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 à 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

Préface

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.

Août 1991 August 1991

--`,,,``,-`-`,,`,,`,`,,`---
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
60455-2-2

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

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

Numéros des publications

Depuis le 1er 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.

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
60455-2-2

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 3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
Telefax: +41 22 919 0300 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

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

Not for Resale

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

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

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

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

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^{os}
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 splides.
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.

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

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.

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

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.

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

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.

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

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.

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

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.

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

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 ± 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 min ± 15 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 adhérant 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.

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

1.3 *Particle size distribution*

The following two methods are applicable:

1.3.1 Dry sieving in accordance with ISO Standard 2591: Test Sieving, with sieve numbers and sizes specified in Part 3.

1.3.2 *Vacuum sieve analysis*

Apparatus

- Analytical balance.
- Sieves and transparent sieve cover.

The vacuum sieving device shall be capable of maintaining a vacuum of 125 ± 12.5 mm of water as measured by a manometer. The slit nozzle which rotates below the sieve shall revolve at a speed of 25 ± 2 rev/min.

Note. — Increasingly higher vacuums up to 700 mm of water are maintained for smaller sized sieves.

Procedure

If the coating powders are not to be transferred for weighing, weigh each of the selected sieves and sample to 0.1 g. If samples are to be transferred from the sieves, weigh sample to 0.0001 g. For sieve size 32 μm and larger weigh 10.0 g samples. For sieve sizes less than 32 μm, weigh out 1.0 g samples and transfer to sieve. Put the transparent cover on the sieve and place the sieve in the vacuum sieving apparatus. Operate the sieving apparatus for 10 min ± 15 s in a vacuum of 150 mm of water for sieve sizes larger than 74 μm, a vacuum of 250 mm of water for sieve sizes 74 μm to 20 μm and 700 mm of water for sieve sizes less than 20 μm.

Remove the sieve and cover from the apparatus and weigh to 0.1 g the quantity of material retained on the sieve or adhering to the cover, then subtract the tare weight from the total. If the material is transferred to the balance, the sieve shall be carefully brushed on both sides as well as the cover and weighed to 0.0001 g.

Repeat the procedure for each sieve used. Calculate the percentage of powder retained for each sieve as follows:

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

where:

R = residue mass, in grammes
S = specimen mass, in grammes

1.4 *Softening temperature*

This is determined in accordance with the requirements Clause 6 of IEC Publication 455-2: Specification for Solventless Polymerisable Resinous Compounds Used for Electrical Insulation, Part 2: Methods of Test.

1.5 *Gel time*

1.5.1 *Apparatus*

- Hot plate capable of maintaining the temperature to within ± 1 °C.

If the surface of the hot plate becomes pitted, it should be polished smooth or replaced.

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

— Chronomètre ou horloge appréciant des intervalles de 0,1 s.

— Spatule de bois mesurant approximativement 2 mm × 10 mm × 150 mm ou outil semblable pour remuer, mauvais conducteur de la chaleur.

— Pyromètre à contact mesurant entre 150 °C et 250 °C.

— Mesurette de 1 ml.

— Agent pour décoller le moule.

— Couteau métallique à mastic.

1.5.2 *Mode opératoire*

Placer la plaque chauffante dans un endroit sans courants d'air ou la protéger des courants d'air avec un écran à trois côtés de 305 mm de haut.

Laisser chauffer la plaque pendant au moins 30 min pour obtenir la régularisation de la température spécifiée dans la troisième partie.

Note. — Etalonner la plaque chauffante avec le pyromètre à contact.

Enduire la plaque d'une mince couche d'agent de démoulage. Essuyer l'excès éventuel avec un chiffon propre.

Mesurer 1 ml de poudre et la verser sur la surface de la plaque chaude.

Etaler immédiatement la poudre avec la spatule selon un cercle de 50 mm de diamètre.

Quand la poudre commence à «mouiller», déclencher le chronomètre.

Continuer à remuer la résine fondue d'un mouvement circulaire jusqu'à ce qu'elle cesse d'être liquide et se prenne en un gel qu'on ne peut plus remuer; arrêter le chronomètre et noter le temps.

Quand l'essai est terminé, nettoyer la plaque avec le couteau à mastic pour enlever la résine.

Répéter l'essai trois fois avec de la résine neuve. Les résultats devront concorder à 2 s près.

1.6 *Teneur en produits non volatils*

L'éprouvette devra avoir une masse de 2,0 ± 0,1 g; la durée et la température de l'essai sont respectivement de 1 h à 105 °C et de 5 min à 230 °C.

Peser 2,0 ± 0,1 g de poudre dans une coupelle à fond plat, réalisée avec une feuille métallique, et dont le tarage a été effectué.

Chauffer la coupelle à 105 ± 3 °C pendant 1 h ou à 230 ± 3 °C pendant 5 min. Refroidir à température ambiante. Peser de nouveau.

Calculer, comme suit, la teneur en produits non volatils:

— Teneur en produits non volatils, pourcentage $= \frac{(C - A)}{B} \times 100$

où:

A = masse de la coupelle, en grammes
B = masse de l'éprouvette, en grammes, et
C = masse de la coupelle et de l'éprouvette après chauffage, en grammes.

Consigner la valeur de la teneur en produits non volatils en pourcentage de la masse de l'éprouvette à 0,1% près.

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

- Stop-watch or timer capable of measuring 0.1 s intervals.
- Wood spatula approximately 2 mm × 10 mm × 150 mm or similar non-heat conducting stirrer.
- Surface pyrometer suitable for use at 150 °C to 250 °C.
- 1 ml measuring spoon.
- Mould release agent.
- Metal putty knife.

1.5.2 *Procedure*

Place the hot plate in a draught-free area or a three-sided 305 mm high draught shield.

Allow at least 30 min for the hot plate to warm up so as to maintain the surface temperature to be specified in Part 3.

Note. — The hot plate is to be calibrated with the surface pyrometer.

Coat the plate with a thin coat of mould release. Wipe off the excess with a clean towel.

Measure 1 ml of powder and place it on the surface of the hot plate.

Immediately spread the powder with the spatula into a 50 mm diameter circle.

When the powder becomes "wetted", start the stop-watch.

Keep rubbing the molten resin in a circular motion until the resin ceases to flow and forms an immovable gel, stop the watch and record the time.

After the test is completed, clean the resin from the plate with the metal putty knife.

Repeat the test three times with fresh resin. The results should agree within a 2 s range.

1.6 *Non-volatile matter content*

The sample size should be 2.0 ± 0.1 g, and the heating times are 1 h at 105 °C and 5 min at 230 °C.

Weigh 2.0 ± 0.1 g of powder into a tared flat-bottomed metal foil dish.

Heat the dish at 105 ± 3 °C for 1 h or at 230 ± 3 °C for 5 min. Cool to room temperature, then reweigh.

Calculate the non-volatile matter as follows:

— Non-volatile matter, percentage $= \frac{(C - A)}{B} \times 100$

where:

A = mass of dish, in grammes
B = mass of sample used, in grammes, and
C = mass of dish and contents after heating, in grammes.

Report the mass of the non-volatile matter as a percentage of the mass of the sample to the nearest 0.1%.

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

SECTION DEUX — ESSAIS DES MATÉRIAUX DURCIS

2.1 *Préparation des éprouvettes*

Les éprouvettes sont préparées d'après les instructions du fournisseur en utilisant l'un des deux supports ci-après, sauf spécification contraire:

— Type A: Plaques d'acier laminé à froid mesurant environ 150 mm × 200 mm × 1 mm selon la Norme ISO 683-1: Aciers pour traitement thermique, aciers alliés et aciers pour décolletage;

— Type B: Barres carrées d'acier mesurant 10 mm × 10 mm × 150 mm selon la Norme ISO 683-1 (carré rectifié à angles vifs à 0,025 mm près à angle droit).

Avant le revêtement, l'acier est soigneusement nettoyé avec du 1,1,1-trichloréthane ou autre dégraissant approprié.

Note. — Les cotes indiquées sont préférentielles, mais d'autres peuvent être utilisées après accord entre acheteur et fournisseur.

Le revêtement au bain fondu est l'un des procédés de revêtement acceptables en laboratoire.

TABLEAU I

Type de support	Paragraphe	Nombre d'éprouvettes
A	2.4.2	5
B	2.6.2	3
A	2.7.2	3
A	2.8.3	3
A	2.9	3
A	2.11	1
B	2.14.3	3
B	2.16.3	3

Note. — L'essai des propriétés concernant les paragraphes 2.5.1, 2.5.4, 2.12 et 2.17 fait appel à des éprouvettes spéciales.

L'essai des propriétés concernant les paragraphes 2.10, 2.13 et 2.15 fait appel à des éprouvettes spécifiées dans la troisième partie.

2.2 *Examen visuel*

Toutes les éprouvettes doivent être examinées à l'œil nu (force normale de vision) pour vérifier le mouillage adéquat du substrat et l'aspect général, et détecter tout défaut spécifié dans la troisième partie (par exemple irrégularités et inclusions qui pourraient affecter les caractéristiques fonctionnelles du matériau).

