

NORME  
INTERNATIONALE

CEI  
IEC

INTERNATIONAL  
STANDARD

60404-12

Première édition  
First edition  
1992-10

---

---

## Matériaux magnétiques

### Partie 12:

Guide aux méthodes de caractérisation de la tenue  
en température de l'isolation interlaminaire

## Magnetic materials

### Part 12:

Guide to methods of assessment of temperature  
capability of interlaminar insulation coatings

© IEC 1992 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 photo-  
copie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

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

International Electrotechnical Commission  
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

M

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

## SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS .....	4
INTRODUCTION.....	8
<b>Articles</b>	
1 Domaine d'application et objet .....	10
2 Références normatives .....	10
3 Définitions.....	12
3.1 Désignation du critère température/temps ( $T/t$ ) .....	12
3.2 Essais de type .....	12
4 Prescriptions .....	12
4.1 Désignation de la performance température/temps .....	12
4.2 Essais d'adhérence (selon ISO 1519) .....	12
4.3 Essais de résistance d'isolation interlaminaire (désignation de performance température/temps) .....	14
4.4 Essais de compressibilité .....	18
<b>Annexes</b>	
A Méthodes de traitement thermique des éprouvettes.....	20
B Essai d'adhérence (basé sur l'ISO 1519) .....	22
Figures .....	24

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	5
INTRODUCTION .....	9
<b>Clause</b>	
1 Scope and object .....	11
2 Normative references .....	11
3 Definitions .....	13
3.1 Temperature/time performance designation ( <i>T/t</i> ) .....	13
3.2 Type tests .....	13
4 Requirements .....	13
4.1 Temperature/time performance designations .....	13
4.2 Tests for adhesion (based on ISO 1519) .....	13
4.3 Tests for interlaminar insulation resistance (temperature/time performance designation) .....	15
4.4 Tests of compressibility .....	19
<b>Annexes</b>	
A Heating methods for test specimens .....	21
B Method of test for adhesion (based on ISO 1519) .....	23
Figures .....	24

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES**

**Partie 12: Guide aux méthodes de caractérisation de la tenue en température de l'isolation interlaminaire**

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon les conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des comités d'études 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.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure du possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CEI 404-12 a été établie par le comité d'études 68 de la CEI: Matériaux magnétiques tels qu'alliages et aciers.

Le texte de cette publication est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote	Amendement au DIS	Rapport de vote
68(BC)70	68(BC)80	68(BC)81	68(BC)86

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Les annexes A et B font partie intégrante de la présente norme.

La CEI 404 comprend les parties suivantes: présentées sous le titre général, Matériaux magnétiques:

- Partie 1: 1979, Classification
- Partie 2: 1978, Méthodes de mesure des propriétés magnétiques, électriques et physiques des tôles et feuillards magnétiques

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## MAGNETIC MATERIALS

**Part 12: Guide to methods of assessment of temperature capability of interlaminar insulation coatings**

## FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a world-wide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of 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.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 404-12 has been prepared by IEC technical committee 68: Magnetic alloys and steels.

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

DIS	Report on Voting	Amendment to DIS	Report on Voting
68(CO)70	68(CO)80	68(CO)81	68(CO)86

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

Annexes A and B form an integral part of this standard.

IEC 404 consists of the following parts, under the general title, Magnetic materials:

- Part 1: 1979, Classification
- Part 2: 1978, Methods of measurement of magnetic, electrical and physical properties of magnetic sheet and strip

- Partie 3: 1992, Méthodes de mesure des caractéristiques magnétiques des tôles et feuillards magnétiques à l'aide de l'essai sur tôle unique
- Partie 4: 1982, Méthodes de mesure des propriétés magnétiques en courant continu des pièces massives en acier
- Partie 5: 1982, Méthodes de mesure des propriétés magnétiques des matériaux durs (aimants permanents)
- Partie 6: 1986, Méthodes de mesure des propriétés magnétiques des alliages magnétiques doux fers-nickel isotropes, type E1, E3 et E4
- Partie 7: 1982, Méthode de mesure du champ coercitif des matériaux magnétiques en circuit magnétique ouvert
- Partie 8: Spécifications pour matériaux particuliers
- Partie 9: 1987, Méthode de détermination des caractéristiques géométriques des tôles magnétiques en acier
- Partie 10: 1988, Méthodes de mesure des propriétés magnétiques à fréquences moyennes des tôles et feuillards magnétiques en acier
- Partie 11: 1991, Méthode d'essai pour la détermination de la résistance d'isolement superficiel des tôles et feuillards magnétiques

- Part 3: 1992, Methods of measurement of the magnetic properties of magnetic sheet and strip by means of a single sheet tester
- Part 4: 1982, Methods of measurement of the d.c. magnetic properties of solid steels
- Part 5: 1982, Methods of measurement of the magnetic properties of magnetically hard (permanent magnet) materials
- Part 6: 1986, Methods of measurement of the magnetic properties of isotropic nickel-iron soft magnetic alloys, types E1, E3 and E4
- Part 7: 1982, Methods of measurement of the coercivity of magnetic materials in an open magnetic circuit
- Part 8: Specifications for individual materials
- Part 9: 1987, Methods of determination of the geometrical characteristics of magnetic steel sheet and strip
- Part 10: 1988, Methods of measurement of magnetic properties of magnetic steel sheet and strip at medium frequencies
- Part 11: 1991, Method of test for the determination of surface insulation resistance of magnetic sheet and strip

## INTRODUCTION

La plupart des tôles magnétiques utilisées dans les machines électriques à courant alternatif portent un revêtement isolant qui est appliqué soit par le fournisseur de la tôle soit par l'utilisateur.

Le revêtement isolant est couramment soumis à des températures supérieures à l'ambiante que ce soit en service ou pendant la fabrication de la machine. Le temps de maintien en température peut varier et de ce fait il est important de connaître les propriétés d'isolation interlaminaire en fonction du temps et de la température.

Comme la détermination des propriétés des revêtements à températures élevées est onéreuse et longue, il est préférable de les établir par rapport à celles mesurées à température ambiante. Le métal revêtu sera porté à température pendant un temps donné, puis, après refroidissement à la température ambiante, il sera testé à nouveau. Le guide a donc été élaboré sur le fait que la tenue en température d'un revêtement isolant est normalement évaluée par des essais de type qui fournissent une base commune pour l'obtention d'informations sur les caractéristiques par les fournisseurs. Il est cependant aussi nécessaire de définir ces critères à la température ambiante.

## INTRODUCTION

Most magnetic steel sheet and strip used in electrical apparatus subjected to alternating flux requires an insulation coating which may be applied by the steel supplier or the user.

The insulation coating is likely to be subjected to temperatures above ambient in service or during processing by the purchaser. The time it is held at any given temperature can vary considerably and the properties of an interlaminar insulation in relation to time and temperature are therefore important.

Since the assessment of the properties of insulation coatings at higher temperatures is expensive and time-consuming, these properties are best established in relation to readily measurable properties at ambient temperature. Coated steel will normally be heated for the specified time, then retested after cooling to ambient temperature. This guide is therefore prepared on the basis that the temperature capability of a given insulation will normally be evaluated by means of recommended type tests which will provide a common basis for the provision of information on characteristics by suppliers. It is, however, also necessary to define the equivalent properties at ambient temperature.

## MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES

### Partie 12: Guide aux méthodes de caractérisation de la tenue en température de l'isolation interlaminaire

#### 1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 404, utilisée comme guide, est en premier lieu applicable à l'évaluation de l'isolation interlaminaire des tôles et feuillards magnétiques définis par les sections de la CEI 404-8.

Ce guide définit les méthodes d'évaluation des propriétés de l'isolation interlaminaire sur les tôles et feuillards magnétiques dans la gamme de température allant de l'ambiante à 800 °C pour ce qui concerne les critères de base. Il s'agit des propriétés suivantes:

- i) adhérence;
- ii) résistance interlaminaire;
- iii) compressibilité/facteur de foisonnement.

#### 2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 404. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 404 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 50(121): *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 121: Electro-magnétisme*

CEI 50(131): 1978, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 131: Circuits électriques et magnétiques*

CEI 50(901): 1973, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 901: Magnétisme*

CEI 216-1: 1990, *Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques – Première partie: Guide général relatif aux méthodes de vieillissement et à l'évolution des résultats d'essai*

CEI 404-8: *Matériaux magnétiques – Huitième partie: Spécifications pour matériaux particuliers*

CEI 404-11: 1991, *Matériaux magnétiques – Partie 11: Méthode d'essai pour la détermination de la résistance d'isolement superficiel des tôles et feuillards magnétiques*

ISO 1519: 1973, *Peintures et vernis – Essai de pliage sur mandrin cylindrique*

## MAGNETIC MATERIALS

### Part 12: Guide to methods of assessment of temperature capability of interlaminar insulation coatings

#### 1 Scope and object

This part of IEC 404, used as a guide, is primarily applicable to the evaluation of interlaminar insulation coatings applied to magnetic steel sheet and strip covered by the sections of IEC 404-8.

This guide defines methods of test for evaluating the properties of interlaminar insulation coatings applied to magnetic steel sheet and strip in the range of temperatures from ambient to 800 °C as a basis for a type test. It covers the following properties of the material:

- i) adhesion;
- ii) interlaminar resistance;
- iii) compressibility/stacking factor.

#### 2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 404. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 404 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 50(121): 1978, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 121: Electromagnetism*

IEC 50(131): 1978, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 131: Electric and magnetic circuits*

IEC 50(901): 1973, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 901: Magnetism.*

IEC 216-1: 1990, *Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Part 1: General guidelines for ageing procedure and evaluation of test results*

IEC 404-8, *Magnetic materials – Part 8: Specifications for individual materials*

IEC 404-11: 1991, *Magnetic materials – Part 11: Method of test for the determination of surface insulation resistance of magnetic sheet and strip*

ISO 1519: 1973, *Paints and varnishes – Bend test (cylindrical mandrel)*