NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60455-3-5

Troisième édition
Third edition
2006-03

Composés réactifs à base de résines utilisés comme isolants électriques –

Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers – Feuille 5: Résines d'imprégnation à base de polyester insaturé

Resin based reactive compounds used for electrical insulation –

Part 3: Specifications for individual materials – Sheet 5: Unsaturated polyester based impregnating resins

Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60455-3-5:2006

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions 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.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI (www.iec.ch)**
- **Catalogue des publications de la CEI**

  Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.
- **IEC Just Published**

  Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.
- **Service clients**

  Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

  Email: custserv@iec.ch
  Tél: +41 22 919 02 11
  Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. 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 also available from the following:

- **IEC Web Site (www.iec.ch)**
- **Catalogue of IEC publications**

  The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.
- **IEC Just Published**

  This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.
- **Customer Service Centre**

  If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

  Email: custserv@iec.ch
  Tel: +41 22 919 02 11
  Fax: +41 22 919 03 00

.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60455-3-5

Troisième édition
Third edition
2006-03

Composés réactifs à base de résines utilisés comme isolants électriques –

Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers – Feuille 5: Résines d'imprégnation à base de polyester insaturé

Resin based reactive compounds used for electrical insulation –

Part 3: Specifications for individual materials – Sheet 5: Unsaturated polyester based impregnating resins

© IEC 2006 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE L

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

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 4
INTRODUCTION 8

1 Domaine d'application 10
2 Références normatives 10
3 Termes et définitions 12
4 Désignation 12
5 Exigences 12
5.1 Point éclair 14
5.2 Masse volumique 14
5.3 Viscosité 14
5.4 Durcissement en couche épaisse et détermination des émissions 14
5.5 Effet du composé réactif sur des fils émaillés 16
5.6 Indice de température 16
5.7 Résistance aux vapeurs de solvant 16
5.8 Effet de l'immersion dans l'eau sur la résistivité transversale 16

Annexe A (normative) Durcissement en couche épaisse et détermination des émissions 18

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

CONTENTS

FOREWORD 5
INTRODUCTION 9

1 Scope 11
2 Normative references 11
3 Terms and definitions 13
4 Designation 13
5 Requirements 13
5.1 Flash point 15
5.2 Density 15
5.3 Viscosity 15
5.4 Curing in thick layer and emissions during curing 15
5.5 Effect of the reactive compound on enamelled wires 17
5.6 Temperature index 17
5.7 Resistance to vapour of solvents 17
5.8 Effect of water immersion on volume resistivity 17

Annex A (normative) Curing in thick layer and determination of emissions 19

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMPOSÉS RÉACTIFS À BASE DE RÉSINES UTILISÉS COMME ISOLANTS ÉLECTRIQUES –

Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers – Feuille 5: Résines d'imprégnation à base de polyester insaturé

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60455-3-5 a été établie par le comité d'études 15 de la CEI: Normes sur les spécifications pour les matériaux isolants électriques.

Cette troisième édition de la CEI 60455-3-5 annule et remplace la deuxième édition (2001) dont elle constitue une révision technique. Les changements par rapport à l'édition précédente concernent l'introduction de polyester insaturé avec de faibles émissions de composés organiques volatiles. Une définition, des exigences et une méthode d'essai pour le durcissement en couche épaisse et la détermination des émissions a été ajoutée.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RESIN BASED REACTIVE COMPOUNDS USED FOR ELECTRICAL INSULATION –

Part 3: Specifications for individual materials – Sheet 5: Unsaturated polyester based impregnating resins

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
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.

This International Standard has been prepared by IEC technical committee 15: Standards on specifications for electrical insulating materials.