2.3 *Epaisseur*

L'épaisseur du revêtement peut être mesurée:

2.3.1 Avec un micromètre comme celui qui est exposé au paragraphe 2.1 de la Publication 394-2 de la CEI: Tissus vernis à usages électriques, Deuxième partie: Méthodes d'essai.

2.3.2 Avec un microscope approprié.

2.3.3 Avec un appareillage magnétique pour les matériaux à base magnétique.

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

SECTION TWO — TESTS FOR MATERIALS IN THE CURED FORM

2.1 *Preparation of test specimens*

Specimens shall be prepared in accordance with the instructions of the supplier using one of the two following supports, unless otherwise specified:

— Type A: 150 mm × 200 mm × 1 mm (approximate) clean cold rolled steel plates in accordance with ISO Standard 683-1: Heat-treated Steels, Alloy Steels and Free-cutting Steels.

— Type B: 10 mm × 10 mm × 150 mm steel bars in accordance with ISO Standard 683-1. (Ground square to within 0.025 mm with sharp edges).

Prior to coating, the steel should be carefully cleaned with 1,1,1-trichloroethane or any other suitable grease removing solvent.

Note. — The dimensions given are preferred, others may be used subject to agreement between purchaser and supplier.

Fluidized bed coating is one of the acceptable coating processes for laboratory use.

TABLE I

Type of support	Sub-clause	Number of specimens
A	2.4.2	5
B	2.6.2	3
A	2.7.2	3
A	2.8.3	3
A	2.9	3
A	2.11	1
B	2.14.3	3
B	2.16.3	3

Note. — Special specimens are required for testing properties described in Sub-clauses 2.5.1, 2.5.4, 2.12, 2.17.

To test properties described in Sub-clauses 2.10, 2.13, 2.15, the specimen description is given in Part 3.

2.2 *Visual examination*

All specimens shall be examined by normal eyesight for adequate wetting of the substrate, general appearance and any defect as specified in Part 3 (e.g. irregularities and inclusions which would affect the performance of the material).

2.3 *Thickness*

The thickness of the coating can be measured by means of:

2.3.1 A micrometer as described in Sub-clause 2.1 of IEC Publication 394-2: Vanished Fabrics for Electrical Purposes, Part 2: Methods of Test.

2.3.2 A suitable microscope.

2.3.3 Magnetic instruments for magnetic base materials.

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

2.4 *Porosité du revêtement* (essai d'homogénéité)

2.4.1 *Appareillage*

2.4.1.1 *Générateur à haute tension*

Ce générateur doit produire une tension d'essai continue réglable entre +5% et −10%.

La résistance interne doit permettre d'avoir une valeur moyenne de 3 ± 0,3 mA comme courant de court-circuit en régime établi.

La valeur maximale du courant en cas de claquage haute tension doit se situer entre 10 mA et 50 mA. La charge d'impulsion ne doit pas dépasser 25×10^{-3} mC.

L'un des pôles du générateur à haute tension doit être relié au conducteur de protection ou à la masse du générateur. L'autre pôle doit être relié à la tête d'essai haute tension par un câble haute tension blindé. Le générateur à haute tension doit être muni d'un dispositif permettant de distinguer nettement, par un moyen optique ou acoustique, chaque étincelle de décharge de l'électrode d'essai.

2.4.1.2 *Tête d'essai haute tension*

La tête d'essai doit être munie d'une gaine conductrice connectée au conducteur de protection de l'appareil.

Une résistance de protection doit être montée dans la tête d'essai pour limiter le courant (de 10 mA à un maximum de 50 mA) au cours des claquages.

2.4.1.3 *Electrodes*

Les électrodes doivent être constituées soit par des brosses métalliques souples dont les filaments épousent étroitement la surface de l'éprouvette sans laisser de zone libre pendant le balayage de cette surface, soit par des électrodes en caoutchouc conducteur.

2.4.2 *Eprouvettes*

Utiliser des supports du type A (voir paragraphe 2.1); préparer cinq éprouvettes.

2.4.3 *Mode opératoire*

La tension d'essai est réglée à 15 kV/mm et l'électrode d'essai présentant une large zone de contact est déplacée sur la surface de l'éprouvette à la vitesse maximale de 4 cm/s. On observe pendant ce temps la valeur de la tension d'essai qui ne doit pas chuter de plus de 10%. Les pores et les craquelures sont détectés par les étincelles visibles sur l'électrode d'essai et, simultanément, par un signal optique ou acoustique.

2.4.4 *Expression des résultats*

Le nombre de pores ou de craquelures présents sur chaque éprouvette doit être consigné.

2.5 *Résistance aux rayures*

Elle est déterminée selon la méthode 1 de la Norme ISO 1518: Peintures et vernis — Essai de rayure, ou selon la méthode 2.

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

2.4 *Porosity of coating* (test for uniformity)

2.4.1 *Apparatus*

2.4.1.1 *High-voltage generator*

The high-voltage generator shall generate a d.c. test voltage which is adjustable between + 5% and − 10%.

The internal resistance shall be chosen so that the steady state short-circuit current has an average value of 3 ± 0.3 mA.

During a high voltage flashover the maximum value of the current shall be between 10 mA and 50 mA. The charge of the pulse shall not exceed 25×10^{-3} mC.

One pole of the high-voltage generator shall be connected to the protective conductor or to the body of the high-voltage generator. The other pole of the high-voltage generator shall lead to the high-voltage testing head through a screened high-voltage cable. The high-voltage generator shall be provided with a device which optically and/or acoustically clearly indicates each spark discharge at the test electrode.

2.4.1.2 *High-voltage testing head*

The testing head shall be provided with an electrically conductive sheath which is connected to the protective conductor of the apparatus.

A protective resistor shall be mounted in the testing head for limiting the current (from 10 mA up to a maximum of 50 mA) during the high-voltage flashover.

2.4.1.3 *Electrodes*

The electrodes shall consist of either flexible metal brushes whose bristles closely fit the surface of the specimen without leaving any free space during brushing of the surface or conductive rubber.

2.4.2 *Test specimens*

Use Type A supports (see Sub-clause 2.1); five specimens shall be prepared.

2.4.3 *Procedure*

The test voltage of 15 kV/mm is adjusted and the test electrode having a large contact area is moved with a maximum speed of 4 cm/s across the surface of the specimen. During this time, the test voltage is to be observed. The test voltage may drop by no more than 10%. Pores and flaws are indicated by visible sparks on the test electrode and simultaneously by an optical and/or acoustic signal.

2.4.4 *Results*

The number of pores or flaws occurring on each specimen shall be reported.

2.5 *Scratch hardness*

This is determined in accordance with either Method 1 of ISO Standard 1518: Paints and Varnishes — Scratch Test, or in accordance with Method 2.

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

Méthode 1

2.5.1 La Norme ISO 1518 spécifie une procédure d'essai pour déterminer, dans des conditions normales, la résistance à la pénétration d'une couche unique ou de plusieurs couches de peinture, vernis ou produit analogue par rayure à l'aide d'une aiguille. On applique à cette aiguille soit une force spécifiée (essai passe/ne passe pas), soit une force croissante pour déterminer la force minimale pour laquelle le revêtement est totalement traversé jusqu'au substrat.

Méthode 2

2.5.2 *But de la méthode*

Déterminer la résistance mécanique de la surface d'une éprouvette revêtue d'un composé résineux originellement en poudre à la pénétration d'un objet aigu sous l'effet d'une force de contrainte.

2.5.3 *Appareillage*

2.5.3.1 Appareil d'essai de la résistance aux rayures permettant de déterminer la force, exprimée en newtons, pour laquelle un diamant de dimensions définies produit une rayure observée à la loupe à la surface du substrat d'acier. Le diamant a les caractéristiques suivantes:

angle: 50°
rayon: 17 ± 2 µm

L'appareil se compose essentiellement d'une platine tournante (1 tr/min) et d'un bras équilibrable qui, pouvant être chargé par des masses amovibles repose sur l'éprouvette, le diamant étant en position horizontale.

2.5.3.2 Loupe de grossissement 10 ×.

2.5.4 *Eprouvettes*

On prépare trois plaques d'acier de 2 mm × 100 mm × 100 mm percées d'un trou de 7 mm au centre; l'acier utilisé est celui qui est prévu pour le support du type A.

2.5.5 *Mode opératoire*

L'éprouvette est placée sur la platine tournante à laquelle elle est légèrement fixée par un écrou moleté. Le bras équilibrable est soigneusement déposé à la surface de l'éprouvette et son horizontalité est contrôlée au moyen d'un niveau logé si possible dans la masse de charge du bras.

On fait ensuite tourner la platine et l'on augmente la charge exercée sur le bras en déplaçant la masse de charge jusqu'à ce qu'une rayure apparaisse sur l'éprouvette. Une force d'appui insuffisante ne donne qu'une trace sans pénétration à la surface. Une rayure se reconnaît à la présence d'un point brillant à la surface. L'évaluation exacte de la rayure est effectuée au moyen de la loupe prévue au paragraphe 2.5.3.2 et que l'on peut aligner exactement avec la surface observée pour la mesure au moyen d'un support orientable. Avant de commencer chaque essai, on procède à la vérification de l'efficacité du diamant rayeur.

2.5.6 *Evaluation*

La force exprimée en newtons, observée pour produire la rayure, est consignée comme étant celle qui définit la résistance aux rayures. Aucun résultat unitaire ne doit être inférieur à la valeur minimale spécifiée dans la troisième partie.

