

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC STANDARD

Publication 249-3A

1976

Premier complément à la Publication 249-3 (1973)

Matériaux de base à recouvrement métallique pour circuits imprimés

Troisième partie: Matériaux spéciaux utilisés en association avec les circuits imprimés

**Spécification N° 2: Spécification pour feuille de cuivre
utilisée pour la fabrication de matériaux de base plaqués cuivre**

First supplement to Publication 249-3 (1973)

Metal-clad base materials for printed circuits

Part 3: Special materials used in connection with printed circuits

**Specification No. 2: Specification for copper foil
for use in the manufacture of copper-clad base materials**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

Révision de la présente publication

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

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication.

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Symboles graphiques et littéraux

Seuls les symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication.

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI.

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI.

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision 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 on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein.

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication.

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117.

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27.

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC STANDARD

Publication 249-3A

1976

Premier complément à la Publication 249-3 (1973)

Matériaux de base à recouvrement métallique pour circuits imprimés

Troisième partie: Matériaux spéciaux utilisés en association avec les circuits imprimés

Spécification N° 2: Spécification pour feuille de cuivre utilisée pour la fabrication de matériaux de base plaqués cuivre

First supplement to Publication 249-3 (1973)

Metal-clad base materials for printed circuits

Part 3: Special materials used in connection with printed circuits

Specification No. 2: Specification for copper foil for use in the manufacture of copper-clad base materials



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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4

SPÉCIFICATION N° 2: SPÉCIFICATION POUR FEUILLE DE CUIVRE UTILISÉE POUR LA FABRICATION DE MATÉRIAUX DE BASE PLAQUÉS CUIVRE

Articles

1. Domaine d'application	6
2. Désignation	6
3. Masse par unité de surface, et épaisseur	6
4. Analyse chimique	6
5. Propriétés électriques	8
6. Caractéristiques en traction (exigences applicables longitudinalement et transversalement)	8
7. Fini de surface	10
8. Soudabilité	10
8.1 Température de la soudure	10
8.2 Nettoyage de l'échantillon	10
8.3 Support de l'éprouvette	12
8.4 Exigences	12
9. Traitement de surface	12
10. Dimensions des rouleaux et tolérances	12
11. Emballage	14
ANNEXE — Echantillonnage et méthodes d'essais	16

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5

SPECIFICATION No. 2: SPECIFICATION FOR COPPER FOIL FOR USE IN THE MANUFACTURE OF COPPER-CLAD BASE MATERIALS

Clause

1. Scope	7
2. Designation	7
3. Mass per unit area, and thickness	7
4. Chemical analysis	7
5. Electrical properties	9
6. Tensile properties (requirements for either lengthwise or crosswise direction)	9
7. Surface finish	11
8. Solderability	11
8.1 Solder temperature	11
8.2 Cleaning of the specimen	11
8.3 Specimen holder	13
8.4 Requirements	13
9. Surface treatment	13
10. Roll dimensions and tolerances	13
11. Packaging	15
APPENDIX — Sampling and methods of tests	17

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

Premier complément à la Publication 249-3 (1973)

Matériaux de base à recouvrement métallique pour circuits imprimés

Troisième partie : Matériaux spéciaux utilisés en association avec les circuits imprimés

Spécification N° 2 : Spécification pour feuille de cuivre utilisée pour la fabrication de matériaux de base plaqués cuivre

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 Comité d'Etudes N° 52 de la CEI: Circuits imprimés.

Elle est la combinaison de deux projets consécutifs qui furent discutés séparément.

Un premier projet, basé sur une proposition établie par le Comité national des Etats-Unis d'Amérique, fut discuté lors de la réunion tenue à Stockholm en juin 1973. Un projet révisé fut discuté lors de la réunion tenue à Zurich en novembre 1974, à la suite de quoi, le document 52(Bureau Central)123 fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juin 1975.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Australie	Pologne
Belgique	Roumanie
Danemark	Suède
Etats-Unis d'Amérique	Suisse
Finlande	Turquie
Israël	Union des Républiques
Italie	Socialistes Soviétiques
Pays-Bas	Yougoslavie

Un second projet fut basé sur une proposition établie par le Comité national des Pays-Bas traitant d'une épaisseur supplémentaire de 25 μ m de feuille de cuivre. Ce projet fut discuté lors de la réunion tenue à Zurich en novembre 1974, à la suite de quoi, le document 52(Secrétariat)101 circula suivant la Procédure Accélérée et fut soumis pour approbation suivant la Règle des Six Mois, par le document 52(Bureau Central)128, en février 1976.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Allemagne	Israël
Australie	Italie
Belgique	Pays-Bas
Danemark	Roumanie
Espagne	Turquie
Etats-Unis d'Amérique	Union des Républiques
France	Socialistes Soviétiques
	Yougoslavie

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

- Publications n°s 68-2-20C: Troisième complément: Essai Ta: Deuxième partie, Méthode d'essai de la soudabilité des cartes de circuits imprimés et des stratifiés plaqués métal.
- 249-1: Matériaux de base à recouvrement métallique pour circuits imprimés, Première partie: Méthodes d'essai.
- 249-1C: Troisième complément à la Publication 249-1.
- 249-2: Deuxième partie: Spécifications.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

First supplement to Publication 249-3 (1973)

Metal-clad base materials for printed circuits

Part 3: Special materials used in connection with printed circuits

**Specification No. 2: Specification for copper foil
for use in the manufacture of copper-clad base materials**

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 IEC Technical Committee No. 52, Printed Circuits.

It is the combination of two consecutive drafts which were discussed separately.

A first draft, based on a proposal by the United States National Committee, was discussed at the meeting held in Stockholm in June 1973. A revised draft was discussed at the meeting held in Zurich in November 1974, as a result of which Document 52(Central Office)123 was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in June 1975.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Romania
Belgium	Sweden
Denmark	Switzerland
Finland	Turkey
Israel	Union of Soviet
Italy	Socialist Republics
Netherlands	United States of America
Poland	Yugoslavia

A second draft was based on a proposal by the Netherlands National Committee dealing with an additional copper foil thickness of 25 μm . It was discussed at the meeting held in Zurich in November 1974, as a result of which, Document 52(Secretariat)101 was issued under the Accelerated Procedure and submitted for approval under the Six Months' Rule, by Document 52(Central Office)128, in February 1976.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Netherlands
Belgium	Romania
Denmark	Spain
France	Turkey
Germany	Union of Soviet
Israel	Socialist Republics
Italy	United States of America
	Yugoslavia

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publication Nos. 68-2-20C: Third supplement: Test Ta: Second Part, Method for Testing the Solderability of Printed Wiring Boards and Metal-clad Base Laminates.
- 249-1: Metal-clad Base Materials for Printed Circuits, Part 1: Test Methods.
- 249-1C: Third supplement to Publication 249-1.
- 249-2: Part 2: Specifications.