This third edition of IEC 60455-3-5 cancels and replaces the second edition (2001) and constitutes a technical revision. The major changes from the previous edition concern the introduction of unsaturated polyester with low emission of volatile organic components. Definition, requirements and a test method for curing in thick layer and emissions during curing were added.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
15/237/FDIS	15/265/RVD

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

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

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

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

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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

FDIS	Report on voting
15/237/FDIS	15/265/RVD

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

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result 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.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 60455 s'intègre dans une série traitant des spécifications relatives aux composés réactifs à base de résines et leurs constituants, utilisés pour l'isolation électrique. La série est composée de trois parties:

Partie 1: Définitions et prescriptions générales (CEI 60455-1);

Partie 2: Méthodes d'essai (CEI 60455-2);

Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers (CEI 60455-3).

La présente norme est l'une des feuilles qui composent la partie 3, comme indiqué ci-après:

Feuille 5: Résines d'imprégnation à base de polyester insaturé.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

INTRODUCTION

This part of IEC 60455 is one of a series which deals with specifications for resin based reactive compounds and their components used for electrical insulation. The series consists of three parts:

Part 1: Definitions and general requirements (IEC 60455-1);

Part 2: Methods of test (IEC 60455-2);

Part 3: Specifications for individual materials (IEC 60455-3).

This standard consists of one of the sheets comprising part 3 as follows:

Sheet 5: Unsaturated polyester based impregnating resins

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

COMPOSÉS RÉACTIFS À BASE DE RÉSINES UTILISÉS COMME ISOLANTS ÉLECTRIQUES –

Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers – Feuille 5: Résines d'imprégnation à base de polyester insaturé

1 Domaine d'application

La présente feuille 5 de la CEI 60455-3 spécifie les exigences pour les résines d'imprégnation à base de polyester insaturé et contient les exigences relatives à certaines propriétés pour des températures élevées.

Les matériaux conformes à cette spécification satisfont à des niveaux établis de performance. Cependant, il convient que le choix d'un matériau, par un utilisateur, pour une application spécifique, soit fondé sur les exigences réelles nécessaires pour une performance adéquate de cette application, et non fondé sur cette seule spécification.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. 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).

CEI 60172:1987, *Méthode d'essai pour la détermination de l'indice de température des fils de bobinage émaillés*

CEI 60317-8:1990, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 8: Fils de section circulaire en cuivre émaillé avec polyesterimide, classe 180*

CEI 60317-13:1990, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 13: Fil de section circulaire en cuivre émaillé avec polyester et polyesterimide et avec surcouche polyamide-imide, classe 200*

CEI 60455-1:1998,*Composés réactifs à base de résine utilisés comme isolants électriques – Partie 1: Définitions et prescriptions générales*

CEI 60455-2:1998, *Composés réactifs à base de résine utilisés comme isolants électriques – Partie 2: Méthodes d'essai*

CEI 60464-2:2001, *Vernis utilisés pour l'isolation électrique – Partie 2: Méthodes d'essai*

CEI 61033:1991, *Méthodes d'essai pour la détermination du pouvoir agglomérant des agents d'imprégnation sur fil émaillé*

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

RESIN BASED REACTIVE COMPOUNDS USED FOR ELECTRICAL INSULATION –

Part 3: Specifications for individual materials – Sheet 5: Unsaturated polyester based impregnating resins

1 Scope

This sheet 5 of IEC 60455-3 gives the requirements for unsaturated polyester based impregnating resins, and includes requirements for certain properties at elevated temperature.

Materials which conform to this specification meet established levels of performance. However, the selection of a material by a user for a specific application should be based on the actual requirements necessary for adequate performance in that application and not on this specification alone.

2 Normative references

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

IEC 60172:1987, *Test procedure for the determination of the temperature index of enamelled winding wires*

IEC 60317-8:1990, *Specifications for particular types of winding wires – Part 8: Polyester-imide enamelled round copper wire, class 180*

IEC 60317-13:1990, *Specifications for particular types of winding wires – Part 13: Polyester or polyesterimide overcoated with polyamide-imide enamelled round copper winding wire, class 200*

IEC 60455-1:1998, *Resin based reactive compounds used for electrical insulation – Part 1: Definitions and general requirements*

IEC 60455-2:1998, *Resin based reactive compounds used for electrical insulation – Part 2: Methods of test*

IEC 60464-2:2001, *Varnishes used for electrical insulation –Part 2: Methods of test*

IEC 61033:1991, *Test methods for the determination of bond strength of impregnating agents to an enamelled wire substrate*

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de la CEI 60455-1 ainsi que la définition suivante s'appliquent.

