

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Magnetic materials –

Part 8-4: Specifications for individual materials – Cold-rolled non-oriented electrical steel strip and sheet delivered in the fully-processed state

Matériaux magnétiques –

Partie 8-4: Spécifications pour matériaux particuliers – Bandes et tôles magnétiques en acier à grains non orientés, laminées à froid et livrées à l'état fini

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 17.220.20; 29.030

ISBN 978-2-8322-5708-1

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor. Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.
--

CONTENTS

FOREWORD	4
INTRODUCTION	6
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
4 Classification	9
5 Designation	9
6 General requirements	9
6.1 Production process	9
6.2 Form of supply	9
6.3 Delivery condition	10
6.4 Surface condition	10
6.5 Suitability for cutting	10
7 Technical requirements	10
7.1 Magnetic properties	10
7.1.1 General	10
7.1.2 Magnetic polarization	11
7.1.3 Specific total loss	15
7.1.4 Anisotropy of loss	15
7.2 Geometrical characteristics and tolerances	15
7.2.1 Thickness	15
7.2.2 Width	16
7.2.3 Length	17
7.2.4 Edge wave (wave factor)	17
7.2.5 Residual curvature	17
7.2.6 Edge camber	17
7.3 Technological characteristics	17
7.3.1 Density	17
7.3.2 Stacking factor	18
7.3.3 Number of bends	18
7.3.4 Deviation from the shearing line (internal stress)	18
8 Inspection and testing	18
8.1 General	18
8.2 Selection of samples	18
8.3 Preparation of test specimens	19
8.3.1 Magnetic properties	19
8.3.2 Geometrical characteristics and tolerances	19
8.3.3 Technological characteristics	19
8.4 Test methods	20
8.4.1 General	20
8.4.2 Magnetic properties	20
8.4.3 Geometrical characteristics and tolerances	21
8.4.4 Technological characteristics	21
8.5 Retests	22
9 Marking, labelling and packaging	22

10	Complaints	22
11	Information to be supplied by the purchaser	22
	Annex A (informative) Non-specified magnetic properties	24
	Annex B (informative) Calculated density of non-oriented electrical steel.....	25
	Bibliography.....	26
	Table 1 – Technological properties and magnetic properties (magnetic properties are measured using the Epstein method according to IEC 60404-2).....	12
	Table 2 – Technological properties and magnetic properties for strip and sheet of nominal thickness 0,47 mm for use at 60 Hz only (magnetic properties are measured using the Epstein method according to IEC 60404-2).....	14
	Table 3 – Tolerances on nominal thickness.....	16
	Table 4 – Tolerances on nominal width	16
	Table A.1 – Non-specified magnetic properties	24

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MAGNETIC MATERIALS –**Part 8-4: Specifications for individual materials –
Cold-rolled non-oriented electrical steel strip and sheet
delivered in the fully-processed state**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 60404-8-4 has been prepared by IEC technical committee 68: Magnetic alloys and steels. It is an International Standard.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2013. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) modification of terms and technical requirements concerning geometrical characteristics to be consistent with IEC 60404-9:2018;
- b) insertion of Table 3 – Tolerances on nominal thickness;
- c) change of the length of test specimen for determination of geometrical characteristics from 2 m to 1 m.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
68/700/CDV	68/713/RVC

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

A list of all parts in the IEC 60404 series, published under the general title *Magnetic materials*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

This revision of International Standard IEC 60404-8-4 has been prepared by the experts of the Working Group 1 of the IEC Technical Committee 68: Magnetic alloys and steels.

The third edition of IEC 60404-8-4 was issued in 2013. After that, other IEC 60404 standards were revised and IEC TC 68 decided in 2019 at their meeting in Düsseldorf to revise this document to maintain consistency for user's convenience. The revision is made mainly on technical amendments regarding testing and definitions of geometrical characteristics in accordance with IEC 60404-9. The length of test specimen for determination of geometrical characteristics is changed from 2 m to 1 m. The term of “flatness” is divided into “edge wave (wave factor)” and “residual curvature” and the horizontal method is introduced for verification of residual curvature. This revision also includes corrections in order to improve consistency with other standards of the IEC 60404-8 series.

MAGNETIC MATERIALS –

Part 8-4: Specifications for individual materials – Cold-rolled non-oriented electrical steel strip and sheet delivered in the fully-processed state

1 Scope

This part of IEC 60404 defines the grades of cold-rolled non-oriented electrical steel strip and sheet in nominal thicknesses of 0,35 mm, 0,47 mm, 0,50 mm, 0,65 mm and 1,00 mm. In particular, it gives general requirements, magnetic properties, geometric characteristics, tolerances and technological characteristics, as well as inspection procedure. The nominal thickness 0,47 mm applies to the grades for use at 60 Hz only.

This document applies to cold-rolled non-oriented electrical steel strip and sheet supplied in the fully-processed state, i.e. the final annealed condition, in coils or sheets, and intended for the construction of magnetic circuits. This document does not apply to materials supplied in the semi-processed state.

NOTE The cold-rolled non-oriented electrical steel strip and sheet supplied in the semi-processed state is specified in IEC 60404-8-3.

The grades defined in this document correspond to Class C21 of IEC 60404-1.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050-121, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 121: Electromagnetism*

IEC 60050-221, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 221: Magnetic materials and components*

IEC 60404-1, *Magnetic materials – Part 1: Classification*

IEC 60404-2, *Magnetic materials – Part 2: Methods of measurement of the magnetic properties of electrical steel strip and sheet by means of an Epstein frame*

IEC 60404-3, *Magnetic materials – Part 3: Methods of measurement of the magnetic properties of electrical steel strip and sheet by means of a single sheet tester*

IEC 60404-9, *Magnetic materials – Part 9: Methods of determination of the geometrical characteristics of electrical steel strip and sheet*

IEC 60404-13, *Magnetic materials – Part 13: Methods of measurement of resistivity, density and stacking factor of electrical steel strip and sheet*

ISO 404, *Steel and steel products – General technical delivery requirements*

ISO 7799, *Metallic materials – Sheet and strip 3 mm thick or less – Reverse bend test*

ISO 10474, *Steel and steel products – Inspection documents*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	30
INTRODUCTION.....	32
1 Domaine d'application	33
2 Références normatives	33
3 Termes et définitions	34
4 Classification	35
5 Désignation	35
6 Exigences générales	35
6.1 Procédé d'élaboration	35
6.2 Mode de livraison.....	35
6.3 Etat de livraison.....	36
6.4 Etat de surface	36
6.5 Aptitude au découpage	36
7 Exigences techniques	37
7.1 Caractéristiques magnétiques	37
7.1.1 Généralités	37
7.1.2 Polarisation magnétique	37
7.1.3 Pertes totales spécifiques.....	41
7.1.4 Anisotropie des pertes	41
7.2 Caractéristiques géométriques et tolérances.....	41
7.2.1 Epaisseur	41
7.2.2 Largeur.....	42
7.2.3 Longueur	43
7.2.4 Onde de surface (facteur d'ondulation)	43
7.2.5 Courbure résiduelle	43
7.2.6 Rectitude	44
7.3 Caractéristiques technologiques	44
7.3.1 Masse volumique.....	44
7.3.2 Facteur de foisonnement	44
7.3.3 Nombre de pliages.....	44
7.3.4 Ecart par rapport à la ligne de cisailage (contrainte interne)	44
8 Contrôle et essais.....	45
8.1 Généralités	45
8.2 Prélèvement des échantillons	45
8.3 Préparation des éprouvettes	45
8.3.1 Caractéristiques magnétiques.....	45
8.3.2 Caractéristiques géométriques et tolérances	46
8.3.3 Caractéristiques technologiques	46
8.4 Méthodes d'essais	47
8.4.1 Généralités.....	47
8.4.2 Caractéristiques magnétiques.....	47
8.4.3 Caractéristiques géométriques et tolérances	47
8.4.4 Caractéristiques technologiques	48
8.5 Contre-essais	48
9 Marquage, étiquetage et emballage	48

10 Réclamations.....	49
11 Informations à fournir par l'acheteur	49
Annex A (informative) Caractéristiques magnétiques non spécifiées	50
Annex B (informative) Masse volumique calculée d'un produit magnétique en acier à grains non orientés	51
Bibliographie.....	52

Tableau 1 – Caractéristiques technologiques et magnétiques (les caractéristiques magnétiques sont mesurées à l'aide de la méthode Epstein conformément à l'IEC 60404-2).....	38
--	----

Tableau 2 – Caractéristiques technologiques et magnétiques des bandes et tôles d'épaisseur nominale 0,47 mm pour utilisation à 60 Hz seulement (les caractéristiques magnétiques sont mesurées à l'aide de la méthode Epstein conformément à l'IEC 60404-2).....	40
--	----

Tableau 3 – Tolérances sur l'épaisseur nominale	42
---	----

Tableau 4 – Tolérances sur la largeur nominale	43
--	----

Tableau A.1 – Caractéristiques magnétiques non spécifiées	50
---	----

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –

Partie 8-4: Spécifications pour matériaux particuliers – Bandes et tôles magnétiques en acier à grains non orientés, laminées à froid et livrées à l'état fini

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 60404-8-4 a été établie par le comité d'études 68 de l'IEC: Matériaux magnétiques tels qu'alliages et aciers. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 2013. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) modification des termes et des exigences techniques concernant les caractéristiques géométriques dans un souci de cohérence avec l'IEC 60404-9:2018;
- b) insertion du Tableau 3 – Tolérances sur l'épaisseur nominale;

- c) modification de la longueur de l'éprouvette pour la détermination des caractéristiques géométriques de 2 m à 1 m.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
68/700/CDV	68/713/RVC

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60404, publiées sous le titre général *Matériaux magnétiques*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

INTRODUCTION

La présente révision de la Norme internationale IEC 60404-8-4 a été établie par les experts du groupe de travail 1 du comité d'études 68 de l'IEC: Matériaux magnétiques tels qu'alliages et aciers.

La troisième édition de l'IEC 60404-8-4 a été publiée en 2013. Après cela, d'autres normes IEC 60404 ont été révisées et le CE 68 de l'IEC a décidé en 2019, lors de sa réunion à Düsseldorf, de réviser le présent document afin de maintenir la cohérence pour la commodité de l'utilisateur. La révision concerne principalement les amendements techniques relatifs aux essais et aux définitions des caractéristiques géométriques conformément à l'IEC 60404-9. La longueur de l'éprouvette pour la détermination des caractéristiques géométriques est modifiée de 2 m à 1 m. Le terme "planéité" est divisé en "onde de surface (facteur d'ondulation)" et "courbure résiduelle" et la méthode horizontale est introduite pour vérification de la courbure résiduelle. La présente révision comprend également des corrections afin d'améliorer la cohérence avec les autres normes de la série IEC 60404-8.

MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –

Partie 8-4: Spécifications pour matériaux particuliers – Bandes et tôles magnétiques en acier à grains non orientés, laminées à froid et livrées à l'état fini

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60404 définit les qualités des bandes et tôles magnétiques en acier à grains non orientés, laminées à froid, d'épaisseurs nominales 0,35 mm, 0,47 mm, 0,50 mm, 0,65 mm et 1,00 mm. Elle définit notamment les exigences générales, les caractéristiques magnétiques, les caractéristiques géométriques, les tolérances et les caractéristiques technologiques, ainsi que les procédures de contrôle applicables. L'épaisseur nominale 0,47 mm s'applique aux qualités pour utilisation à 60 Hz seulement.

Le présent document s'applique aux bandes et tôles magnétiques en acier à grains non orientés, laminées à froid, livrées à l'état fini, c'est-à-dire à l'état de recuit final, en bobines ou en tôles et destinées à la construction de circuits magnétiques. Le présent document ne s'applique pas aux matériaux livrés à l'état semi-fini.

NOTE Les bandes et tôles magnétiques en acier à grains non orientés, laminées à froid et livrées à l'état semi-fini sont spécifiées dans l'IEC 60404-8-3.

Les qualités définies dans le présent document correspondent à la Classe C21 de l'IEC 60404-1.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60050-121, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 121: Electromagnétisme*

IEC 60050-221, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 221: Matériaux et composants magnétiques*

IEC 60404-1, *Matériaux magnétiques – Partie 1: Classification*

IEC 60404-2, *Matériaux magnétiques – Partie 2: Méthodes de mesure des propriétés magnétiques des bandes et tôles magnétiques en acier au moyen d'un cadre Epstein*

IEC 60404-3, *Matériaux magnétiques – Partie 3: Méthodes de mesure des caractéristiques magnétiques des bandes et tôles magnétiques en acier à l'aide de l'essai sur tôle unique*

IEC 60404-9, *Matériaux magnétiques – Partie 9: Méthodes de détermination des caractéristiques géométriques des bandes et tôles magnétiques en acier*

IEC 60404-13, *Matériaux magnétiques – Partie 13: Méthodes de mesure de la résistivité, de la masse volumique et du facteur de foisonnement des bandes et tôles en acier électrique*

ISO 404, *Aciers et produits sidérurgiques – Conditions générales techniques de livraison*

ISO 7799, *Matériaux métalliques – Tôles et feuillards d'épaisseur inférieure ou égale à 3 mm – Essai de pliage alterné*

ISO 10474, *Aciers et produits sidérurgiques – Documents de contrôle*