Premier complément à la Publication 249-3 (1973)

Matériaux de base à recouvrement métallique pour circuits imprimés

Troisième partie: Matériaux spéciaux utilisés en association avec les circuits imprimés

SPÉCIFICATION N° 2: SPÉCIFICATION POUR FEUILLE DE CUIVRE
UTILISÉE POUR LA FABRICATION DE MATÉRIAUX DE BASE PLAQUÉS CUIVRE

1. Domaine d'application

La présente spécification énumère les propriétés exigées de la feuille de cuivre destinée à être utilisée pour la fabrication de feuilles laminées et de matériaux flexibles plaqués cuivre, utilisés pour les circuits imprimés.

Cette spécification s'applique à la feuille de cuivre livrée en rouleaux, mais suivant accord entre acheteur et vendeur, elle peut s'appliquer à la feuille produite en panneaux.

2. Désignation

La feuille de cuivre pour les usages pris en considération dans cette spécification peut être de l'un ou l'autre type, suivant spécification de l'acheteur:

- type A, feuille de cuivre électrodéposée (normale ou à haute ductilité);
- type B, feuille de cuivre laminée (sous forme laminée, légèrement écrouie, ou laminée et recuite).

3. Masse par unité de surface, et épaisseur

La mesure principale de la quantité de feuille de cuivre devra être la masse par unité de surface associée aux tolérances applicables. Les épaisseurs de la feuille de cuivre correspondant aux valeurs spécifiées d'unité de masse, ainsi que les tolérances sur l'épaisseur, seront considérées comme elles sont indiquées uniquement à titre d'information. Les exigences s'appliquent au type A et au type B, à l'exception de la première ligne du tableau qui est toujours à l'étude pour le type A et est applicable uniquement au type B.

TABLEAU I

Exigences				Seulement à titre d'information					
Masse nominale par unité de surface		Ecart en pour-cent de la masse nominale		Epaisseur nominale		Ecart sur épaisseur			
g/m ²	oz/ft ²	Classe I	Classe II	µm	in	Classe I		Classe II	
						µm	in	µm	in
152	0,5	±10%	±5%	18	0,0007	±5	±0,0002	±2,5	±0,0001
230	0,75	±10%	±5%	25	0,0010	±5	±0,0002	±2,5	±0,0001
305	1	±10%	±5%	35	0,0014	±5	±0,0002	±2,5	±0,0001
610	2	±10%	±5%	70	0,0028	±8	±0,0003	±4,0	±0,000 15
915	3	±10%	±5%	105	0,0042	±10	±0,0004	±5,0	±0,0002

La masse par unité de surface devra être déterminée par la méthode d'essai 1 de cette spécification.

4. Analyse chimique

La feuille de cuivre du type A devra avoir une teneur en cuivre d'au moins 99,8% (l'argent étant compté pour du cuivre), en excluant tout traitement de surface appliqué pour l'expédition.

First supplement to Publication 249-3 (1973)

Metal-clad base materials for printed circuits

Part 3: Special materials used in connection with printed circuits

**SPECIFICATION No. 2: SPECIFICATION FOR COPPER FOIL
FOR USE IN THE MANUFACTURE OF COPPER-CLAD BASE MATERIALS**

1. Scope

This specification gives requirements for properties of copper foil intended for use in the manufacture of copper-clad laminated sheets and of copper-clad flexible materials, used for printed wiring.

This specification applies to copper foil supplied in rolls, but by agreement between purchaser and vendor, may be applied to foil produced in sheets.

2. Designation

Copper foil for the uses considered in this specification may be either of two types, as specified by the purchaser:

- Type A, electro-deposited copper foil (standard or high ductility);
- Type B, rolled copper foil (as rolled, lightly cold-rolled, or rolled and annealed).

3. Mass per unit area, and thickness

The primary measure of quantity of copper foil shall be the mass per unit area, together with applicable tolerances. Thicknesses of copper foil corresponding to specified values of unit mass, together with corresponding tolerances for thickness, shall be regarded as given for information only. The requirements apply to both Type A and Type B, with the exception that the first line of the table is held under consideration for Type A and applies only to Type B.

TABLE I

Requirements				For information only					
Nominal mass per unit area		Deviation in per cent of nominal mass		Nominal thickness		Thickness deviation			
g/m ²	oz/ft ²					Class I		Class II	
		Class I	Class II	μm	in	μm	in	μm	in
152	0.5	±10%	±5%	18	0.0007	±5	±0.0002	±2.5	±0.0001
230	0.75	±10%	±5%	25	0.0010	±5	±0.0002	±2.5	±0.0001
305	1	±10%	±5%	35	0.0014	±5	±0.0002	±2.5	±0.0001
610	2	±10%	±5%	70	0.0028	±8	±0.0003	±4.0	±0.00015
915	3	±10%	±5%	105	0.0042	±10	±0.0004	±5.0	±0.0002

Mass per unit area shall be determined by test method 1 of this specification.

4. Chemical analysis

Type A copper foil shall have a minimum purity of 99.8% copper (with silver content regarded as copper), excluding any "as shipped" surface treatment.

La feuille de cuivre du type B devra avoir une teneur en cuivre d'au moins 99,9 % (l'argent étant compté pour du cuivre), en excluant tout traitement de surface appliqué pour l'expédition.

La teneur en cuivre devra être calculée comme prescrit par la méthode d'essai 2 de cette spécification. L'analyse chimique devra être effectuée après élimination de tout traitement de surface ou de contamination (par exemple graisse) de la surface de l'échantillon.

5. Propriétés électriques

La feuille de cuivre de masse nominale par unité de surface de 152 g/m² (0,5 oz/ft²) dans chaque type A et B devra avoir une conductivité minimale de 93,70 % de l'Etalon International de Cuivre Recuit (IACS) à 20 °C (68 °F) correspondant à 0,163 59 Ωg/m² (= 1,840 · 10⁻⁸ Ωm en unités S.I.).