3.1
polyester insaturé avec de faibles émissions de composés organiques volatiles
résine polyester caractérisée par une insaturation carbone-carbone dans la chaîne de polymères, permettant la réticulation ultérieure avec ou sans un monomère copolymérisable. L'émission de composés organiques volatiles (COV) sera de moins de 3 % pendant le durcissement.

4 Désignation

Pour les besoins de la présente norme, les résines sont identifiées comme cela est indiqué dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Identification des résines

Type	**Niveaux de caractérisation spécifiés à** (°C)
130	130
155	155
180	180
200	200
NOTE Les propriétés à spécifier pour ces températures sont identifiées par un astérisque (*) dans le Tableau 2.	

Les termes du contrat doivent contenir la désignation du matériau, par exemple:

CEI 60455-3-5 type 130.

5 Exigences

Tous les matériaux d'une même livraison doivent satisfaire aux exigences de la CEI 60455-1, et doivent en outre satisfaire aux exigences indiquées dans la présente feuille.

Les exigences relatives aux propriétés indiquées dans le Tableau 2 ne sont pas comprises dans la présente norme. Si cela est nécessaire, il convient que leur application soit soumise à un accord entre le fournisseur et l'acheteur. Cependant, tous les essais doivent être réalisés conformément à la CEI 60455-2, sauf spécification contraire.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60455-1 and the following apply.

3.1
unsaturated polyester with low emissions of volatile organic components
polyester resin characterised by carbon-carbon unsaturation in the polymer chain, which permits subsequent crosslinking, with or without a copolymerizable monomer, where less than 3 % of volatile organic components (VOC) are released during the curing process.

4 Designation

For the purpose of this specification, the resins are identified as in Table 1.

Table 1 – Identification of resins

Type	Property levels specified at °C
130	130
155	155
180	180
200	200
NOTE The properties to be specified at these temperatures are identified by an asterisk (*) in Table 2.	

The purchase contract shall contain the material designation, for example: IEC 60455-3-5 type 130.

5 Requirements

All material in a consignment shall comply with the requirements of IEC 60455-1 and shall in addition comply with the requirements given in this sheet.

Requirements for properties listed in Table 2 are not included in this specification. Where these are required, they should be agreed between supplier and purchaser. All tests, however, shall be carried out in accordance with IEC 60455-2, if not otherwise specified.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tableau 2 – Propriétés à confirmer, si nécessaire, par un accord entre le fournisseur et l'acheteur

Propriétés	
Composés réactifs non durcis	**Composés réactifs durcis**
Température de ramollissement	Pouvoir agglomérant *)
Teneur en cendres	Conductivité thermique
Teneur en charge	Température de transition vitreuse
Teneur en chlore	Absorption d'eau
Teneur en eau	Effet des liquides chimiques
Indice d'hydroxyles	Résistance aux moisissures
Indice d'acide	Facteur de dissipation diélectrique et permittivité relative *)
Nombre de doubles liaisons	
Durée de vie en pot	Tension de claquage et rigidité diélectrique *)
Temps de gélification	Indice de tenue au cheminement
Montée exothermique	
Retrait	
*) à température élevée comme indiqué dans le Tableau 1.	

5.1 Point éclair

Le point éclair du composé réactif, déterminé conformément à 5.1 de la CEI 60455-2, ne doit pas être inférieur à celui pour lequel un accord existe entre le fournisseur et l'acheteur. Si, dans un pays particulier, des règles de sécurité pour l'application d'un matériau spécifient un point éclair minimal, le matériau à utiliser dans ce pays doit satisfaire à cette exigence.