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

Method 1

2.5.1 ISO Standard 1518 specifies a test procedure for determining under standard conditions the resistance to penetration by scratching with a needle of a single coating or a multicoat system of paint, varnish or related product. Either a single specified load is applied to the needle (go/no-go test) or increasing loads are applied to the needle to determine the minimum load at which the coating is fully penetrated to the substrate.

Method 2

2.5.2 *Purpose*

This test determines the mechanical resistance of the surface of a specimen coated with a powdered resinous compound against the penetration of a sharp object under the effect of a load.

2.5.3 *Testing apparatus*

2.5.3.1 A scratch hardness testing apparatus permitting the determination of the force, in newtons, at which a scratch diamond of defined dimensions causes a scratch — recognizable by means of a magnifying glass — on the steel substrate surface. The scratch diamond has the following dimensions:

acute angle: 50°
radius: 17 ± 2 μm

The apparatus consists essentially of a rotating turntable (1 rev/min) and a scale arm which rests on the specimen. A scratch diamond is horizontally positioned on the arm which may be loaded by detachable weights.

2.5.3.2 Magnifying glass with magnification 10 ×.

2.5.4 *Specimens*

Three steel plates (2 mm × 100 mm × 100 mm) of the type of steel as described for Type A support, with 7 mm diameter holes in the centre, are prepared.

2.5.5 *Procedure*

The specimen is placed on the turntable and is lightly pressed to it by means of a knurled nut. The scale arm is carefully placed on the specimen and its horizontal position is exactly determined by means of a level, located if possible in the weight piece itself.

The turntable is then rotated and, by displacing the weight piece, the arm is exposed to greater load until a scratch appears on the specimen. When insufficient force is used, only a track without penetration of the surface is observed. The scratch can be recognized by the presence of a brightened line on the steel substrate surface. For the exact determination of the scratch, a magnifying glass according to Sub-clause 2.5.3.2 is used, which may be aligned exactly to the measuring surface by means of an adjustable holder. Prior to commencing each test, the condition of the scratch diamond shall be examined.

2.5.6 *Evaluation*

The force expressed in newtons which was observed upon the occurrence of the scratch shall be recorded as defining the scratch hardness. No single value shall be below the minimum value specified in Part 3.

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

2.6 *Résistance à la coupe*

2.6.1 *Appareillage*

— Montage d'essai selon la figure 2, page 34.
— Corde à piano en acier.

2.6.2 *Eprouvettes*

Utiliser des supports du type B (voir paragraphe 2.1); préparer trois éprouvettes.

2.6.3 *Mode opératoire*

Une corde à piano d'acier, de 1 mm de diamètre, est placée sur chaque éprouvette comme représenté à la figure 2. A cet effet, les deux extrémités de la corde à piano sont maintenues dans une pince de sorte que la charge totale soit de 5 N, 10 N, 20 N ou 50 N. La charge est à choisir selon les instructions données dans la troisième partie. On applique une tension de 100 V en courant continu, par l'intermédiaire d'un dispositif de signalisation, entre la corde à piano et le support constituant l'éprouvette.

Le montage ainsi réalisé est placé dans une enceinte chauffante à circulation d'air. On accroît la température initiale de 30 °C au taux de 50 °C/h à 60 °C/h. La température est mesurée en un point situé le plus près possible du point où la coupe ou la pénétration est censée se produire. On note la valeur de la température dès que le dispositif de signalisation indique la destruction du revêtement. Les erreurs commises sur la valeur de la température mesurée ne doivent pas dépasser ± 5 °C.

2.6.4 *Expression des résultats*

On prend la valeur médiane des trois valeurs de température mesurées; cette valeur médiane indique la température de coupe ou la résistance à la coupe exprimées en degrés Celsius.

2.7 *Résistance au choc*

2.7.1 *Appareillage*

— Une fléchette cylindrique guidée pour obtenir une chute libre, de masse 1 kg ± 10 g. La pointe inférieure est hémisphérique avec un diamètre de 20 mm.
— Une plaque d'acier plane et massive pour supporter l'éprouvette.
— Un dispositif permettant de mesurer la hauteur de départ de la fléchette.

2.7.2 *Eprouvettes*

Utiliser des supports du type A (voir paragraphe 2.1); préparer trois éprouvettes.

2.7.3 *Mode opératoire*

Placer l'éprouvette enrobée sur la plaque d'acier et faire tomber la fléchette d'une hauteur connue. On recherche les craquelures produites par le choc de la fléchette au point d'impact. On détermine la hauteur maximale de chute qui ne produit pas de craquelure en faisant varier la hauteur de départ de la fléchette.

Note. — La méthode de détection des craquelures pour une tension de 100 V en courant continu, appliquée au spécimen dans l'eau, demeure à l'étude.

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

2.6 *Cut-through resistance*

2.6.1 *Apparatus*

- Test assembly as shown in Figure 2, page 35.
- Steel piano-wire.

2.6.2 *Test pieces*

Use Type B supports as required in Sub-clause 2.1; three specimens are prepared.

2.6.3 *Procedure*

A steel piano wire (1 mm diameter) is laid over each specimen as shown in Figure 2. For this, both ends of the wire are clamped into a yoke so that the total load is 5 N, 10 N, 20 N or 50 N. The load is to be chosen in accordance with Part 3. The voltage applied to the wire and to the supporting base through a signalling device is 100 V d.c.

This test configuration is placed in a test oven with circulating air, and the initial temperature of 30 °C is increased by 50 °C to 60 °C/h. The temperature shall be measured as close as possible to the point where cut-through or piercing occurs. As soon as the signalling device indicates destruction of the coating, the temperature shall be read on the indicating device of the test assembly. Errors in the measurement of the temperature shall not exceed ± 5 °C.

2.6.4 *Results*

The central value is taken from the three individual values of the temperature read and reported as the cut-through temperature or cut through resistance under pressure in degrees Celsius.

2.7 *Impact strength*

2.7.1 *Apparatus*

- Falling dart of cylindrical shape guided in such a way as to allow a free fall. The mass of dart is 1 kg ± 10 g. The lower tip has a hemispherical shape with a diameter of 20 mm.
- A solid flat steel plate as support for the specimen.
- A device to measure the height from which the dart is dropped.

2.7.2 *Test specimens*

Use Type A supports as required in Sub-clause 2.1; three specimens are prepared.

2.7.3 *Procedure*

Place the coated test piece on the steel plate and drop the dart from a pre-set height. The coating in the indentation of the test piece produced by the falling dart is inspected for cracks. By changing the height from which the dart is being dropped the maximum height at which cracks are not produced is determined.

Note. — Method for the electrical detection of cracks with 100 V d.c. applied to the specimen in water: under consideration.

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

2.7.4 *Résultats*

Consigner la hauteur maximale ainsi déterminée.

2.8 *Essai à l'empreinte*

2.8.1 *But de la méthode*

La méthode d'essai à l'empreinte (essai Erichseon), ci-après, sert à indiquer le degré d'adhérence entre le revêtement et la feuille métallique sur laquelle il est appliqué.

2.8.2 *Appareillage*

— Dispositif à empreinte selon la figure 3, page 36.
— Dispositif permettant de mesurer l'avance du piston à 0,05 mm près.
— Loupe de grossissement 10 ×.

2.8.3 *Eprouvettes*

Utiliser des supports du type A (voir paragraphe 2.1); préparer trois éprouvettes.

Après revêtement, pratiquer trois entailles en étoile allant jusqu'à la surface de l'acier, à l'endroit où le piston fait contact; ces entailles peuvent être faites avec un couteau aiguisé.

2.8.4 *Mode opératoire*

L'éprouvette est placée avec son revêtement contre la matrice (repère 4) représentée à la figure 3; elle est fermement fixée entre la pièce de maintien (repère 7) et la matrice de sorte que la bille de touche du piston 6 soit en contact avec l'éprouvette (réglage du zéro du piston — voir figure 3). L'axe du piston doit être centré sur l'axe de la découpe en étoile.

Après préparation, la bille de touche du piston est pressée contre l'éprouvette en la faisant avancer de manière régulière à une vitesse d'environ 0,2 mm/s jusqu'au moment où l'on note l'amorce d'un décollement du revêtement au centre de la découpe en étoile. On retient comme résultat de l'essai l'observation à la loupe mentionnée au paragraphe 2.8.2.

L'avance du piston entre sa position zéro et le point de décollement du revêtement (profondeur d'empreinte, cote 3) est mesurée avec une précision de 0,1 mm et exprimée en millimètres.

Note. — S'il existe plusieurs empreintes de profondeurs différentes, elles doivent être espacées d'au moins 70 mm (entre axes).

2.8.5 *Evaluation*

La valeur médiane des trois mesures est prise comme étant la profondeur de l'empreinte (exprimée en millimètres arrondis à 0,1 mm) du revêtement résineux en poudre.

2.9 *Rigidité diélectrique*

Voir l'article 38 de la Publication 455-2 de la CEI.

Utiliser des supports du type A (voir paragraphe 2.1); préparer trois éprouvettes, qui serviront chacune à effectuer trois essais.