La feuille de cuivre de masse nominale par unité de surface égale ou supérieure à 305 g/m² (1 oz/ft²) dans chaque type A et B devra avoir une conductivité minimale de 96,16 % de l'Etalon International de Cuivre Recuit (IACS) à 20 °C (68 °F) correspondant à 0,159 40 Ωg/m² (= 1,793 · 10⁻⁸ Ωm en unités S.I.).

La résistance maximale de la feuille de cuivre, ramenée à 20 °C (68 °F), lorsqu'elle est mesurée selon la méthode d'essai décrite au paragraphe 2.1 de la Publication 249-1 de la C.E.I. : Matériaux de base à recouvrement métallique pour circuits imprimés, Première partie: Méthodes d'essai, devra être comme suit:

Masse par unité de surface	Résistance maximale
152 g/m ² (0,5 oz/ft ²)	7,0 mΩ
230 g/m ² (0,75 oz/ft ²)	5,5 mΩ
305 g/m ² (1 oz/ft ²)	3,5 mΩ
610 g/m ² (2 oz/ft ²)	1,75 mΩ
915 g/m ² (3 oz/ft ²)	1,17 mΩ

6. Caractéristiques en traction (exigences applicables longitudinalement et transversalement)

TABLEAU II

Masse par unité de surface		Résistance à la traction minimale		Pourcentage d'allongement minimal	
g/m ²	oz/ft ²	N/cm ²	lbf/in ²	Normal	Haute ductilité
<i>Feuille de cuivre type A</i>					
152	0,5	10 500	15 000	2	5
230	0,75	16 000	23 000	2,5	7,5
305	1,0	21 000	30 000	3	10
610	2,0	21 000	30 000	3	15
915	3,0	21 000	30 000	3	15
<i>Feuille de cuivre type B, laminée</i>					
152	0,5	35 000	50 000	0,5	
230	0,75	35 000	50 000	0,5	
305	1,0	35 000	50 000	0,5	
610	2,0	35 000	50 000	1	
915	3,0	35 000	50 000	1	
<i>Feuille de cuivre type B, légèrement écrouie</i>					
152	0,5	Non fabriquée			
230	0,75	Non fabriquée			
305	1,0	Non fabriquée			
610	2,0	22 500	32 000	5	
915	3,0	22 500	32 000	5	
<i>Feuille de cuivre type B, laminée et recuite</i>					
152	0,5	10 500	15 000	5	
230	0,75	12 000	17 000	5	
305	1,0	17 500	25 000	5	
610	2,0	17 500	25 000	10	
915	3,0	17 500	25 000	10	

La résistance à la traction et l'allongement devront être déterminés suivant la méthode d'essai 3.

Type B copper foil shall have a minimum purity of 99.9% copper (with silver content regarded as copper), excluding any "as shipped" surface treatment.

The copper content shall be calculated as prescribed in test method 2 of this specification. The chemical analysis shall be carried out after removal of any surface treatment or contamination (e.g. grease) from the surface of the specimen.

5. Electrical properties

For both Type A and Type B copper foil having a nominal mass per unit area of 152 g/m² (0.5 oz/ft²), the minimum conductivity shall be 93.70% of the International Annealed Copper Standard (IACS) at 20 °C (68 °F), equivalent to 0.163 59 Ωg/m² (= 1.840 · 10⁻⁸ Ωm in S.I. units).

For both Type A and Type B copper foil having a nominal mass per unit area equal to or greater than 305 g/m² (1 oz/ft²), the minimum conductivity shall be 96.16% of the International Annealed Copper Standard (IACS) at 20 °C (68 °F), equivalent to 0.159 40 Ωg/m² (= 1.793 · 10⁻⁸ Ωm in S.I. units).

The maximum resistance of copper foil, corrected to 20 °C (68 °F), when measured in accordance with the test method described in Sub-clause 2.1 of IEC Publication 249-1, Metal-clad Base Materials for Printed Circuits, Part 1, Test Methods, shall be as follows:

Mass per unit area	Maximum resistance
152 g/m ² (0.5 oz/ft ²)	7.0 mΩ
230 g/m ² (0.75 oz/ft ²)	5.5 mΩ
305 g/m ² (1 oz/ft ²)	3.5 mΩ
610 g/m ² (2 oz/ft ²)	1.75 mΩ
915 g/m ² (3 oz/ft ²)	1.17 mΩ

6. Tensile properties (requirements for either lengthwise or crosswise direction)

TABLE II

Mass per unit area		Minimum tensile strength		Minimum elongation percentage	
g/m ²	oz/ft ²	N/cm ²	lbf/in ²	Standard	High ductility
<i>Type A copper foil</i>					
152	0.5	10 500	15 000	2	5
230	0.75	16 000	23 000	2.5	7.5
305	1.0	21 000	30 000	3	10
610	2.0	21 000	30 000	3	15
915	3.0	21 000	30 000	3	15
<i>Type B copper foil, as rolled</i>					
152	0.5	35 000	50 000		0.5
230	0.75	35 000	50 000		0.5
305	1.0	35 000	50 000		0.5
610	2.0	35 000	50 000	1	
915	3.0	35 000	50 000	1	
<i>Type B copper foil, lightly cold-rolled</i>					
152	0.5	Not manufactured in this condition			
230	0.75	Not manufactured in this condition			
305	1.0	Not manufactured in this condition			
610	2.0	22 500	32 000		5
915	3.0	22 500	32 000		5
<i>Type B copper foil, rolled and annealed</i>					
152	0.5	10 500	15 000		5
230	0.75	12 000	17 000		5
305	1.0	17 500	25 000		5
610	2.0	17 500	25 000		10
915	3.0	17 500	25 000		10

Tensile strength and elongation shall be determined in accordance with test method 3.

7. Fini de surface

Pour chaque type A ou B, la surface devra avoir une rugosité maximale de 0,4 μm (16 μin) comme moyenne arithmétique déterminée avec un appareil de mesure de rugosité dont le rayon de pointe du palpeur est de 12,5 μm et qui utilise une force de palpation de 0,005 N et une détente de 0,75 mm (0,030 in). Les mesures devront être faites sur chacun de trois spécimens d'un lot donné dans le sens longitudinal, et sur chacun de trois spécimens dans le sens transversal, et la moyenne des six mesures déterminera s'il y a conformité avec l'exigence.