5.2 Masse volumique

La masse volumique du composé réactif, déterminée conformément à 5.2 de la CEI 60455-2, doit être à ±2 % près de la valeur nominale. La valeur nominale doit être indiquée dans le contrat d'achat.

5.3 Viscosité

La viscosité du composé réactif, déterminée conformément à 5.3 de la CEI 60455-2, doit être à ±10 % près de la valeur nominale. La valeur nominale doit être indiquée dans le contrat d'achat.

Dans le cas du polyester insaturé avec de faibles émissions de composés organiques volatiles (COV), la viscosité du composé réactif doit être déterminée à l'aide d'un dispositif approprié dans une plage de température déterminée par accord entre le fournisseur et l'acheteur. La viscosité doit être à ±10 % près de la valeur nominale.

5.4 Durcissement en couche épaisse et détermination des émissions

Utiliser la méthode donnée à l'Annexe A. Effectuer trois mesures et consigner les trois résultats. Le résultat doit être S1, U1. Le résultat doit être meilleur que I4.2 et l'éprouvette doit être uniforme.

Dans le cas du polyester insaturé avec de faibles émissions de composés organiques volatiles (COV), l'émission de composés organiques volatiles (COV) sera de moins de 3 % pendant le durcissement.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Table 2 – Properties to be agreed between supplier and purchaser, when required

Properties	
Uncured reactive compound	**Cured reactive compound**
Softening temperature	Bond strength *)
Ash content	Thermal conductivity
Filler content	Glass transition temperature
Chlorine content	Water absorption
Water content	Effect of liquid chemicals
Hydroxyl value	Resistance to mould growth
Acid value	Dielectric dissipation factor and relative permittivity *)
Amount of double bonds	Breakdown voltage and electric strength *)
Pot life	Proof tracking index
Gel time	
Exothermic rise	
Shrinkage	
*) at elevated temperature as indicated in Table 1.	

5.1 Flash point

Flash point of the reactive compound determined in accordance with 5.1 of IEC 60455-2 shall be not less than agreed between supplier and purchaser. If in a particular country the safety regulations for the application of a material specify a minimum flash point, a material to be used in that country shall comply with that requirement.

5.2 Density

Density of the reactive compound determined in accordance with 5.2 of IEC 60455-2 shall be within ±2 % of the nominal value. The nominal value shall be stated in the purchase contract.

5.3 Viscosity

Viscosity of the reactive compound determined in accordance with 5.3 of IEC 60455-2 shall be within ±10 % of the nominal value. The nominal value shall be stated in the purchase contract.

In case of unsaturated polyester with low emissions of volatile organic components (VOC) the viscosity of the reactive compound shall be determined with a suitable device over the range of application temperature as agreed between supplier and purchaser. The viscosity shall be within ±10 % of the nominal value.

5.4 Curing in thick layer and emissions during curing

The method given in Annex A shall be used. Three measurements shall be made and the three results shall be reported. The result shall be S1, U1 and not worse than I4.2 and the specimen shall be uniform.

In case of unsaturated polyester with low emissions of volatile organic components (VOC), the emissions during curing shall be less than 3 %.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.5 Effet du composé réactif sur des fils émaillés

L'effet du composé réactif sur des fils émaillés, déterminé conformément à 5.8 de la CEI 60464-2, ne doit pas être inférieur à la dureté d'un crayon H, avec le temps d'immersion et la température déterminés par accord entre le fournisseur et l'acheteur.