La rigidité diélectrique est déterminée en fonction des prescriptions de la Publication 243 de la CEI: Méthodes d'essai recommandées pour la détermination de la rigidité diélectrique des matériaux isolants solides aux fréquences industrielles, dont l'essai par paliers de 20 s est utilisé. L'électrode supérieure a 6 mm de diamètre (voir paragraphe 6.1.3 de la Publication 243) et le support métallique sert d'électrode de retour.

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

2.7.4 *Results*

Report the maximum height determined.

2.8 *Cupping test*

2.8.1 *Purpose*

The cupping test procedure (Erichseon test) stated below is to indicate the degree of adhesion between the coating and the supporting metallic sheet.

2.8.2 *Testing apparatus*

- Cupping device according to Figure 3, page 37.
- Measuring device to measure the feed of the ram to the nearest 0.05 mm.
- Magnifying glass with magnification 10 ×.

2.8.3 *Specimen*

Use Type A supports (see Sub-clause 2.1); three specimens are prepared.

After coating, three cuts are made across each other in a position contacted by the ram of the cupping device and penetrating through the coating to the steel surface. The cuts may be made with a sharp knife.

2.8.4 *Procedure*

The specimen is turned with its coating to the matrix shown under 4 in Figure 3 and is firmly fixed between clamp 7 and the matrix so that the ball point of ram 6 touches the specimen (zero adjustment of the ram (see Figure 3)). The centre line of the ram shall pass through the point of intersection of the star cut.

After these preparations, the ball crest of the ram shall be pressed into the specimen with a regular feed-speed of approximately 0.2 mm/s until the first peeling of the coating in the centre of the star cut is noticed. The findings by use of a magnifying glass according to Sub-clause 2.8.2 are to be taken as valid.

As cupping depth 3, the transfer of the ram between the zero-position and the peeling of the coating, determined in millimetres, is measured to the nearest 0.1 mm.

Note. – If there are several cupping depths on a specimen, the distance between them shall be at least 70 mm (centre-to-centre).

2.8.5 *Evaluation*

The central value of the three measurements shall be the cupping depth (in millimetres rounded off to 0.1 mm) of the powdered resinous compound coating.

2.9 *Electric strength*

See Clause 38 of IEC Publication 455-2.

Use Type A supports as required in Sub-clause 2.1; three specimens shall be prepared and three tests shall be performed on each.

The electric strength shall be determined in accordance with IEC Publication 243: Recommended Methods of Test for Electric Strength of Solid Insulating Materials at Power Frequencies; the 20 s step-by-step method shall be carried out. The upper electrode is 6 mm in diameter (see Sub-clause 6.1.3 of IEC Publication 243); the metallic support serves as the back-plate electrode.

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

Les essais sont effectués sur des éprouvettes traitées et conditionnées à 23 °C et 50% d'humidité relative pendant 24 h selon la Publication 212 de la CEI: Conditions normales à observer avant et pendant les essais de matériaux isolants électriques solides. Utiliser des liquides isolants ayant une permittivité analogue à celle du revêtement. L'huile de ricin, qui a une constante diélectrique voisine de 4,5 à température ambiante, peut convenir.

Calculer la rigidité diélectrique en kV/mm d'après la tension de claquage et l'épaisseur du revêtement.

Prendre la valeur médiane des neuf mesures comme résultat et consigner également les valeurs minimale et maximale obtenues.

2.10 *Facteur de dissipation et permittivité*

Voir l'article 37 de la Publication 455-2 de la CEI, qui renvoie à la Publication 250 de la CEI: 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). La nature et les cotes des éprouvettes sont indiquées dans la troisième partie.

2.11 *Résistivité transversale après immersion dans l'eau*

La résistivité transversale est mesurée selon les prescriptions de la Publication 93 de la CEI: Méthodes pour la mesure de la résistivité transversale et de la résistivité superficielle des matériaux isolants électriques solides.

On utilise des éprouvettes sur support du type A (paragraphe 2.1).

La résistivité transversale est mesurée à 23 °C sous 50% d'humidité relative après 24 h d'exposition à cette atmosphère normale. Les éprouvettes doivent avoir été immergées dans l'eau à la température et pendant la durée spécifiées dans la troisième partie.

Après chaque période d'immersion, les éprouvettes sont séchées au papier filtre, puis l'on procède à la mesure. On prend la valeur de la résistivité après application, pendant 1 min, de tensions en courant continu de 100 V et soit de 500 V ou 1 000 V. Au cours des mesures, la tension doit être de 100 ± 5 V et soit de 500 ± 25 V ou 1 000 ± 50 V. Après chaque immersion, on effectue trois lectures à partir desquelles la résistivité transversale est calculée.

Résultat

Le résultat est la valeur médiane; on consigne la valeur de la résistivité transversale prise après 24 h, 48 h et 96 h (si nécessaire 240 h) d'immersion dans l'eau. Les valeurs les plus basses et les plus hautes de chaque groupe de trois mesures sont aussi consignées.

2.12 *Résistance au cheminement*

2.12.1 *Méthode d'essai*

La résistance au cheminement est déterminée en utilisant la méthode de la Publication 112 de la CEI: Méthode pour déterminer les indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides. Pour déterminer l'indice de résistance au cheminement (IRC), prendre jusqu'à 25 éprouvettes mesurant au moins 15 mm × 15 mm.

2.12.2 *Préparation des éprouvettes*

Un bloc d'acier rectifié d'environ 10 mm d'épaisseur, traité pour avoir un minimum de tensions internes, est chauffé à 180 °C ou à la température spécifiée dans la troisième partie et est plongé dans la poudre à essayer de manière à produire une couche de matériau polymérisé de 1,2 ± 0,2 mm

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

The tests shall be carried out on cured specimens conditioned for 24 h at 23 °C and 50% relative humidity in accordance with IEC Publication 212: Standard Conditions for Use prior to and during the Testing of Solid Electrical Insulating Materials. Use liquid insulation materials of similar permittivity as the coating. Castor-oil might be suitable, having a dielectric constant close to 4.5 measured at room temperature.

Calculate the electric strength in kV/mm based on the breakdown voltage and thickness of the surface coating.

The central value of the nine results is reported as the electric strength together with the highest and lowest values.

2.10 *Dissipation factor and permittivity*

See Clause 37 of IEC Publication 455-2 where a reference is made to IEC Publication 250: 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. The nature and dimensions of the test specimens are stated in Part 3.

2.11 *Volume resistivity after immersion in water*

The volume resistivity shall be measured in accordance with IEC Publication 93: Methods of Test for Volume Resistivity and Surface Resistivity of Solid Electrical Insulating Materials.

Test specimens with Type A support are used (Sub-clause 2.1).

The volume resistivity shall be determined at 23 °C and 50% relative humidity after 24 h of exposure to this standard atmosphere. The test pieces shall be immersed in water at a temperature and for a length of time as specified in Part 3.

After each period of immersion the test pieces are dried with filter paper and a measurement is made. The resistivity shall be read after a 1 min application of d.c. voltages of 100 V and either of 500 V or 1 000 V. During the measurement the voltage shall be 100 ± 5 V and either 500 ± 25 V or 1 000 ± 50 V. After each immersion three measurements shall be made from which the volume resistivity is calculated.

Results

Take the central value as the result and also report the volume resistivity after 24 h, 48 h and 96 h (if necessary 240 h) immersion in water. The highest and lowest values obtained in each group of three are also reported.

2.12 *Resistance to tracking*

2.12.1 *Test method*

The tracking resistance shall be determined by using the method of IEC Publication 112: Method for Determining the Comparative and the Proof Tracking Indices of Solid Insulating Materials under Moist Conditions. Up to 25 specimens at least 15 mm × 15 mm are required for the determination of the Comparative Tracking Index (CTI).

2.12.2 *Preparation of test specimens*

A ground steel block about 10 mm thick, treated with a minimum of mould release, shall be heated to 180 °C or to the temperature specified in Part 3 and then dipped into the powder so as to produce a final cured thickness of the material under test of 1.2 ± 0.2 mm. After dipping the coated

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

d'épaisseur. Après ce revêtement, l'ensemble subit un traitement complémentaire à 180 °C pendant 1 h. Le métal des arêtes du bloc est mis à nu à la lime et les couches de résine durcie sont détachées et découpées en éprouvettes d'au moins 15 mm.

2.12.3 *Mode opératoire*

En interposant une feuille de matériau résistant au cheminement, en verre par exemple (voir note ci-dessous), on place l'éprouvette sur la platine de l'appareil d'essai de cheminement. La face de l'éprouvette qui n'était pas au contact du bloc métallique est orientée vers le dessus. L'essai est effectué selon les prescriptions de la Publication 112 de la CEI avec des électrodes de platine et une solution de chlorure d'ammonium sans agent mouillant.

La valeur de l'indice de résistance au cheminement est déterminée

ou

cinq éprouvettes doivent supporter sans défaut l'essai de tenue au cheminement à la tension spécifiée.

Note. — Par suite de sa faible épaisseur comparée à celles qui sont indiquées dans la Publication 112, l'éprouvette risque de se percer, ce qui est évité par la présence de la feuille isolante et permet d'obtenir le défaut par cheminement.

2.13 *Résistance aux produits chimiques*

2.13.1 *Appareillage*

- Etuve à ventilation forcée, réglable à 100 ± 1 °C.
- Cuves de verre propre, de 800 cm³ munies de couvercles de verre ou de feuille d'aluminium sans joint.
- Pinces métalliques propres.
- Thermomètres.
- Suivant les critères retenus, divers appareils convenant aux essais physiques, électriques ou chimiques.

2.13.2 *Produits chimiques*

Le choix du liquide d'essai dont on cherche à évaluer l'influence (par exemple huiles minérales, solvants, solutions aqueuses, etc.) dépend de l'application envisagée; les liquides convenant aux essais sont spécifiés dans la troisième partie.

2.13.3 *Dimension des éprouvettes — Préparation*

Les éprouvettes sont définies dans la troisième partie.

Les indications ci-après serviront de guide quant au rapport de la surface de l'éprouvette au volume du liquide d'essai:

- S'il est possible de mesurer la surface de l'éprouvette, prendre 400 cm³ de liquide par 25 cm² de surface d'éprouvette.
- S'il n'est pas possible de mesurer la surface, on prendra une masse d'éprouvette égale à 1% de la masse de liquide d'essai.

2.13.4 *Mode opératoire*

Mettre 400 cm³ à 600 cm³ de liquide d'essai dans une cuve de verre propre; ajouter l'éprouvette en laissant un espace libre pour l'expansion, puis couvrir la cuve.

Préparer une cuve semblable remplie d'un volume équivalent du même liquide d'essai pour servir de contrôle.

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

plate shall be post-cured for 1 h at 180 °C. The metal edges of the block shall then be exposed by filing and the cured resin sheets slipped off and cut into specimens of at least 15 mm.

2.12.3 *Procedure*

The specimen shall be placed on the test table of the tracking test equipment, with a sheet of track-resistant material, e.g. glass, between it and the table (see Note below) and the free surface, i.e. that not originally in contact with the steel sheet, uppermost. The test shall be carried out in accordance with IEC Publication 112 using platinum electrodes and an ammonium chloride solution without wetting agent.

The comparative tracking index shall be determined

or

five specimens shall be submitted without failure to the proof tracking test at the agreed voltage.

Note. — The specimen is likely to puncture because the thickness is small compared with that recommended in IEC Publication 112. Insertion of the insulating sheet will prevent puncture and permit failure by tracking.

2.13 *Resistance to chemicals*

2.13.1 *Apparatus*

- Forced draft oven, controllable to 100 ± 1 °C.
- Clean glass (800 cm^3) containers fitted with glass or aluminium foil covers without gaskets.
- Clean metal tongs.
- Thermometers.
- According to the criteria chosen, various physical, electrical or chemical testing apparatus.

2.13.2 *Chemicals*

The selection of the test liquid, the influence of which is sought, (e.g. mineral oils, solvents, aqueous solution etc.) will depend on the purpose of the application; the test liquids will be specified in Part 3.

2.13.3 *Preparation and size of test specimen*

The test specimens are defined in Part 3.

For the ratio of the surface area of the test specimen to the amount of test liquid the following is given as a guide:

- If the surface area of the specimen can be measured, 25 cm^2 are used with 400 cm^3 of test liquid.
- If the surface area cannot be measured, the mass of the specimen used is 1% by weight of test liquid.

2.13.4 *Procedure*

Place 400 cm^3 to 600 cm^3 of the test liquid in a clean glass container. Add the test specimen and leave an air space for expansion, then cover the container.

Prepare a similar glass container filled with an equivalent volume of the same test liquid as a control.

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

Laisser les cuves à la température et pendant la durée prescrites dans la troisième partie. Si le liquide d'essai est une huile ou un askarel pour transformateur, on observera une température de 100 ± 1 °C prolongée pendant 168 ± 1 h.

Les durées prescrites étant écoulées, retirer les cuves de l'enceinte chauffante si besoin est.

Retirer les éprouvettes et rechercher dans le liquide d'essai les traces d'opacité, de coloration, la diffusion de matériaux de charge, etc. La troisième partie peut spécifier la mesure de certaines propriétés du liquide d'essai.

Laver les éprouvettes avec un solvant pur approprié et les sécher. Déterminer ensuite les propriétés retenues en guise de critères et les comparer à celles d'éprouvettes non traitées.

2.13.5 *Résultats*

Le procès-verbal d'essai indiquera:

— la nature du matériau essayé (mention de la feuille appropriée de la troisième partie);

— la nature du ou des liquides d'essai;

— la modification des propriétés résultant de l'effet du ou des liquides d'essai.

2.14 *Résistance aux vapeurs de solvant*

Note. — Cet essai n'est applicable que dans les pays dont les règlements l'imposent pour les matériaux utilisés dans les équipements type «e», définis dans la Publication 79-7 de la CEI: Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses, Septième partie: Construction, vérification et essais du matériel électrique en protection «e».

Définition reprise de la Publication 79-7 (paragraphe 2.1):

«La protection «e» consiste à prendre un certain nombre de dispositions spéciales permettant d'éviter, avec un coefficient de sécurité élevé, le phénomène d'échauffement excessif et l'apparition d'arcs ou d'étincelles à l'intérieur d'appareils qui n'en produisent pas en service normal».

2.14.1 *Appareillage*

— Un récipient pour contenir le solvant; une cuve parallélépipédique en verre de 200 mm × 300 mm × 500 mm est recommandée.

— Un récipient cylindrique de verre, haut d'environ 40 mm et dont la surface de base est d'environ le tiers de la cuve précitée.

— Des moyens permettant de suspendre les éprouvettes dans la vapeur de solvant.

2.14.2 *Solvants utilisés pour les essais*

Les solvants qui doivent être utilisés sont spécifiés dans la troisième partie.

2.14.3 *Eprouvettes*

Utiliser des supports du type B (voir paragraphe 2.1); préparer trois éprouvettes.

2.14.4 *Mode opératoire*

Le récipient cylindrique à demi rempli d'eau est placé au fond de la cuve parallélépipédique. Les deux tiers restants du fond de la cuve sont recouverts de solvant sur une hauteur de 20 mm à 25 mm. Pour les essais effectués en présence de vapeurs d'acétone et de méthanol, le récipient cylindrique est rempli respectivement de mélanges en proportions égales d'eau et d'acétone ou d'eau et de méthanol de manière à éviter autant que possible une distillation isothermique. La cuve est couverte dès que l'éprouvette est suspendue au-dessus du liquide. Les liquides ne doivent pas s'évaporer complètement au cours de l'essai et être renouvelés si nécessaire.

Après avoir retiré les éprouvettes de la cuve et avoir laissé le solvant adhérent s'évaporer, on cherche sur le revêtement les modifications de son adhérence au substrat, pelliculage, écoulement, gonflement.

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

Keep the containers for the period of time at the temperature prescribed in Part 3 of this specification. Where the test liquid consists of transformer oil or askarels, a temperature of 100 ± 1 °C for a period of 168 ± 1 h shall be used.

After this period remove the containers from the oven when applicable.

Remove the specimens and observe the test liquid for cloudiness, discolouration, settling out of fillers, etc. In Part 3 the measurement of a certain property of the test liquid may be specified.

Wash the specimens with a suitable clean solvent and dry. Then determine the properties chosen as criteria and compare with those of unexposed specimens.

2.13.5 *Results*

The test report shall contain:

- the nature of the material tested (reference to the relevant sheet of Part 3);
- the nature of test liquid(s);
- the change in property(ies) effected by the test liquid(s).

2.14 *Resistance to vapour of solvents*

Note. — This test applies only in countries where legal requirements necessitate its use for materials included in "e" type equipment as defined in IEC Publication 79-7: Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres, Part 7: Construction and Test of Electrical Apparatus, Type of Protection "e".

The definition in Sub-clause 2.1 of IEC Publication 79-7 is as follows:

"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 occurrence of arcs and sparks in apparatus which does not produce arcs or sparks in normal service."

2.14.1 *Apparatus*

- A vessel to contain the solvent; a prismatic glass jar with dimensions 200 mm × 300 mm × 500 mm is recommended.
- A cylindrical glass jar with a height of about 40 mm and a bottom area of about one third of the bottom area of the above-mentioned vessel.
- Means to suspend specimens in the vapour of the solvent.

2.14.2 *Solvents for testing*

The solvents to be used are specified in Part 3.

2.14.3 *Test specimens*

Use Type B supports as specified in Sub-clause 2.1; three specimens to be prepared.

2.14.4 *Procedure*

The cylindrical glass jar, filled up to half of its height with water, is placed on the bottom of the prismatic vessel. The remaining two thirds of the surface area of the bottom is covered with the solvent up to a height of 20 mm to 25 mm. For the tests with acetone and methanol vapours the water cup shall be filled with a 1:1 mixture of water and acetone or a 1:1 mixture of water and methanol respectively in order to avoid a considerable degree of isothermal distillation. The container shall be covered as soon as the specimen has been suspended above the liquid. During the test the liquids shall not evaporate completely and if necessary be replenished.

After the test specimens have been removed from the container and the adhering solvent has evaporated, the coating shall be examined for changes in adherence to the substrate, such as peeling, draining, blistering.

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

Les modifications des valeurs caractéristiques éventuellement spécifiées dans la troisième partie feront l'objet d'un examen.

2.14.5 *Résultats*

Noter le résultat de l'action de chaque solvant.

Noter les variations observées de la caractéristique spécifiée.

2.15 *Endurance thermique*

Elle est à évaluer conformément aux prescriptions de la Publication 216-1 de la CEI: 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. Les critères de la dégradation par perte de masse, perte de souplesse et tension de claquage sont donnés dans la troisième partie, ainsi que le type et le nombre d'éprouvettes.

2.16 *Recouvrement des bords*

2.16.1 *Méthode d'essai*

Cette méthode concerne la détermination du rapport de l'épaisseur sur une arête (angle à 90°) à l'épaisseur, sur une face (surface plane), de poudre de revêtement appliquée à une épaisseur spécifiée en plongeant des barres préchauffées dans la poudre en suspension dans l'air et en polymérisant le revêtement dans des conditions prédéterminées.

2.16.2 *Appareillage*

— Une chambre à lit fluidisé convenant à l'établissement d'une atmosphère de poudre libre en suspension isotrope. La figure 4, page 36, donne le schéma de la chambre utilisée pour obtenir la suspension des poudres de revêtement. L'appareil se compose d'une enceinte sans couvercle munie d'un double fond poreux sous lequel on introduit de l'air sous faible pression pour obtenir, par échappement à travers le double fond poreux, la suspension uniforme des particules présentes dans la chambre.

2.16.3 *Eprouvettes*

Utiliser des supports du type B (voir paragraphe 2.1); préparer trois éprouvettes. La troisième partie spécifie l'épaisseur du revêtement.

2.16.4 *Mode opératoire*

Mesurer et noter la cote entre plats ainsi que les deux diagonales (cotes A, B, C et D de la figure 5, page 38) des trois barres d'essai à 0,0025 mm près; ces mesures sont à prendre à 38 mm de l'extrémité des barres et à 23 ± 1 °C. Chauffer les barres en les suspendant dans le four à l'aide d'un fil passé dans le trou indiqué. Maintenir la température prescrite pendant 30 min ou jusqu'au moment où les barres sont à la température désirée.

Remplir la chambre de suspension avec de la poudre de revêtement neuve et sèche de manière à obtenir environ 200 mm de suspension. L'air comprimé servant à la suspension doit être essentiellement exempt d'humidité.

Retirer les barres du four l'une après l'autre et les plonger rapidement, 4 ± 0,5 s après ce retrait, dans la poudre en suspension pendant la durée nécessaire à l'obtention de l'épaisseur spécifiée de revêtement en surface. La vitesse d'insertion et de retrait de la suspension doit être de 0,3 m/s pour assurer l'uniformité de l'épaisseur du revêtement sur toute la barre. Pour enrober uniformément chaque face, faire tourner l'axe des barres suivant un cercle de 50 mm de diamètre à 0,5 tr/s.

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

When specified in Part 3, a change in property value(s) shall be investigated.

2.14.5 *Results*

Report the result of the action of each of the solvents.

Report the change in the value of the specified property.

2.15 *Thermal endurance*

This is assessed in accordance with IEC Publication 216-1: 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. End points by loss of mass, loss of flexibility and by breakdown voltage are given in Part 3 together with type and number of specimens.

2.16 *Edge coverage*

2.16.1 *Test method*

This method covers the determination of the ratio of edge thickness (sharp 90° angle) to face thickness (flat surface) of coating powders applied to a specified face thickness by dipping preheated bars into aerated powder and curing the coating using predetermined conditions.

2.16.2 *Apparatus*

— Fluidized bed, suitable for providing a uniformly suspended dense phase of free moving powder. Figure 4, page 37, shows a schematic of a fluidized bed used for suspending the coating powder. The equipment consists of an open top chamber which has a porous plate for a false bottom. Air is introduced under the plate at a low pressure so that it filters through the porous plate and uniformly suspends the particles contained in the chamber.

2.16.3 *Test specimens*

Use Type B supports (Sub-clause 2.1); three specimens to be prepared. The coating thickness is specified in Part 3.

2.16.4 *Procedure*

Measure and record the distance across both flat surfaces and both diagonals (A, B, C and D, Figure 5, page 39) of the three test bars to the nearest 0.0025 mm at a point 38 mm from the bottom of the bars at 23 ± 1 °C. Preheat the three test bars by suspending them in the oven with a wire through the hole in the bar. Heat at the prescribed temperature for 30 min or until the bars are at the desired temperature.

Fill the bed with fresh, dry coating powder to provide a depth of at least 200 mm of aerated powder. The compressed air used for aeration must be essentially moisture free.

Remove the hot bars from the oven one at a time, and 4 ± 0.5 s after removal rapidly insert them in the aerated powder for the time required to obtain the specified face thickness. Insertion and removal time from the aerated powder should be at the rate of 0.3 m/s to ensure uniform thickness along the length of the bar. Revolve the axis of the bar in a 50 mm diameter circle at the rate of ½ rev./s to coat all faces evenly.

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

Polymériser les barres enrobées à la température et pendant la durée spécifiée dans la troisième partie.

Refroidir les barres revêtues à 23 ± 1 °C et refaire les mesures précitées.

2.16.5 *Calculs*

Faire la moyenne des cotes mesurées sur les deux faces planes ainsi que celle des mesures des deux diagonales. Soustraire les valeurs moyennes obtenues pour la barre nue de celles obtenues pour la barre enrobée et diviser par 2 pour avoir l'épaisseur moyenne de la face et l'épaisseur moyenne sur l'arête.

Calculer, au nombre entier le plus proche, le recouvrement des bords en pourcentage comme suit:

$$\text{recouvrement des bords} = \frac{\text{épaisseur moyenne sur arête}}{\text{épaisseur moyenne sur face}} \times 100$$

Le recouvrement pris sur trois barres doit concorder à ±5%. Sinon, ne pas tenir compte des résultats et préparer de nouvelles éprouvettes. Tenir compte des mesures effectuées sur les trois barres dans les calculs.

2.16.6 *Procès-verbal d'essai*

Consigner la valeur de recouvrement des bords comme étant la valeur médiane des trois résultats d'essai, avec les valeurs minimale et maximale.

2.17 *Tenue au choc thermique*

2.17.1 *Appareillage*

a) Une enceinte chauffante à circulation d'air.

b) Un bain de glace carbonique et d'acétone dont la capacité thermique est suffisante pour conserver la température quand on y plonge l'éprouvette.

2.17.2 *Eprouvettes — Préparation et dimensions*

a) La figure 6, page 38, donne la forme des éprouvettes et leurs dimensions.

b) Les éprouvettes sont préparées comme spécifié dans la troisième partie ou suivant les instructions du fournisseur. Avant d'être enrobée, la pièce de cuivre est soigneusement nettoyée avec un solvant de dégraissage approprié.

2.17.3 *Mode opératoire*

Trois éprouvettes sont placées dans l'enceinte chauffante (dont la température est choisie selon la feuille correspondante de la troisième partie) pendant 1 h, puis retirées et immédiatement plongées dans le bain à −30 ± 2 °C où elles demeurent pendant 1 h.

Après chaque cycle, les éprouvettes sont essuyées et l'on cherche sur la résine les traces de craquelures, de fendillement et de décollement du support.

On répète ces cycles jusqu'à défaillance de chaque éprouvette ou jusqu'à ce que chacune d'elles ait satisfait à 20 cycles sans défaillance ou satisfait aux spécifications de la troisième partie.

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

Cure the coated bars at the time and temperature specified in Part 3.

Cool the bars to 23 ± 1 °C and repeat the measurements on the coated bar.

2.16.5 *Calculations*

Average the distance measurements across the two flat surfaces and also the two diagnosis. Subtract the average measurements of the uncoated bar from those of the coated bar and divide by 2 to obtain the average face thickness and average edge thickness.

Calculate the per cent edge coverage to the nearest integer for each bar as follows:

$$\text{edge coverage} = \frac{\text{average edge thickness}}{\text{average face thickness}} \times 100$$

The edge coverage of the three bars must agree within ± 5%. If not, discard all results and prepare new specimens. Include measurements of all three bars in the calculations.

2.16.6 *Report*

Report the edge coverage as the central value of the three test results, with the minimum and maximum values.

2.17 *Thermal shock resistance*

2.17.1 *Apparatus*

a) A circulating air oven.

b) A dry ice-acetone bath having sufficient thermal capacity so that the temperature is maintained while the specimen is immersed.

2.17.2 *Preparation and dimensions of test specimens*

a) Figure 6, page 39, shows the shape and design of the specimens.

b) Specimens shall be prepared as specified in Part 3 or in accordance with the instructions of the supplier. Prior to coating the copper should be carefully cleaned with a suitable grease removing solvent.

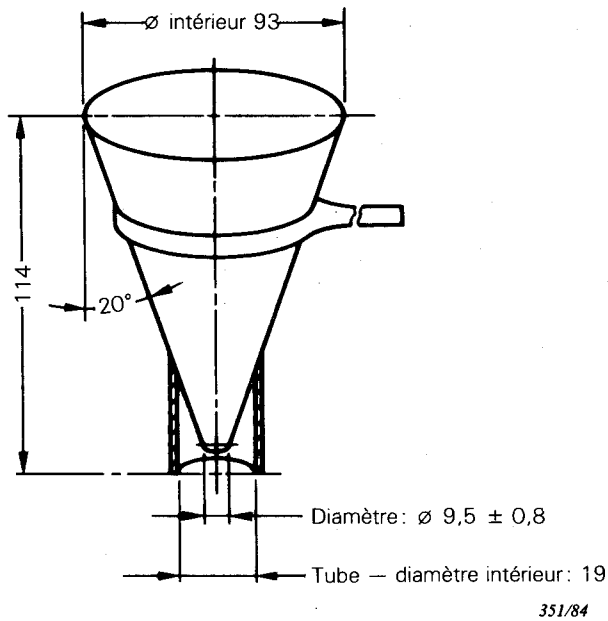
2.17.3 *Procedure*

Three specimens shall be placed in the oven (temperature to be chosen according to the specified temperature in the relevant sheet of Part 3) for 1 h, then removed and immediately plunged into the −30 ± 2 °C bath and immersed for another hour.

After each cycle, the specimens shall be wiped and the resin inspected for evidence of cracking, crazing and lifting from the panel.

Cycling shall be repeated until each specimen fails or has passed 20 cycles without failure or as specified in Part 3.

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



Dimensions en millimètres

FIG. 1. — Entonnoir pour essai d'aptitude à l'écoulement.

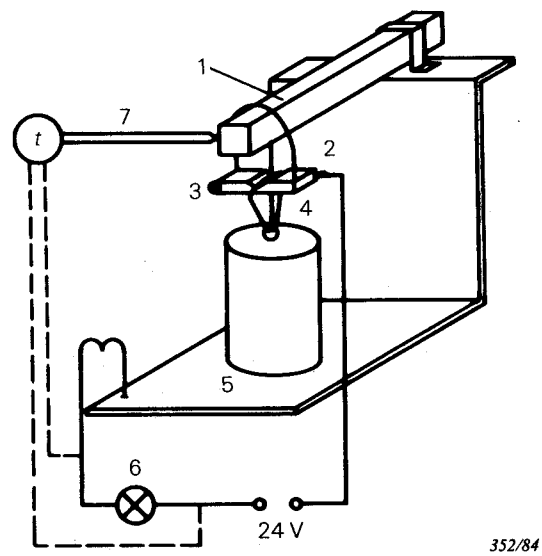
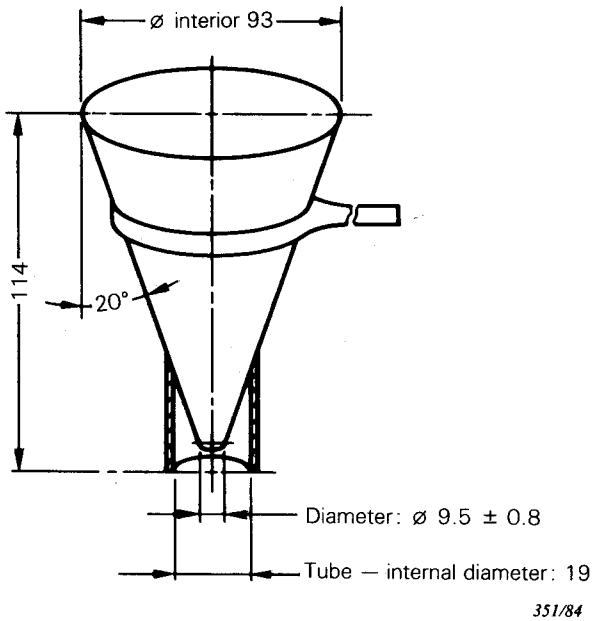


FIG. 2. — Appareil d'essai de la résistance à la coupe (schématisé).

1. Eprouvette
2. Fil à entailler (corde à piano de 1 mm de diamètre).
3. Vis de serrage.
4. Masse de charge (nominale 10 N, 20 N).
5. Masse supplémentaire (10 N, 20 N ou 50 N).
6. Dispositif de signalisation.
7. Dispositif de mesure de la température.

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

Not for Resale



Dimensions in millimetres

FIG. 1. — Funnel for pourability test.

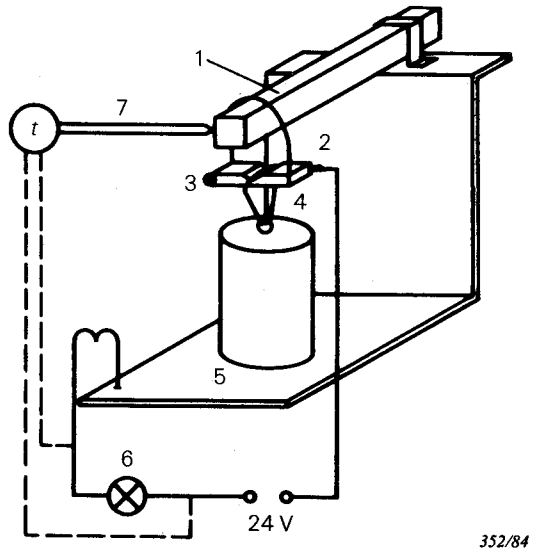


FIG. 2. — Test assembly for the cut-through resistance test on the edge (schematic diagram).

1. Specimen.
2. Nicked wire (steel piano-wire 1 mm in diameter).
3. Clamp screws.
4. Weight piece (10 N, 20 N basic load).
5. Additional weight piece (10 N, 20 N or 50 N).
6. Signalling device.
7. Temperature measuring device.

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

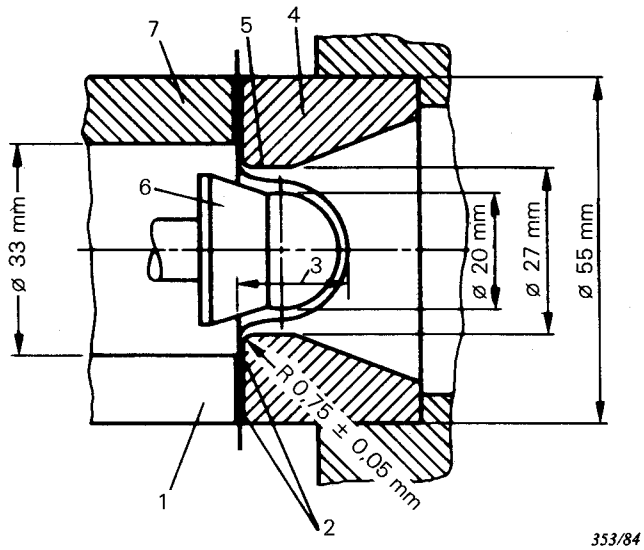


FIG. 3. — Dispositif à empreinte.

1. Eprouvette.
2. Zone de pression.
3. Profondeur d'empreinte.
4. Matrice trempée avec plan d'appui rectifié.
5. Bord de traction.
6. Piston avec bille d'acier trempée et polie ou portée hémisphérique trempée et polie, de 20 mm de diamètre.
7. Pièce de maintien avec plan d'appui rectifié.

Note. — La matrice, la pièce d'appui et le piston doivent être polis, propres et exempts de rouille. En position zéro, il convient que le vertex de la portée hémisphérique de la bille de touche soit à la fois centré sur la matrice et au niveau de la zone de pression. Les plans d'appui de la matrice et de la pièce de maintien devront être réciproquement parallèles.

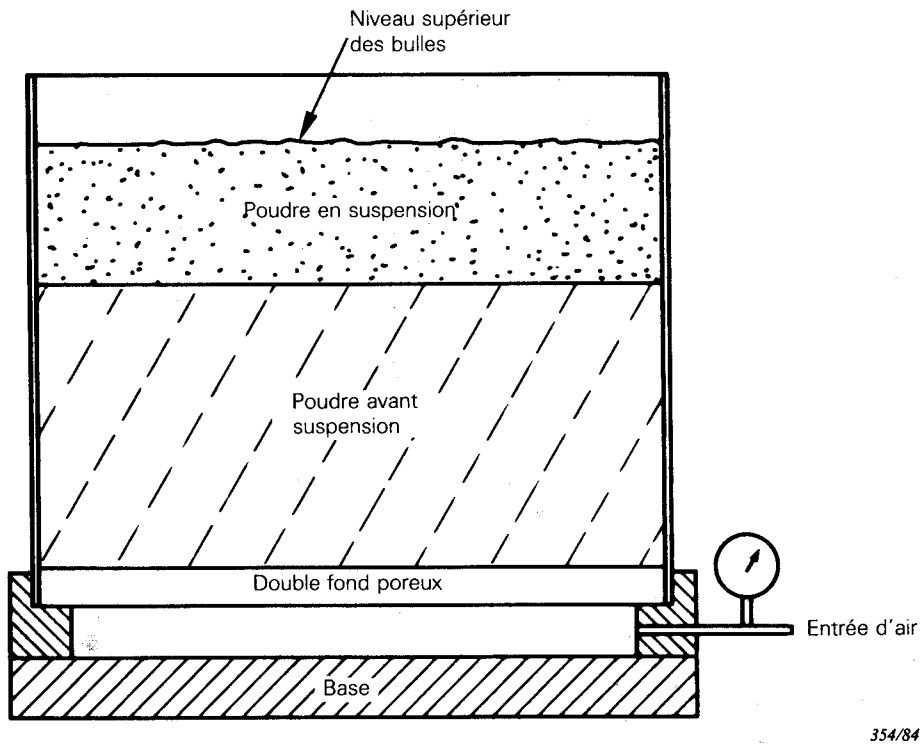


FIG. 4. — Chambre à lit fluidisé.

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

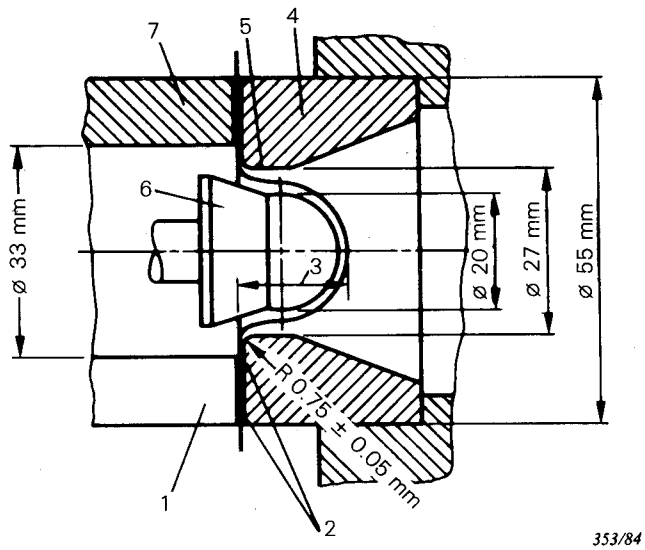


FIG. 3. — Cupping device.

1. Specimen.
2. Pressure area.
3. Cupping depth.
4. Mould with hardened surface and surface ground plane pressure area.
5. Drawing edge.
6. Ram with hardened, polished steel ball or ball crest 20 mm in diameter.
7. Clamp, pressure area: surface, ground place.

Note. — Matrix, clamp and ram should be smooth, rust-free and clean. In the zero-position, the vertex of the ball crest should be both level with the pressure area of the clamp and in a central position to the mould. The pressure areas of mould and clamp should be plane parallel.

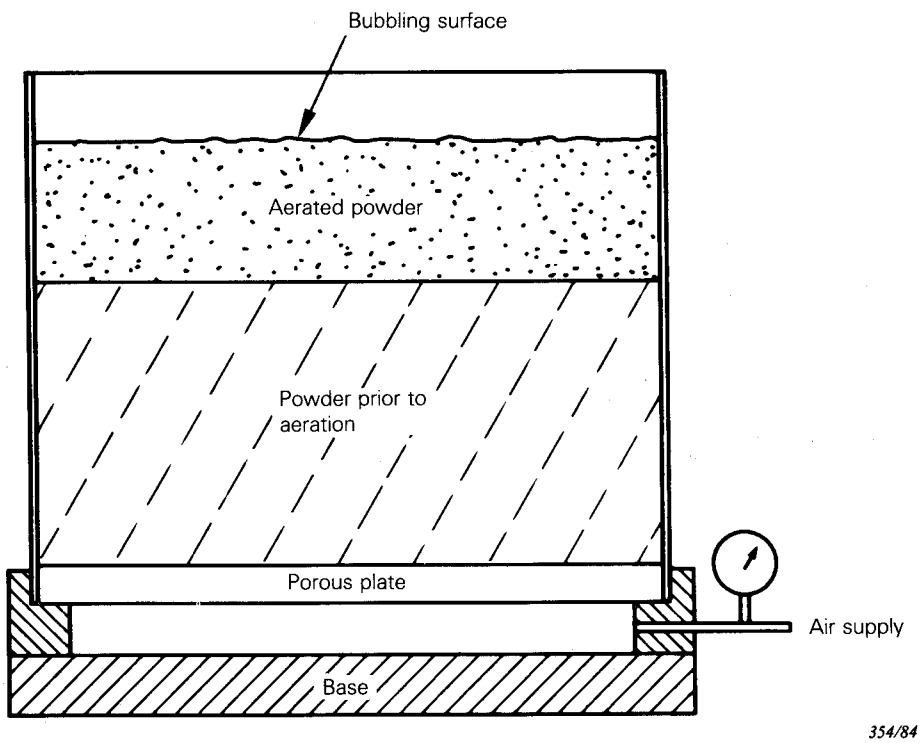
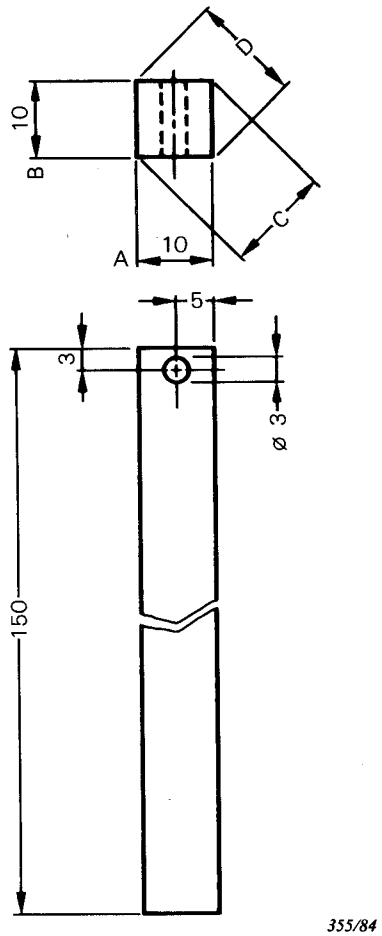


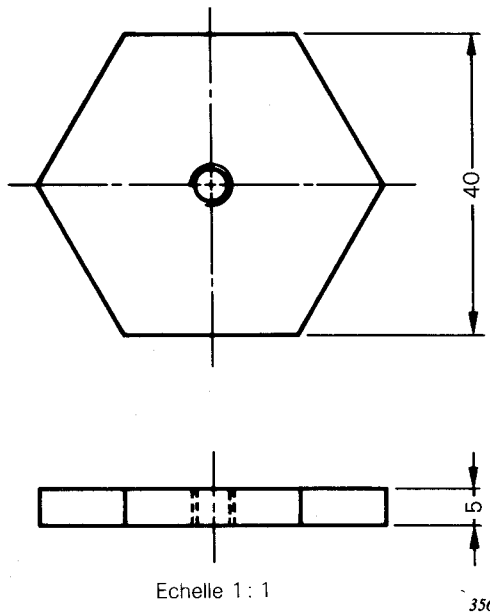
FIG. 4. — Fluidized bed.

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



Dimensions en millimètres

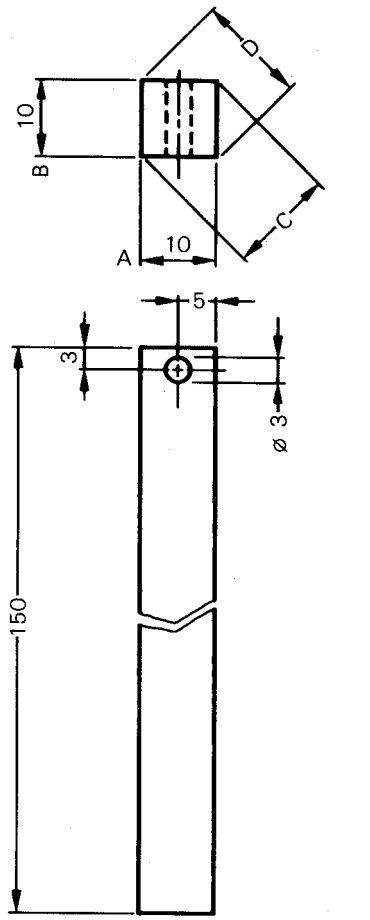
FIG. 5. — Barre pour essai de recouvrement des bords.



Dimensions en millimètres

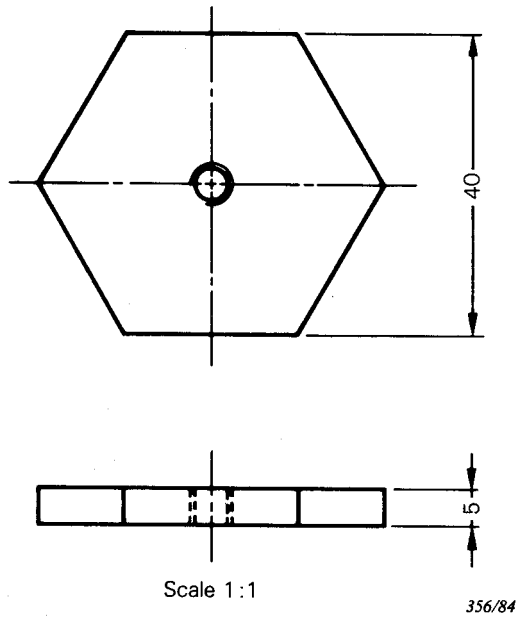
FIG. 6. — Pièce hexagonale de cuivre avec trou centré fileté M5.

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



Dimensions in millimetres

FIG. 5. — Edge coverage test bar.



Dimensions in millimetres

FIG. 6. — Hexagonal copper plate with bore-hole and M5-thread.

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

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

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