Les nodules à la face rugueuse de la feuille de cuivre du type A ne devront pas dépasser les limites suivantes d'élévation au-dessus du plan général de la surface de la feuille de cuivre:

<i>Masse par unité de surface</i>	<i>Elévation maximale</i>
152 g/m ² (0,5 oz/ft ²)	5 μm (0,0002 in)
230 g/m ² (0,75 oz/ft ²)	5 μm (0,0002 in)
305 g/m ² (1 oz/ft ²)	5 μm (0,0002 in)
610 g/m ² (2 oz/ft ²)	8 μm (0,0003 in)
915 g/m ² (3 oz/ft ²)	10 μm (0,0004 in)

Les deux faces des feuilles de cuivre du type A ou du type B devront être essentiellement exemptes de rides, de dépôts, d'huile, de corrosion ou de produits de corrosion, de sels, de graisse, de traces de doigts, ou d'autres souillures qui pourraient nuire à la qualité du matériau recouvert de cuivre fabriqué à partir de la feuille.

La surface lisse ne devra pas avoir de griffures d'une profondeur supérieure à 0,0035 mm (0,00014 in).

Les surfaces des feuilles de cuivre devront être exemptes d'enfoncements ou de brèches se répétant régulièrement.

Il ne devra pas y avoir d'inclusions plus grandes que 0,0025 mm (0,0001 in) dans leur plus grande dimension.

La grandeur maximale et la fréquence des piqûres et de la porosité de la feuille de masse inférieure de 305 g/m² devront être établies par accord entre acheteur et vendeur. Pour la feuille de masse 152 g/m², en l'absence d'accord entre acheteur et vendeur, la limite maximale de porosité sera de 30 points de pénétration pour une surface de 300 $\times$ 300 mm (12 $\times$ 12 in) lorsque l'échantillon est contrôlé suivant la méthode d'essai 4 de cette spécification. La longueur maximale de chaque piqûre ne devra pas dépasser 0,05 mm.

Pour les feuilles de cuivre de 230 g/m² les valeurs suivantes sont données à titre d'information: porosité maximale: 15 points de pénétration dans une surface de 300 $\times$ 300 mm; dimension maximale d'une piqûre: 0,05 mm (0,002 in).

Pour les feuilles de cuivre égales ou supérieures à 305 g/m² (1 oz/ft²), la limite maximale de porosité devra être de 8 points de pénétration pour une surface de 300 mm $\times$ 300 mm (12 in $\times$ 12 in) lorsque l'échantillon est contrôlé suivant la méthode d'essai 4 de cette spécification.

La surface de n'importe quelle piqûre ou d'un nombre de piqûres dans une surface de 0,5 m² (5,4 ft²) ne devra pas dépasser la surface d'un cercle de 0,125 mm (0,005 in) de diamètre.

8. Soudabilité

La soudabilité de la feuille de cuivre devra être contrôlée suivant la Publication 68-2-20C de la CEI: Troisième complément: Essai Ta: Deuxième partie, Méthode d'essai de la soudabilité des cartes de circuits imprimés et des stratifiés plaqués métal, avec les spécifications supplémentaires suivantes:

8.1 Température de la soudure

La température de la soudure devra être de 235 $\pm$ 5 °C.

8.2 Nettoyage de l'échantillon

8.2.1 Feuille de cuivre sans traitement de surface additionnel (selon le paragraphe 3.10.3.1 de la Publication 249-1C de la CEI: Troisième complément à la Publication 249-1)

L'éprouvette devra être dégraissée par immersion dans un solvant organique neutre à température ambiante,

7. Surface finish

One surface of both Type A or Type B copper foil shall have a maximum roughness of $0.4\text{ }\mu\text{m}$ ($16\text{ }\mu\text{in}$), arithmetic average, as determined with a surface finish measuring instrument having a tracing probe with a tip radius of $12.5\text{ }\mu\text{m}$, using a tracing force of 0.005 N and a cut-off of 0.75 mm (0.030 in). Measurements shall be made on each of three specimens from a given lot in the lengthwise direction, and on each of three specimens in the crosswise direction, and the six measurements averaged to determine compliance with the requirement.

Nodules on the rough side of Type A copper foil shall not exceed the following limits for elevation above the general plane of the copper foil surface:

<i>Mass per unit area</i>	<i>Maximum elevation</i>
152 g/m ² (0.5 oz/ft ²)	5 μm (0.0002 in)
230 g/m ² (0.75 oz/ft ²)	5 μm (0.0002 in)
305 g/m ² (1 pz/ft ²)	5 μm (0.0002 in)
610 g/m ² (2 oz/ft ²)	8 μm (0.0003 in)
915 g/m ² (3 oz/ft ²)	10 μm (0.0004 in)

Both sides of Type A and Type B copper foil shall be substantially free from wrinkles, dirt, oil, corrosion or corrosion products, salts, grease, finger-prints, or other blemishes which would adversely affect the quality of the copper-clad material to be made from the foil.

There shall be no scratches present on the smooth side of greater depth than 0.0035 mm (0.00014 in).

Copper foil surfaces shall be free from regularly spaced and repeating patterns of pits and dents.

There shall be no inclusions greater than 0.0025 mm (0.0001 in) in the longest dimension.

Maximum size and frequency of pinholes and porosity of copper foil having a mass of less than 305 g/m^2 shall be established by agreement between purchaser and vendor. For foil of 152 g/m^2 mass, in the absence of an agreement between purchaser and vendor, the maximum limit of porosity shall be 30 points of penetration in an area of $300\text{ mm} \times 300\text{ mm}$ ($12\text{ in} \times 12\text{ in}$), when the specimen is tested according to test method 4 of this specification. The longest dimension of any pinhole shall be max. 0.05 mm (0.002 in).

For copper foil of 230 g/m^2 , the following values are given for guidance: maximum limit of porosity: 15 points of penetration in an area of $300\text{ mm} \times 300\text{ mm}$ ($12\text{ in} \times 12\text{ in}$). Longest dimension of pinholes: 0.05 mm (0.002 in).

For copper foil equal to or greater than 305 g/m^2 (1 oz/ft^2), the maximum limit of porosity shall be 8 points of penetration in an area of $300\text{ mm} \times 300\text{ mm}$ ($12\text{ in} \times 12\text{ in}$), when the specimen is tested according to test method 4 of this specification.

The area of any one or number of pinholes in an area of 0.5 m^2 (5.4 ft^2) shall not exceed the area of a circle of diameter 0.125 mm (0.005 in).

8. Solderability

The solderability of the copper foil shall be tested in accordance with IEC Publication 68-2-20C, Third supplement, Test Ta: Second part, Method for Testing the Solderability of Printed Wiring Boards and Metal-clad Base Laminates, with the following supplementary specifications:

8.1 Solder temperature

The temperature of the solder shall be $235^{+5}_{-0}\text{ }^{\circ}\text{C}$.