5.6 Indice de température

L'indice de température de la résine doit être déterminé conformément à 6.3.2 de la CEI 60464-2 et doit être basé sur les trois critères d'essai suivants, déterminés par accord entre le fournisseur et l'acheteur:

– pouvoir agglomérant, selon la méthode B de la CEI 61033, avec un critère de fin de vie de 22 N;

– tension d'épreuve, selon la CEI 60172, basée sur un substrat en fil émaillé, pour une classe de fil non inférieure à 180, et selon la CEI 60317-8 ou la CEI 60317-13;

– tension de claquage conforme à 6.6.3 de la CEI 60455-2, pour des éprouvettes constituées d'un substrat en tissu de verre, conformément à 6.1.2 de la CEI 60464-2 avec un critère de fin de vie de 3 kV.

L'indice de température ne doit pas être inférieur à celui indiqué dans le Tableau 3 pour n'importe lequel des critères d'essai choisis.

Tableau 3 – Indice de température minimal

Type	Indice de température
130	130
155	155
180	180
200	200

Cet essai est un essai de conformité périodique et ne nécessite pas d'être répété, sauf si le fabricant a effectué une modification significative dans la composition ou dans la méthode de production du matériau.

5.7 Résistance aux vapeurs de solvant

La résistance du composé durci aux vapeurs de solvant, conformément à 6.4.3 de la CEI 60464-2, doit indiquer l'absence de modification de l'adhérence, du pelage, du cloquage, de la coulure, et de l'absence de poissage.

NOTE Cet essai s'applique uniquement dans les pays où des exigences réglementaires nécessitent son utilisation pour des matériaux compris dans des équipements de type «e», tels que ceux définis dans la CEI 60079-7: « Le type de protection « e » est la méthode de protection par laquelle des mesures supplémentaires sont appliquées pour que le matériel ne produise ni arc, ni étincelle, ni température excessive en fonctionnement normal. »

5.8 Effet de l'immersion dans l'eau sur la résistivité transversale

La résistivité transversale du composé durci, déterminée conformément à 6.6.1 de la CEI 60455-2 ne doit pas être inférieure à 10^{12} Ωm avant immersion dans l'eau et 10^{9} Ωm après immersion dans l'eau.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.5 Effect of the reactive compound on enamelled wires

The effect of the reactive compound on enamelled wires determined in accordance with 5.8 of IEC 60464-2 shall not be less than pencil hardness H with the immersion time and temperature to be agreed between supplier and purchaser.

5.6 Temperature index

Temperature index of the resin shall be determined in accordance with 6.3.2 of IEC 60464-2 and shall be based on the following three test criteria as agreed upon between supplier and purchaser:

– bond strength according to IEC 61033, method B, with an end-point criterion of 22 N;

– proof voltage according to IEC 60172 based on enamelled wire substrate of a wire class of not less than 180 according to IEC 60317-8 or IEC 60317-13;

– breakdown voltage in accordance with 6.6.3 of IEC 60455-2 on test specimens based on glass fabric substrate according to 6.1.2 of IEC 60464-2 with an end-point criterion of 3 kV.

The temperature index shall not be less than stated in Table 3 for any of the chosen test criteria.

Table 3 – Minimum temperature index

Type	Temperature index
130	130
155	155
180	180
200	200

This test is a periodic conformance test and need not be repeated unless the manufacturer has made a significant change in the composition or method of production of the material.

5.7 Resistance to vapour of solvents

Resistance of the cured compound to vapour of solvents according to 6.4.3 of IEC 60464-2 shall show no change in adherence, peeling, blistering, draining, and no tackiness.

NOTE This test applies only in countries where legal requirements necessitate its use for materials included in "e" type equipment as defined in IEC 60079-7: "*The type of protection "e" is the method of protection by which additional measures are applied, so as to give increased security against the possibility of excessive temperatures and of the occurence of arcs and sparks in apparatus which does not produce arcs or sparks in normal service.*"

5.8 Effect of water immersion on volume resistivity

Volume resistivity of the cured compound determined in accordance with 6.6.1 of IEC 60455-2 shall not be less than 10^{12} Ωm before and 10^{9} Ωm after immersion in water.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annexe A
(normative)

Durcissement en couche épaisse et détermination des émissions

Cet essai a pour but l'examen des matériaux d'imprégnation durcis. Le durcissement en couche épaisse est exprimé par l'état après durcissement de la partie supérieure, du fond et de la partie intérieure de l'échantillon. La détermination des émissions pendant le durcissement fait aussi partie de cette méthode.

