

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60455-2-2

Première édition
First edition
1984-01

**Spécification relative aux composés résineux
polymérisables sans solvant utilisés comme
isolants électriques**

**Deuxième partie:
Méthodes d'essai – Méthodes d'essai des poudres
de revêtement à usages électriques**

**Specification for solventless polymerisable
resinous compounds used for electrical insulation**

**Part 2:
Methods of test – Test methods for coating
powders for electrical purposes**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60455-2-2: 1984

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60455-2-2

Première édition
First edition
1984-01

**Spécification relative aux composés résineux
polymérisables sans solvant utilisés comme
isolants électriques**

**Deuxième partie:
Méthodes d'essai – Méthodes d'essai des poudres
de revêtement à usages électriques**

**Specification for solventless polymerisable
resinous compounds used for electrical insulation**

**Part 2:
Methods of test – Test methods for coating
powders for electrical purposes**

© IEC 1984 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
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

R

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

Publication 455-2-2 de la CEI
(Première édition - 1984)

Spécification relative aux composés
résineux polymérisables sans solvant
utilisés comme isolants électriques

Deuxième partie: Méthodes d'essai
Méthodes d'essai des poudres de revêtement
usages électriques

IEC Publication 455-2-2
(First edition - 1984)

Specification for solventless
polymerisable resinous compounds
used for electrical insulation

Part 2: Methods of test
Test methods for coating powders
for electrical purposes

CORRIGENDUM 1

Page 4

Preface

Remplacer le tableau existant par le nouveau tableau suivant:

Règle des Six Mois	Rapport de vote	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
15C(BC)139	15C(BC)161	15C(BC)165	15C(BC)190

Pour de plus amples renseignements, consulter les rapports de vote mentionnés dans le tableau ci-dessus.

Page 5

Preface

Replace the existing table by the following new table:

Six Months' Rule	Report on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
15C(CO)139	15C(CO)161	15C(CO)165	15C(CO)190

Further information can be found in the Reports on Voting indicated in the table above.

August 1991

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
INTRODUCTION	8
Articles	
Domaine d'application	8

SECTION UN – ESSAIS DES MATÉRIAUX AVANT TRAITEMENT

1.1 Masse volumique en vrac	8
1.2 Aptitude à l'écoulement	8
1.3 Distribution granulométrique	10
1.4 Température de ramollissement	10
1.5 Durée de gélification	10
1.6 Teneur en produits non volatils	12

SECTION DEUX – ESSAIS DES MATÉRIAUX DURCIS

2.1 Préparation des éprouvettes	14
2.2 Examen visuel	14
2.3 Epaisseur	14
2.4 Porosité du revêtement (essai d'homogénéité)	16
2.5 Résistance aux rayures	16
2.6 Résistance à la coupe	20
2.7 Résistance au choc	20
2.8 Essai à l'empreinte	22
2.9 Rigidité diélectrique	22
2.10 Facteur de dissipation et permittivité	24
2.11 Résistivité transversale après immersion dans l'eau	24
2.12 Résistance au cheminement	24
2.13 Résistance aux produits chimiques	26
2.14 Résistance aux vapeurs de solvant	28
2.15 Endurance thermique	30
2.16 Recouvrement des bords	30
2.17 Tenue au choc thermique	32
FIGURES	34

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	9
Clause	
Scope	9

SECTION ONE – TESTS FOR MATERIALS BEFORE CURE

1.1 Bulk density	9
1.2 Pourability	9
1.3 Particle size distribution	11
1.4 Softening temperature	11
1.5 Gel time	11
1.6 Non-volatile matter content	13

SECTION TWO – TESTS FOR MATERIALS IN THE CURED FORM

2.1 Preparation of test specimens	15
2.2 Visual examination	15
2.3 Thickness	15
2.4 Porosity of coating (test for uniformity)	17
2.5 Scratch hardness	17
2.6 Cut-through resistance	21
2.7 Impact strength	21
2.8 Cupping test	23
2.9 Electric strength	23
2.10 Dissipation factor and permittivity	25
2.11 Volume resistivity after immersion in water	25
2.12 Resistance to tracking	25
2.13 Resistance to chemicals	27
2.14 Resistance to vapour of solvents	29
2.15 Thermal endurance	31
2.16 Edge coverage	31
2.17 Thermal shock resistance	33
FIGURES	35

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**SPÉCIFICATION RELATIVE
AUX COMPOSÉS RÉSINEUX POLYMÉRISABLES SANS SOLVANT
UTILISÉS COMME ISOLANTS ÉLECTRIQUES**

**Deuxième partie: Méthodes d'essai
Méthodes d'essai des poudres de revêtement à usages électriques**

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

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

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
15C(BC)139	15C(BC)161

Pour de plus amples renseignements, consulter le rapport de vote mentionné dans le tableau ci-dessus.

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

- Publications n°s
- 79-7 (1969): Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses, Septième partie: Construction, vérification et essais du matériel électrique en protection «e».
 - 93 (1980): Méthodes pour la mesure de la résistivité transversale et de la résistivité superficielle des matériaux isolants électriques solides.
 - 112 (1979): Méthode pour déterminer les indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides.
 - 212 (1971): Conditions normales à observer avant et pendant les essais de matériaux isolants électriques solides.
 - 216-1 (1974): Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques, Première partie: Méthodes générales pour la détermination des propriétés d'endurance thermique, des indices de température et des profils d'endurance thermique.
 - 243 (1967): Méthodes d'essai recommandées pour la détermination de la rigidité électrique des matériaux isolants solides aux fréquences industrielles.
 - 250 (1969): Méthodes recommandées pour la détermination de la permittivité et du facteur de dissipation des isolants électriques aux fréquences industrielles, audibles et radioélectriques (ondes métriques comprises).
 - 394-2 (1972): Tissus vernis à usages électriques, Deuxième partie: Méthodes d'essai.
 - 455-1 (1974): Spécification relative aux composés résineux polymérisables sans solvant utilisés comme isolants électriques, Première partie: Définitions et conditions générales.
 - 455-2 (1977): Deuxième partie: Méthodes d'essai.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SPECIFICATION FOR
SOLVENTLESS POLYMERISABLE RESINOUS COMPOUNDS
USED FOR ELECTRICAL INSULATION****Part 2: Methods of test
Test methods for coating powders for electrical purposes**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

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

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

Six Months' Rule	Report on Voting
15C(CO)139	15C(CO)161

Further information can be found in the Report on Voting indicated in the table above.

The following IEC publications are quoted in this standard:

- Publications Nos. 79-7 (1969): Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres, Part 7: Construction and Test of Electrical Apparatus, Type of Protection "e".
- 93 (1980): Methods of Test for Volume Resistivity and Surface Resistivity of Solid Electrical Insulating Materials.
- 112 (1979): Method for Determining the Comparative and the Proof Tracking Indices of Solid Insulating Materials under Moist Conditions.
- 212 (1971): Standard Conditions for Use prior to and during the Testing of Solid Electrical Insulating Materials.
- 216-1 (1974): Guide for the Determination of Thermal Endurance Properties of Electrical Insulating Materials, Part 1: General Procedures for the Determination of Thermal Endurance Properties, Temperature Indices and Thermal Endurance Profiles.
- 243 (1967): Recommended Methods of Test for Electric Strength of Solid Insulating Materials at Power Frequencies.
- 250 (1969): Recommended Methods for the Determination of the Permittivity and Dielectric Dissipation Factor of Electrical Insulating Materials at Power, Audio and Radio Frequencies including Metre Wavelengths.
- 394-2 (1972): Varnished Fabrics for Electrical Purposes, Part 2: Methods of Test.
- 455-1 (1974): Specification for Solventless Polymerisable Resinous Compounds Used for Electrical Insulation, Part 1: Definitions and General Requirements.
- 455-2 (1977): Part 2: Methods of Test.

Autres publications citées:

- Norme ISO 60 (1977): Plastiques — Détermination de la masse volumique apparente des matières susceptibles de s'écouler à travers un entonnoir donné.
- 683-1 (1968): Aciers pour traitement thermique, aciers alliés et aciers pour décolletage.
- 1518 (1973): Peintures et vernis — Essai de rayure.
- 2591 (1973): Tamisage de contrôle.

Other publications quoted:

- ISO Standard 60 (1977): Plastics — Determination of Apparant Density of Material that Can be Poured from a Specified Funnel.
683-1 (1968): Heat-treated Steels, Alloy Steels and Free-cutting Steels, Part 1: Quenched and Tempered Unalloyed Steels.
1518 (1973): Paints and Varnishes — Scratch Test.
2591 (1973): Test Sieving.
-

SPÉCIFICATION RELATIVE AUX COMPOSÉS RÉSINEUX POLYMÉRISABLES SANS SOLVANT UTILISÉS COMME ISOLANTS ÉLECTRIQUES

Deuxième partie: Méthodes d'essai Méthodes d'essai des poudres de revêtement à usages électriques

INTRODUCTION

La présente norme fait partie d'une série traitant des composés résineux polymérisables sans solvant, utilisés comme isolants électriques. Cette série comportera les trois parties suivantes:

Première partie: Définitions et conditions générales.

Deuxième partie: Méthodes d'essai.

Troisième partie: Spécifications pour les matériaux particuliers (à l'étude).

Domaine d'application

La présente norme expose les méthodes d'essai applicables aux poudres thermodurcissables définies au paragraphe 3.7 de la Publication 455-1 de la CEI: Spécification relative aux composés résineux polymérisables sans solvant utilisés comme isolants électriques, Première partie: Définitions et conditions générales. Ces essais concernent les matériaux avant traitement ainsi que leurs propriétés à l'état durci.

SECTION UN — ESSAIS DES MATÉRIAUX AVANT TRAITEMENT

1.1 *Masse volumique en vrac*

Elle est déterminée selon la Norme ISO 60: Plastiques — Détermination de la masse volumique apparente des matières susceptibles de s'écouler à travers un entonnoir donné.

1.2 *Aptitude à l'écoulement*

1.2.1 *Appareillage*

- Entonnoir suivant la figure 1, page 34, pouvant être maintenu en position verticale.
- Chronomètre ou horloge de précision comparable.

1.2.2 *Mode opératoire*

Travailler l'échantillon de poudre sur une feuille de papier jusqu'à ce que le matériau n'ait plus tendance à se tasser ni à s'agglomérer. Placer l'entonnoir en position verticale en fermant la sortie avec la main ou avec une bande appropriée, puis verser dans l'entonnoir un échantillon de 100 g de poudre avec précaution pour éviter tout tassement. Ouvrir ensuite rapidement la sortie de l'entonnoir et déclencher en même temps le chronomètre. Laisser la poudre s'écouler librement hors de l'entonnoir et arrêter le chronomètre à l'instant précis où l'entonnoir est vide.

1.2.3 *Expression des résultats*

Consigner la durée nécessaire, exprimée en secondes, pour vider l'entonnoir à 0,5 s près ou préciser, le cas échéant, que le matériau ne s'écoule pas de l'entonnoir.

SPECIFICATION FOR SOLVENTLESS POLYMERISABLE RESINOUS COMPOUNDS USED IN ELECTRICAL INSULATION

Part 2: Methods of test Test methods for coating powders for electrical purposes

INTRODUCTION

This standard is one of the series which deals with solventless polymerisable resinous compounds used for electrical insulation. The series will have the following three parts:

Part 1: Definitions and general requirements.

Part 2: Methods of test.

Part 3: Specifications for individual materials (under consideration).

Scope

This standard gives methods of test for thermo-setting coating powders as defined in Sub-clause 3.7 of IEC Publication 455-1: Specification for Solventless Polymerisable Resinous Compounds used for Electrical Insulation, Part 1: Definitions and General Requirements. Tests are included for the material before cure and in the cured form.

SECTION ONE — TESTS FOR MATERIALS BEFORE CURE

1.1 Bulk density

To be determined in accordance with ISO Standard 60: Plastics — Determination of Apparent Density of Material that Can be Poured from a Specified Funnel.

1.2 Pourability

1.2.1 Apparatus

- Funnel according to Figure 1, page 35, provided with means for placing it in a vertical position.
- Stop-watch or timer of comparable accuracy.

1.2.2 Procedure

Work powder sample on a sheet of paper until there is no tendency for the material to pack or cake. Place the funnel in a vertical position and close the small end with the hand or with a suitable strip and pour a 100 g sample of powder lightly into the funnel, avoiding any tendency to pack it. Then quickly open the bottom of the funnel and at the same instant start the stop watch or timer. Allow the powder to run freely from the funnel, and stop the watch or timer at the instant the last of it leaves the funnel.

1.2.3 Result

State the time, in seconds, required for the funnel to discharge, to the nearest 0.5 s or, if necessary, state that the material will not run through the funnel.

1.3 *Distribution granulométrique*

Les deux méthodes données ci-après sont applicables:

1.3.1 Tamisage à sec selon la Norme ISO 2591: Tamisage de contrôle, avec tamis dont les numéros et les dimensions sont indiqués dans la troisième partie.

1.3.2 *Analyse par tamisage sous vide*

Appareillage

- Trébuchet de laboratoire.
- Tamis avec couvercle transparent.

L'appareil de tamisage sous vide doit pouvoir entretenir une dépression de $125 \pm 12,5$ mm d'eau mesurée par un manomètre. Le gicleur fendu en rotation sous le tamis doit tourner à 25 ± 2 tr/min.

Note. — Pour les tamis à mailles plus fines, on entretient des dépressions plus poussées, de l'ordre de 700 mm d'eau.

Mode opératoire

S'il n'est pas nécessaire de transvider les poudres de revêtement pour les pesées, peser chaque tamis retenu et l'échantillon à 0,1 g près. S'il est nécessaire de transvider les échantillons des tamis, peser les échantillons à 0,0001 g près. Prendre des échantillons de 10,0 g pour les tamis dont les mailles sont égales ou supérieures à 32 μm . Pour les tamis de dimensions de maille inférieures, prendre des échantillons de 1,0 g et les placer sur le tamis. Mettre le couvercle transparent sur le tamis et placer ce dernier dans l'appareil de tamisage sous vide. Faire fonctionner l'appareil pendant $10 \text{ min} \pm 15 \text{ s}$ sous un vide de 150 mm d'eau pour les tamis dont les mailles dépassent 74 μm , de 250 mm d'eau pour les tamis dont les mailles sont comprises entre 74 μm et 20 μm et de 700 mm d'eau pour les tamis dont les mailles sont inférieures à 20 μm .

Enlever tamis et couvercle de l'appareil et peser à 0,1 g près la quantité de matériau retenue sur le tamis ou adhérent au couvercle, puis soustraire la tare de la pesée totale. Si le matériau doit être transvidé sur une balance, le tamis doit être soigneusement brossé sur chaque face ainsi que le couvercle, puis pesé à 0,0001 g près.

Répéter la manipulation avec chaque tamis utilisé. Le pourcentage de poudre retenu par chaque tamis se calcule comme suit:

$$\text{pourcentage} = \frac{R}{S} \times 100$$

où:

R = masse résiduelle, en grammes

S = masse de l'échantillon, en grammes

1.4 *Température de ramollissement*

Elle est déterminée selon les prescriptions de l'article 6 de la Publication 455-2 de la CEI: Spécification relative aux composés résineux polymérisables sans solvant utilisés comme isolants électriques, Deuxième partie: Méthodes d'essai.

1.5 *Durée de gélification*

1.5.1 *Appareillage*

- Plaque chauffante pouvant maintenir la température à ± 1 °C près.
Si la surface de la plaque chauffante se pique, il faut la polir ou la remplacer.