8.2 Cleaning of the specimen

8.2.1 Copper foil without additional surface treatment (in accordance with Sub-clause 3.10.3.1 of IEC Publication 249-1C, Third supplement to Publication 249-1)

The specimen shall be degreased by immersion in a neutral organic solvent at room temperature, dried, immersed

séchée, immergée pendant 15 s dans une solution de HCl (une part de HCl de masse volumique 1 180 kg/m³, et quatre parts d'eau en volume), puis rincée dans de l'eau désionisée et séchée à l'air chaud.

8.2.2 Feuille de cuivre avec traitement de surface additionnel

Le fournisseur de la feuille devra spécifier la méthode de nettoyage.

8.3 Support de l'éprouvette

Le support de l'éprouvette devra être conforme au paragraphe 3.3 de la Publication 68-2-20C de la CEI.

L'éprouvette de feuille de cuivre devra être montée d'une manière adéquate, par exemple enroulée autour d'une pièce en polytétrafluoréthylène ou un autre matériau plastique résistant à haute température.

8.4 Exigences

- Temps de mouillage: max. 2 s.
- Temps de démouillage: $5 \pm 1_0$ s.
- Examen visuel: la face étamée devra être conforme aux représentations données dans la Publication 249-1C de la CEI, figure 11.

9. Traitement de surface

La face rugueuse de la feuille de cuivre sera exempte de traînées sombres dans les directions longitudinale et transversale de la surface de la feuille. La couleur de la feuille de cuivre sera uniforme dans toutes les directions.

Suivant accord entre acheteur et vendeur, la face rugueuse de la feuille de cuivre du type A, ou une face de la feuille de cuivre du type B peuvent être traitées chimiquement ou électrochimiquement pour accroître l'adhérence de la feuille de cuivre au substrat requis.

Si un tel traitement est réalisé, il devra être de couleur uniforme et d'égale intensité sur toute la surface ainsi traitée et il devra être suffisamment résistant aux manipulations normales de la feuille, y compris la stratification. Sur la surface gravée du substrat, on ne doit trouver que des traces résiduelles du traitement sans aucun changement mesurable des propriétés du stratifié causé par ces résidus.

Une certaine variation de couleur des traitements spéciaux peut être admise dans la mesure où le stratifié plaqué cuivre ne présente pas de propriétés différentes pour les surfaces de colorations variables dues au traitement.

Du fait que le but du traitement de surface de la feuille de cuivre est d'accroître l'adhérence de la feuille au substrat, la force d'adhérence de la feuille de cuivre du substrat devra répondre aux exigences minimales pour la qualité spécifique du stratifié plaqué cuivre, suivant la Publication 249-2 de la CEI: Deuxième partie: Spécifications, ou suivant les normes de la CEI actuellement en cours d'adoption.

10. Dimensions des rouleaux et tolérances

Le tableau suivant donne les tolérances sur la largeur spécifiée à la commande des feuilles de cuivre normales.

TABLEAU III

Largeur	Tolérance
De 50 mm à 300 mm inclus (2 in à 11,8 in)	0,4 mm (0,016 in)
Au-dessus de 300 mm à 600 mm (11,8 in à 23,6 in) inclus	0,8 mm (0,032 in)
Au-dessus de 600 mm à 1 200 mm (23,6 in à 47,2 in) inclus	1,6 mm (0,063 in)

La longueur du rouleau devra être comme spécifiée à la commande, avec une tolérance de 10%.

for 15 s in a solution of HCl (one part of HCl of density 1 180 kg/m³ and four parts water by volume), then rinsed in de-ionized water and dried in hot air.

8.2.2 Copper foil with additional surface treatment

The supplier of the foil shall specify the cleaning method.

8.3 Specimen holder

The specimen holder shall comply with Sub-clause 3.3 of IEC Publication 68-2-20C.

The copper foil specimen shall be mounted in a suitable way, e.g. wrapped around a piece of polytetrafluoroethylene or other high-temperature resistant plastic material.

8.4 Requirements

- Wetting time: max. 2 s.
- Dewetting time: 5^{+1}_{-0} s.
- Visual examination: the soldered surface shall comply with the illustrations given in IEC Publication 249-1C, Figure 11.

9. Surface treatment

The rough side of the copper foil should be free from dark strips in the longitudinal and transverse directions of the foil surface. The colour of the copper foil should be uniform in all directions.

If agreed upon between purchaser and vendor, the rough side of Type A copper foil, or one side of Type B copper foil may be given a chemical or electrochemical treatment to enhance adhesion of the copper foil to the required substrate.

If such a treatment has been applied, it shall be substantially uniform in colour and intensity over the entire area of the surface so treated, and shall be sufficiently adherent to withstand normal handling of the foil, including laminating. No more than traces of the treatment should be left on the etched surface of the substrate. No measurable difference in properties of the laminate caused by these traces should occur.

A certain disuniformity in colour of special treatments may be allowed provided that there is no difference in properties of the copper-clad laminate between the areas showing the different colours due to the treatment.

Because the purpose of surface treatment of copper foil is to enhance the adhesion of the foil to the substrate, the peel strength of the copper foil from the substrate shall meet the minimum requirements for the specified grade of copper-clad laminate according to IEC Publication 249-2, Part 2, Specifications, or currently in process of adoption as IEC standards.

10. Roll dimensions and tolerances

The width of the copper foil shall be as ordered. The following table gives the width tolerances for standard copper foil.

TABLE III

Width	Tolerance
From 50 mm to 300 mm (2 in to 11.8 in) inclusive	0.4 mm (0.016 in)
Over 300 mm to 600 mm (11.8 in to 23.6 in) inclusive	0.8 mm (0.032 in)
Over 600 mm to 1 200 mm (23.6 in to 47.2 in) inclusive	1.6 mm (0.063 in)

The length of the roll of foil shall be as ordered, with a tolerance of 10%.

Pour chaque longueur de rouleau, il ne devra pas y avoir plus de trois sections, et chacune des jointures sera clairement indiquée par un marquage durable qui se prolonge approximativement à 5 mm (0,25 in) au-delà de la fin du rouleau.

Un trou plus grand que les piqûres admises devra être indiqué soit par un repère, soit par suppression de la partie qui le contient avec les deux parties correctement séparées et repérées.

Les rouleaux devront être bobinés de manière uniforme sur des noyaux dont la matière et les dimensions auront été agréées par l'acheteur et le vendeur. Le décalage entre le noyau et la couche extérieure du rouleau ne peut dépasser 12 mm (0,5 in).

11. Emballage

Les rouleaux devront être emballés et scellés individuellement dans un matériau imperméable de façon que les propriétés restent conformes aux exigences données pour une période de 90 jours après expédition.

Selon les dimensions et la quantité des rouleaux faisant l'objet d'une commande, les rouleaux peuvent être emballés soit individuellement soit groupés dans des caisses solides. Sauf accord contraire entre acheteur et vendeur, le poids brut maximal de chaque caisse ou emballage devra être 250 kg (550 lb).

Tous les rouleaux de feuille de cuivre en emballage ou caisse unique devront être du même type, de même masse par unité de surface, de même classe de tolérance sur la masse, de même classe de ductilité ou degré de recuit et de même type de traitement de surface.

Chaque emballage ou caisse devra être marqué avec les informations suivantes:

- type de feuille de cuivre;
- masse par unité de surface;
- classe de tolérance sur la masse;
- classe de ductilité (ou degré de recuit s'il s'agit du type B);
- masse nette de la feuille; et
- type de traitement.

Pour les emballages individuels en caisse, la longueur approximative devra être marquée (à ± 1 m ou 1 yd près de la longueur réelle), et cette valeur devra également être portée sur la caisse extérieure d'emballage si elle ne contient qu'un seul rouleau.

Tout autre marquage, tel que numéro de lot du fabricant, numéro de commande de l'acheteur, date d'expédition ou autre information commerciale similaire, devra se faire suivant accord entre acheteur et vendeur.

In any length of roll, there shall be no more than three splices and each of these shall be plainly indicated by a durable marker which extends approximately 5 mm (0.25 in) beyond the end of the roll.

Any holes larger than allowable pinholes shall be indicated either by a flag or by the removal of the section containing the hole, with the two parts properly spliced and flagged.

Rolls shall be evenly wound on cores of the size and material agreed upon between purchaser and vendor. Tele-scoping may not exceed 12 mm (0.5 in) from the core to the outer layer of a roll.

11. Packaging

Rolls shall be individually wrapped and sealed in a waterproof material, so that the properties remain within the given requirements for a period of 90 days after shipment.

Depending on the size and mass of rolls being supplied on an order, rolls may be enclosed individually, or several rolls together, in durable cases. Unless otherwise agreed upon by purchaser and vendor, the maximum gross mass of any case or package shall be 250 kg (550 lb).

All rolls of copper foil in a single package or case shall be of the same type, mass per unit area, class of mass tolerance, class of ductility or degree of annealing and type of surface treatment.

Each package or case shall be marked with the following information:

- type of copper foil;
- mass per unit area;
- class of mass tolerance;
- ductility class (or degree of annealing if Type B);
- net mass of foil; and
- type of treatment.

Individual packages within a case shall be marked with the approximate length (to within ± 1 m or 1 yd of true length), and this data shall also be marked on the outer packaging case if only one roll is enclosed.

Other marking, relative to the manufacturer's lot number, the purchaser's order number, the date shipped or similar commercial information, shall be as agreed upon by purchaser and vendor.

ANNEXE

ÉCHANTILLONNAGE ET MÉTHODES D'ESSAIS

Echantillonnage

Par lot de 10 rouleaux, mais d'au moins 1 rouleau, une longueur d'à peu près 2 m (2 yd) ou un minimum d'à peu près 2 m² (2 yd²) devra être prélevé avec marquage de l'extrémité libre de l'échantillon pour identification future. Des éprouvettes pour tous les essais devront être obtenues à partir de ces longueurs prélevées de la partie la plus éloignée de l'extrémité libre.

Méthode d'essai 1 — Masse par unité de surface

Eprouvette

Un total de trois spécimens sera prélevé dans l'échantillon, une éprouvette adjacente à la ligne centrale et les deux autres éprouvettes adjacentes à chaque bord. Les éprouvettes seront suffisamment grandes pour permettre un découpage final précis de disques de $113 \pm 0,25$ mm ($4,44 \pm 0,01$ in) de diamètre ou de $100 \pm 0,25$ mm ($3,94 \pm 0,01$ in) de carrés d'arête, la surface correspondante étant 100 cm² (15,5 in²).

Méthode

Les trois éprouvettes formant un ensemble devront être pesées à l'aide d'une balance à 10 mg de précision et la masse sera enregistrée à 10 mg près. La masse moyenne des trois éprouvettes devra être calculée et devra se trouver dans la gamme donnée ci-dessous:

TABLEAU IV

Masse nominale par unité de surface		Masse permise en grammes	
g/m ²	oz/yd ²	Classe I	Classe II
152	0,5	1,37 à 1,67	1,44 à 1,60
230	0,75	2,06 à 2,51	2,17 à 2,41
305	1,0	2,75 à 3,35	2,90 à 3,20
610	2,0	5,49 à 6,71	5,80 à 6,40
915	3,0	8,23 à 10,07	8,69 à 9,61

Méthode d'essai 2 — Analyse chimique

Appareillage particulier

Une source de courant continu capable de débiter au moins 1 A et pourvue de rhéostats adéquats et d'appareils de mesure pour contrôler et mesurer le courant avec une précision de 5 mA.

Cathode

La cathode devra être formée de fil de platine d'un diamètre approximatif de 0,21 mm (0,0085 in) sous forme de tresse en tissu ayant approximativement 20 torons par centimètre (50 torons par inch).

La tresse devra être façonnée sous forme de cylindre d'un diamètre approximatif de 30 mm et de 50 mm de long, avec la tresse retournée sur elle-même sur une largeur de 3 mm environ pour consolider le cylindre (la largeur totale de la tresse nécessaire est approximativement 56 mm pour une longueur égale à la circonférence d'un cercle de 30 mm).

APPENDIX

SAMPLING AND METHODS OF TESTS

Sampling

From every 10 rolls in a lot, but from not less than 1 roll, a length of approximately 2 m (2 yd) or a minimum of approximately 2 m² (2 yd²) shall be cut, with the free end of the sample marked for future identification. Specimens for all tests shall be obtained from these sample lengths, from that part of the sample farthest from the free end.

Test method 1 — Mass per unit area

Specimens

A total of three specimens shall be cut from the sample length, one specimen adjacent to the centre line and each of the other two specimens adjacent to each edge. The specimens shall be cut oversize sufficiently to permit accurate final cutting of either circular disks of 113 ± 0.25 mm (4.44 ± 0.01 in) diameter or squares of 100 ± 0.25 mm (3.94 ± 0.01 in) side length, the corresponding area being 100 cm² (15.5 in²).

Procedure

Each of the three specimens comprising a set shall be weighed on a balance having a precision of 10 mg, and the mass recorded to the nearest 10 mg. The average mass of the three specimens shall be computed and shall fall within the range given below:

TABLE IV

Nominal mass per unit area		Allowable mass in grams	
g/m ²	oz/ft ²	Class I	Class II
152	0.5	1.37 to 1.67	1.44 to 1.60
230	0.75	2.06 to 2.51	2.17 to 2.41
305	1.0	2.75 to 3.35	2.90 to 3.20
610	2.0	5.49 to 6.71	5.80 to 6.40
915	3.0	8.23 to 10.07	8.69 to 9.61

Test method 2 — Chemical analysis

Special apparatus

Source of direct current capable of delivering at least 1 A and having suitable rheostats and meters to control and measure the current with an accuracy of 5 mA.

Cathode

The cathode shall be formed from platinum wire of approximately 0.21 mm (0.0085 in) diameter in the form of a mesh or cloth having approximately 20 strands per centimetre (50 strands per inch).

The wire mesh shall be fashioned into a cylinder approximately 30 mm in diameter and 50 mm long, with the wire mesh doubled back on itself for a width of about 3 mm to strengthen the cylinder (total width of wire mesh required is approximately 56 mm for a length equal to the circumference of a 30 mm circle).

L'électrode de connexion devra être en fil d'alliage de platine (platine avec iridium, rhodium ou ruthénium) de 1,3 mm de diamètre environ et d'à peu près 130 mm de long. Elle devra être aplatie sur une longueur de 50 mm à partir d'une extrémité, et cette partie aplatie devra être soudée sur la hauteur entière du cylindre tressé, parallèlement à l'axe du cylindre. La surface de cette cathode sera approximativement 135 cm², en excluant la partie soudée de la connexion.

Anode

L'anode devra être constituée d'un fil de platine d'au moins 1 mm de diamètre, formé en spirale de 7 tours, avec un diamètre approximatif de 12 mm et une longueur approximative de 50 mm, avec la partie restante du fil droite et parallèle à l'axe de la spirale de façon que la longueur totale de la spirale plus le fil droit soit d'environ 130 mm.

Réactifs

Mélange d'acide sulfurique et d'acide nitrique. La préparation se fait en ajoutant lentement, avec agitation, 300 ml d'acide sulfurique concentré à 750 ml d'eau distillée. Laisser ensuite refroidir le mélange à la température ambiante et ajouter 210 ml d'acide nitrique concentré. Prévoir de l'eau distillée et de l'alcool 95 % pour le rinçage de la cathode plaquée.

Mode opératoire

Marquer ou identifier un poids de 5 g et, avec celui-ci, peser une quantité de feuille de cuivre (préalablement dégraissée dans l'acétone et séchée à l'air) d'une masse de 5,0050 g à 5,0070 g.

Placer l'éprouvette dans un bécber de forme haute sans rebord et de 200 ml à 300 ml de volume. Ajouter 42 ml du mélange d'acide sulfurique et d'acide nitrique et laisser reposer jusqu'à ce que la réaction soit pratiquement terminée. Chauffer alors la solution à une température de 80 °C à 90 °C dans un bain de vapeur jusqu'à ce que la dissolution soit complète et que toutes les vapeurs d'oxyde d'azote soient éliminées.

Durant le chauffage, le bécber aura été recouvert par un verre servant de couvercle et lorsque la dissolution est complète, les parois du bécber et le couvercle devront être rincés dans le bécber avec de l'eau distillée.

La cathode devra être pesée ensemble avec le poids identifié de 5 g et la masse enregistrée à 0,1 mg près. La masse de la cathode seule s'obtient en soustrayant 5 g de la masse pesée. Immerger ensemble l'anode et la cathode dans le bécber contenant la solution et couvrir le bécber avec deux couvercles de verre fendus, placés de façon que les fentes soient à angle droit.

Electrolyser la solution avec un courant de densité approximative de 0,006 A/cm² jusqu'à ce que la solution devienne incolore (environ 16 h). Lorsque la solution est devenue incolore, réduire le courant à 0,003 A/cm² et rincer les couvercles de verre, les tiges d'électrode et les côtés du bécber. Continuer l'électrolyse jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de cuivre plaqué sur une surface fraîche de la tige d'électrode lorsque le niveau de l'électrolyte est élevé lentement.

Sans couper le courant, siphonner l'électrolyte en ajoutant simultanément de l'eau distillée dans le bécber pour maintenir le niveau du liquide. Retirer rapidement la cathode tout en continuant à rincer avec de l'eau distillée, la rincer encore dans de l'eau distillée et ensuite la tremper successivement dans deux bécbers contenant de l'alcool. Sécher la cathode à 110 °C pendant 3 min à 5 min et laisser refroidir.

Peser de nouveau la cathode, en utilisant le même jeu de poids que pour peser la cathode nue, mais en omettant le poids de 5 g avec la cathode. Déterminer la masse de cuivre plaqué comme étant la différence de masse entre la cathode plaquée et la cathode non plaquée, et calculer la pureté de la feuille de cuivre par la formule:

$$\text{pourcentage du cuivre} = 100 \times \frac{\text{masse de cuivre déposé}}{\text{masse de l'éprouvette}}$$

La détermination devra être répétée, et les deux déterminations devront concorder à 0,015 % de cuivre près, sinon répéter les opérations.

Pour du cuivre de pureté relativement basse (de l'ordre de 99,4 %), la précision de l'analyse peut être améliorée en suivant le mode opératoire ci-dessus jusqu'au lavage de la cathode plaquée; ensuite placer la cathode plaquée

The connecting electrode shall be made from a platinum alloy (platinum with iridium, rhodium or ruthenium) wire approximately 1.3 mm in diameter and approximately 130 mm long. It shall be flattened for a length of 50 mm from one end, and this flat end welded to the entire height of the wire mesh cylinder, parallel to the axis of the cylinder. The area of this cathode will be approximately 135 cm², excluding the projecting portion of the connecting stem.

Anode

The anode shall be formed from platinum wire at least 1 mm in diameter, fashioned into a helix of 7 turns, a diameter of approximately 12 mm and a length of approximately 50 mm, with the remainder of the wire extending straight and parallel to the axis of the helix, so that the overall length of helix plus extension lead is approximately 130 mm.

Reagents

Sulphuric acid-nitric acid mixture, prepared by slowly adding, with stirring, 300 ml of concentrated sulphuric acid to 750 ml of distilled water, then cooling the mixture to room temperature and adding 210 ml of concentrated nitric acid. Distilled water and 95% alcohol shall be available for rinsing the plated cathode.

Procedure

Mark or otherwise identify a 5 g weight, and with it, weigh a quantity of the copper foil (which has been degreased by washing with acetone followed by air-drying) of a mass of 5.0050 g to 5.0070 g.

Place the sample in a tall-form 200 ml or 300 ml lipless beaker. Add 42 ml of the sulphuric acid-nitric acid mixture and allow to stand until the reaction has nearly ceased. Then heat the solution at a temperature of 80 °C to 90 °C in a steam bath until dissolution is complete and all nitrogen oxide fumes have been expelled.

The beaker should be covered with a cover glass during this heating and when dissolution is complete, the sides of the beaker and the cover glass shall be rinsed in the beaker with distilled water.

The cathode shall be weighed together with the marked 5 g weight, and the mass recorded to the nearest 0.1 mg. The mass of the cathode alone is obtained by subtracting 5 g from the observed mass. Now the anode and cathode shall be immersed in the beaker of solution, which shall be covered with a pair of split cover glasses placed with the splits at right angles.

Electrolyze the solution at a current density of approximately 0.006 A/cm² until the solution becomes colourless (approximately 16 h). When the solution has become colourless, reduce the current to about 0.003 A/cm² and rinse down the cover glasses, electrode stems and the sides of the beaker. Continue the electrolysis until no more copper will be plated on a fresh surface of the electrode stem when the electrolyte level is raised slightly.

Without interrupting the current, siphon off the electrolyte while at the same time adding distilled water to the beaker to maintain the level of liquid. Quickly remove the cathode, while continuing to rinse with distilled water, rinse further with distilled water, then dip in two successive beakers of alcohol. Dry the cathode at 110 °C for 3 min to 5 min and allow to cool.

Weigh the plated cathode again, using the same set of weights as were used for the bare cathode, but omitting the 5 g weight with the cathode. Determine the mass of copper plated as the difference in mass of the plated cathode and the unplated cathode, and calculate the purity of the copper foil from the relationship:

$$\text{percentage copper} = 100 \times \frac{\text{mass of deposited copper}}{\text{mass of foil specimen}}$$

The determination shall be made in duplicate, and the two determinations shall agree within 0.015% copper, or be repeated.

For relatively low purity copper (of the order of 99.4%), the precision of analysis may be improved by following the procedure above to the point of washing the plated cathode, then placing the plated cathode in a 300 ml lipless

dans un bécher sans rebord de 300 ml couvert d'un couvercle de verre perforé pour permettre à la tige d'électrode de saillir, dissoudre de nouveau le dépôt de placage avec 42 ml de mélange d'acide sulfurique et d'acide nitrique et assez d'eau pour couvrir la partie plaquée de la cathode.

Compléter la dissolution par chauffage au bain de vapeur comme plus haut, ensuite répétition de l'électrolyse comme plus haut.

Méthode d'essai 3 — Caractéristiques en traction de la feuille de cuivre

Appareillages particuliers

Une machine d'essai précise, équipée de préférence d'un graphique d'enregistrement charge-déflexion. Des pinces à éprouvettes à surfaces lisses alignées pour fournir un contact uniforme avec la surface entière de l'éprouvette prise. Un couteau à éprouvette comportant une cisaille à double lame, dont les deux lames sont parallèles et séparées par une distance de $15 \pm 0,25$ mm ($0,6 \pm 0,010$ in), et qui tranchent en même temps pour pouvoir couper en une fois une bande de largeur définie.

Si l'allongement doit être déterminé à partir d'un enregistrement de la courbe charge-déformation, la séparation de la tête peut être considérée comme étant la même que l'allongement de la longueur totale de l'éprouvette. Si on ne dispose pas d'enregistreur, une longueur calibrée de 50 mm (2 in) devra être délimitée en traçant deux lignes parallèles à travers la demi-section de l'éprouvette aux côtés opposés d'un gabarit précis. Les marquages seront faits à l'aide d'une plume à pointe douce, ou d'un traceret ayant une pointe arrondie à 1 mm de rayon, avec les marquages tracés ne s'étendant pas plus près que 3 mm (0,125 in) de chaque bord de l'éprouvette.

Eprouvettes

Les éprouvettes devront être en forme de bandes de 230 mm (9 in) de longueur approximative et de $15 \pm 0,25$ mm ($0,6 \pm 0,010$ in) de largeur. Elles sont découpées de préférence dans le même échantillon qui a été utilisé pour les éprouvettes de la méthode d'essai 1. L'épaisseur des éprouvettes devra être calculée à partir de la masse des éprouvettes obtenue comme masse moyenne de quatre éprouvettes de dimensions identiques, divisée par le produit de la surface par la masse volumique. La surface devra être déterminée par mesure précise de la longueur et de la largeur des éprouvettes, et la masse volumique utilisée sera 8,9 g/cm³ lorsque la surface est déterminée en centimètres carrés, ou 146 g/in³ lorsque la surface est déterminée en inches carrés.

Mode opératoire

Quatre éprouvettes devront être essayées de chaque échantillon de feuille de cuivre du lot. Les éprouvettes seront introduites dans les pinces de l'appareil d'essai de façon qu'une longueur d'à peu près 125 mm (5 in) se trouve entre les pinces, cette longueur sera ensuite mesurée à 0,1 mm (0,04 in) près.

La vitesse d'accroissement de la tension pendant l'essai de traction devra être d'environ 50 mm (2 in) par minute.

La force de rupture devra être enregistrée à 0,5 N (0,1 lbf) près.

La résistance à la traction finale devra être calculée de la manière habituelle, en divisant la force de rupture par la section de l'éprouvette d'essai non soumise à la charge, en considérant la largeur mesurée de l'éprouvette d'essai et l'épaisseur calculée à partir de sa masse, sa surface et sa masse volumique.

En variante, la force de rupture est divisée par la largeur de l'éprouvette pour obtenir la valeur en newtons par centimètre de largeur.

L'allongement sera traduit en pourcentage de la longueur initiale entre les points de référence.

La résistance à la traction finale moyenne et l'allongement moyen des quatre éprouvettes devront être calculés pour faire la comparaison avec l'exigence minimale de la spécification.