A.1 Matériel

On doit utiliser le matériel suivant:

– des morceaux plats et lisses de feuille d'aluminium, de forme carrée, ayant une épaisseur de 0,1 mm à 0,15 mm et de (95 ± 1) mm de côté;

– un gabarit en métal ou en n'importe quel matériau solide adéquat, de (25 ± 1) mm d'épaisseur et de (45 ± 1) mm de côté;

– une étuve avec une ventilation forcée dont le débit d'air minimal correspond à 8 renouvellements d'air par heure. L'étuve doit être de type et de conception identiques à celles utilisées pour le séchage et/ou le durcissement des éprouvettes;

– une balance d'une précision de 0,01 g.

A.2 Éprouvette

Nettoyer un morceau de feuille d'aluminium avec les moyens adéquats et le plier autour du gabarit pour obtenir un moule carré d'environ 45 mm de côté. Sécher le moule carré à (110 ± 5) °C pendant (10 ± 1) min. Refroidir le moule et le stocker dans un dessiccateur.

Peser le moule carré à 0,01 g près (m_1). Peser un échantillon de résine dont la masse est de (10 ± 0,1) g à 0,01 g près dans le moule (m_2).

Durcir l'échantillon à une température et pendant une durée conformes aux accords passés entre le fournisseur et l'acheteur. Refroidir l'échantillon jusqu'à température ambiante dans un dessiccateur et le peser à 0,01 g près (m_3). Ensuite, retirer la feuille d'aluminium.

A.3 Procédure

A.3.1 Description de l'éprouvette

L'éprouvette doit être identifiée par la description des états concernant sa partie supérieure, son fond et sa partie intérieure. Cette description s'exprime par les constats faits sur son apparence et sur son aspect poisseux précisés par les symboles donnés aux Tableaux A.1, A.2 et A.3.

Tableau A.1 – État de la partie supérieure

État	Symbole
Lisse	S1
Plissé	S2

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annex A
(normative)

Curing in thick layer and determination of emissions

This test is designed for the examination of cured impregnating materials. Curing in thick layer is expressed by the condition after curing of the top side, bottom side and interior of the specimen. The determination of emissions during the curing process are also part of this method.

A.1 Equipment

The following equipment shall be used:

– flat and smooth square pieces of aluminium foil, 0,1 mm to 0,15 mm in thickness and of (95 ± 1) mm side length;

– a former made of metal or any other suitable solid material, (25 ± 1) mm in thickness and (45 ± 1) mm square;

– oven with forced air circulation and with a minimum rate of 8 fresh air changes per hour. The oven shall be of the type and design used for drying and/or curing specimens;

– balance with an accuracy of 0,01 g.

A.2 Test specimen

A piece of aluminium foil shall be cleaned by adequate means and shall be folded around the former to produce a square mould of about 45 mm side length. The square mould shall be dried at (110 ± 5) °C for (10 ± 1) min, cooled down and stored in a desiccator.

The square mould shall be weighed to 0,01 g (m_1). A resin sample with a mass of (10 ± 0,1) g shall be weighed to 0,01 g into the mould (m_2).

The specimen shall be cured at a temperature and for a time as agreed between supplier and purchaser. The specimen shall be cooled down to room temperature in a desiccator and the weight shall be taken to 0,01 g (m_3). Subsequently the aluminium foil is removed.

A.3 Procedure

A.3.1 Description of the specimen

The specimen shall be assessed by description of the conditions of its top side, bottom side and interior, expressed according to statements for visual appearance and for tackiness by symbols given in the following Tables A.1, A.2 and A.3.

Table A.1 – Condition of the top side

Condition	Symbol
Smooth	S1
Wrinkled	S2

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tableau A.2 – État du fond

État	Symbole
Non poisseux	U1
Poisseux	U2

Tableau A.3 – État de la partie intérieure

État	Symbole
Rigide	I1.X
Apparence de corne, usinable	I2.X
Apparence du cuir	I3.X
Caoutchouteux	I4.X
Gélatineux	I5.X
Liquide	I6.X

L'éprouvette (ne) contient	X
aucune cavité	1
pas plus de cinq cavités	2
plus de cinq cavités	3

Pour ce qui concerne l'état de l'intérieur, on doit ajouter un constat indiquant si celui-ci est uniforme ou non.

NOTE Il peut être nécessaire de couper l'éprouvette, de plier l'éprouvette avec ses doigts ou d'utiliser un couteau pour décrire les propriétés mécaniques.

A.3.2 Émissions

Les émissions doivent être calculées à l'aide de l'équation suivante:

$E = 100 \times ((m_2 - m_3) / (m_2 - m_1))$

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Table A.2 – Condition of the bottom side

Condition	Symbol
Non-tacky	U1
Tacky	U2

Table A.3 – Condition of the interior

Condition	Symbol
Rigid	I1.X
Horny machinable	I2.X
Leather-like	I3.X
Rubber-like	I4.X
Gel-like	I5.X
Liquid	I6.X

The specimen contains	X
No voids	1
Not more than five voids	2
More than five voids	3

For the condition of the interior a statement shall be added whether the interior is uniform or not uniform.

NOTE It may by necessary to cut the specimen, to bend the specimen with the fingers or to use a knife for describing the mechanical properties.

A.3.2 Emissions

The emissions shall be calculated by the following equation:

$$E = 100 \times ((m_2 - m_3) / (m_2 - m_1))$$

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Standards Survey

The IEC would like to offer you the best quality standards possible. To make sure that we continue to meet your needs, your feedback is essential. Would you please take a minute to answer the questions overleaf and fax them to us at +41 22 919 03 00 or mail them to the address below. Thank you!

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission
3, rue de Varembé
1211 Genève 20
Switzerland

or

Fax to: **IEC**/CSC at +41 22 919 03 00

Thank you for your contribution to the standards-making process.

Nicht frankieren
Ne pas affranchir

Non affrancare
No stamp required

A Prioritaire

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Customer Service Centre (CSC)
International Electrotechnical Commission
3, rue de Varembé
1211 GENEVA 20
Switzerland

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Q1 Please report on **ONE STANDARD** and **ONE STANDARD ONLY**. Enter the exact number of the standard: *(e.g. 60601-1-1)*

.....

Q2 Please tell us in what capacity(ies) you bought the standard *(tick all that apply).* I am the/a:

- purchasing agent ❑
- librarian ❑
- researcher ❑
- design engineer ❑
- safety engineer ❑
- testing engineer ❑
- marketing specialist ❑

other.....

Q3 I work for/in/as a: *(tick all that apply)*

- manufacturing ❑
- consultant ❑
- government ❑
- test/certification facility ❑
- public utility ❑
- education ❑
- military ❑

other.....

Q4 This standard will be used for: *(tick all that apply)*

- general reference ❑
- product research ❑
- product design/development ❑
- specifications ❑
- tenders ❑
- quality assessment ❑
- certification ❑
- technical documentation ❑
- thesis ❑
- manufacturing ❑

other.....

Q5 This standard meets my needs: *(tick one)*

- not at all ❑
- nearly ❑
- fairly well ❑
- exactly ❑

Q6 If you ticked NOT AT ALL in Question 5 the reason is: *(tick all that apply)*

- standard is out of date ❑
- standard is incomplete ❑
- standard is too academic ❑
- standard is too superficial ❑
- title is misleading ❑
- I made the wrong choice ❑

other .....

Q7 Please assess the standard in the following categories, using the numbers:
(1) unacceptable,
(2) below average,
(3) average,
(4) above average,
(5) exceptional,
(6) not applicable

timeliness.....
quality of writing.....
technical contents.....
logic of arrangement of contents .....
tables, charts, graphs, figures.....
other .....

Q8 I read/use the: *(tick one)*

- French text only ❑
- English text only ❑
- both English and French texts ❑

Q9 Please share any comment on any aspect of the IEC that you would like us to know:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Enquête sur les normes

La CEI ambitionne de vous offrir les meilleures normes possibles. Pour nous assurer que nous continuons à répondre à votre attente, nous avons besoin de quelques renseignements de votre part. Nous vous demandons simplement de consacrer un instant pour répondre au questionnaire ci-après et de nous le retourner par fax au +41 22 919 03 00 ou par courrier à l'adresse ci-dessous. Merci !

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale
3, rue de Varembé
1211 Genève 20
Suisse

ou

Télécopie: **CEI**/CSC +41 22 919 03 00

Nous vous remercions de la contribution que vous voudrez bien apporter ainsi à la Normalisation Internationale.

Nicht frankieren
Ne pas affranchir

Non affrancare
No stamp required

A Prioritaire

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Centre du Service Clientèle (CSC)
Commission Electrotechnique Internationale
3, rue de Varembé
1211 GENÈVE 20
Suisse

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Q1 Veuillez ne mentionner qu'**UNE SEULE NORME** et indiquer son numéro exact: (*ex. 60601-1-1)*

.....

Q2 En tant qu'acheteur de cette norme, quelle est votre fonction?
(cochez tout ce qui convient)
Je suis le/un:

agent d'un service d'achat ❑
bibliothécaire ❑
chercheur ❑
ingénieur concepteur ❑
ingénieur sécurité ❑
ingénieur d'essais ❑
spécialiste en marketing ❑
autre(s).....

Q3 Je travaille:
(cochez tout ce qui convient)

dans l'industrie ❑
comme consultant ❑
pour un gouvernement ❑
pour un organisme d'essais/ certification ❑
dans un service public ❑
dans l'enseignement ❑
comme militaire ❑
autre(s).....

Q4 Cette norme sera utilisée pour/comme
(cochez tout ce qui convient)

ouvrage de référence ❑
une recherche de produit ❑
une étude/développement de produit ❑
des spécifications ❑
des soumissions ❑
une évaluation de la qualité ❑
une certification ❑
une documentation technique ❑
une thèse ❑
la fabrication ❑
autre(s).....

Q5 Cette norme répond-elle à vos besoins:
(une seule réponse)

pas du tout ❑
à peu près ❑
assez bien ❑
parfaitement ❑

Q6 Si vous avez répondu PAS DU TOUT à Q5, c'est pour la/les raison(s) suivantes:
(cochez tout ce qui convient)

la norme a besoin d'être révisée ❑
la norme est incomplète ❑
la norme est trop théorique ❑
la norme est trop superficielle ❑
le titre est équivoque ❑
je n'ai pas fait le bon choix ❑
autre(s) .....

Q7 Veuillez évaluer chacun des critères ci-dessous en utilisant les chiffres
(1) inacceptable,
(2) au-dessous de la moyenne,
(3) moyen,
(4) au-dessus de la moyenne,
(5) exceptionnel,
(6) sans objet

publication en temps opportun .....
qualité de la rédaction.....
contenu technique .....
disposition logique du contenu .....
tableaux, diagrammes, graphiques, figures.....
autre(s) .....

Q8 Je lis/utilise: *(une seule réponse)*

uniquement le texte français ❑
uniquement le texte anglais ❑
les textes anglais et français ❑

Q9 Veuillez nous faire part de vos observations éventuelles sur la CEI:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

ISBN 2-8318-8392-X



ICS 29.035.01

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale