide aromatique (aramide)	220	Cuivre	60317-53
Polyamide-imide aromatique	220	Cuivre	60317-58
Polyimide aromatique	240	Cuivre	60317-47
Recouvert d'un ruban de polyimide aromatique	240	Cuivre	60317-44

Annexe B **(informative)**

Représentation visuelle du processus de fabrication des bobines préformées

Les Figures B.1 à B.9 illustrent le processus impliqué dans la fabrication de bobines préformées.

NOTE Les photos sont présentées avec l'aimable autorisation de WuJiang Taihu Insulating Material Co., Ltd.



IEC 0523/14

Figure B.1 – Fil de bobinage de section rectangulaire façonné en une bobine non préformée sur une machine de formation de bobine



IEC 0524/14

Figure B.2 – Bobine non préformée, enveloppée par un tissu de protection



IEC 0525/14

Figure B.3 – Bobine non préformée, complètement enveloppée par un tissu de protection

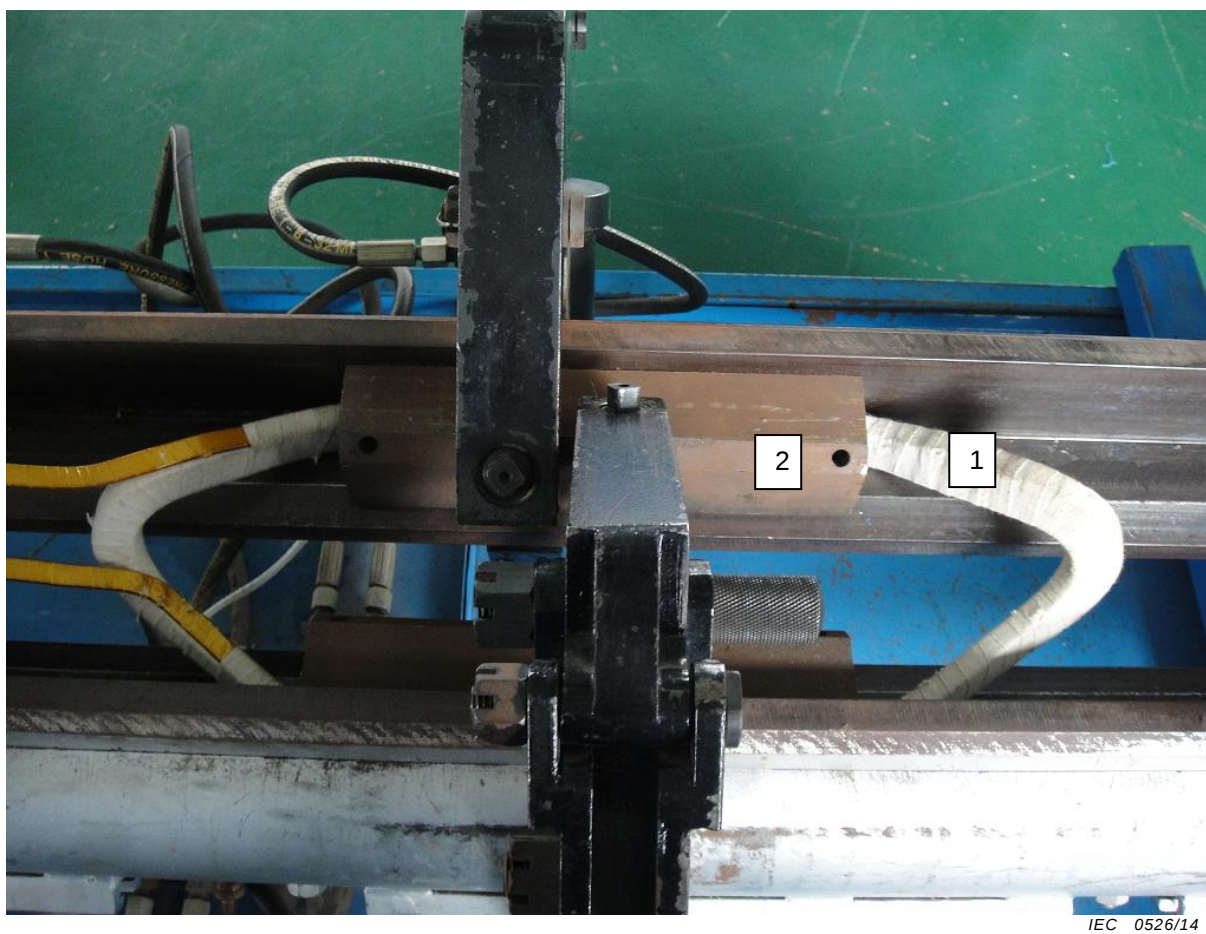


Figure B.4 – Machine de formation de bobines qui étire et plie une bobine ovale pour obtenir une bobine de profil formé dans l'appareillage de profilage



Figure B.5 – Bobine formée avec couche de protection retirée



IEC 0528/14

Figure B.6 – Gros plan d'une isolation à emboîtement pour bobines formées



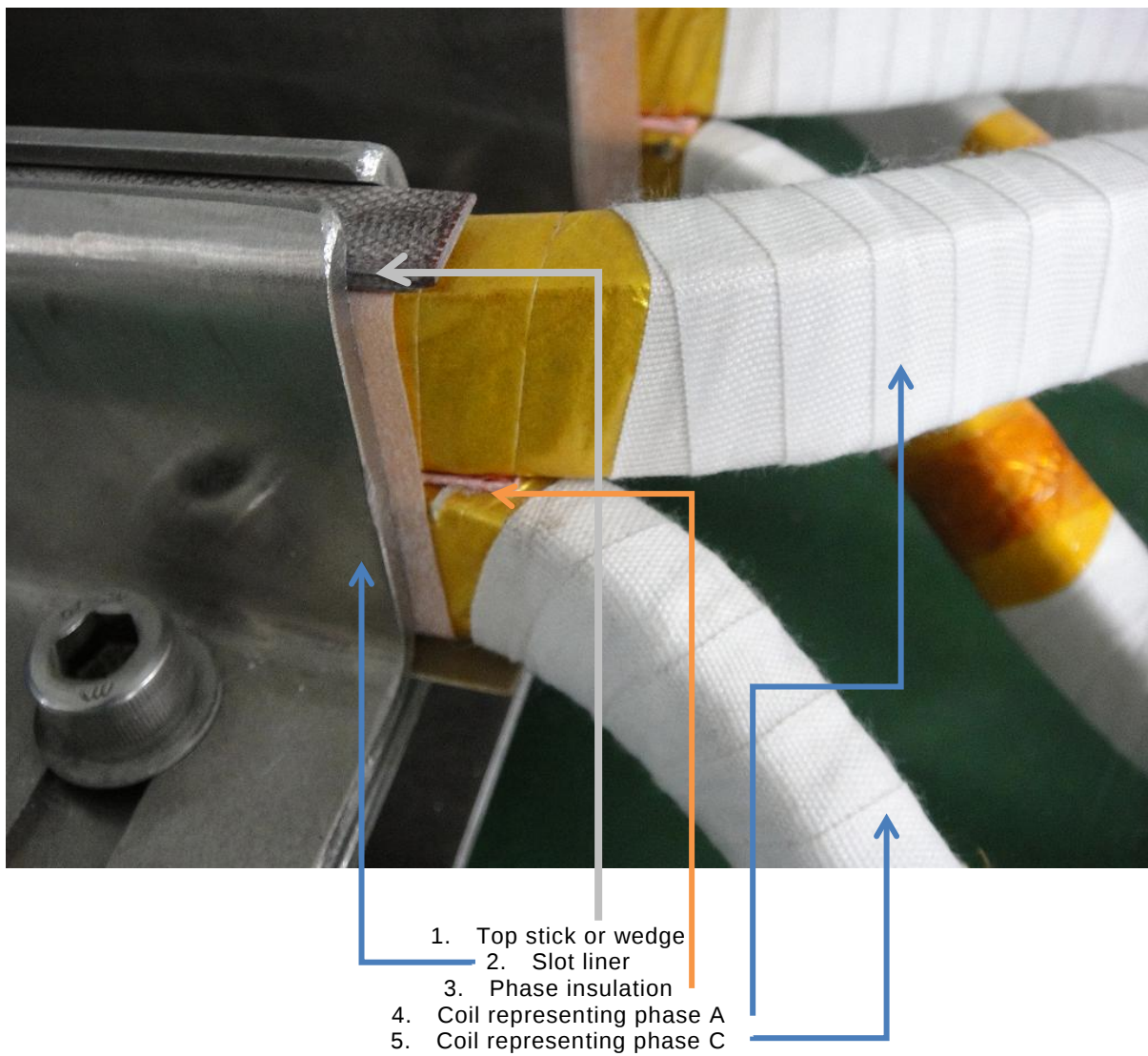
IEC 0529/14

Figure B.7 – Bobine formée avec plusieurs couches d'isolation



IEC 0530/14

Figure B.8 – Bobines formées placées dans l'éprouvette d'essai à enroulement préformé ou Formette



IEC 0531/14

Légende

Anglais	Français
Top stick or wedge	Baguette supérieur ou coin
Slot liner	Caniveau d'encoche
Phase insulation	Isolation de phase
Coil representing phase A	Bobine représentant la phase A
Coil representing phase C	Bobine représentant la phase C

Figure B.9 – Détails de l'isolation

Bibliographie

IEC 60172, *Méthode d'essai pour la détermination de l'indice de température des fils de bobinage émaillés*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch