

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Magnetic materials –

Part 8-11: Specifications for individual materials – Fe-based amorphous strip delivered in the semi-processed state

Matériaux magnétiques –

Partie 8-11: Spécifications pour matériaux particuliers – Bandes en alliage amorphe à base de fer livrées à l'état semi-fini

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 17.220.20; 29.030

ISBN 978-2-8322-5437-0

**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	7
4 Classification.....	8
5 Designation	8
6 General requirements	8
6.1 Production process	8
6.2 Form of supply.....	9
6.3 Delivery condition	9
6.4 Surface condition	9
6.5 Suitability for cutting	9
7 Technical requirements	10
7.1 Magnetic properties	10
7.1.1 Reference condition.....	10
7.1.2 Magnetic polarization.....	10
7.1.3 Specific total loss	10
7.2 Geometrical characteristics and tolerances	12
7.2.1 Thickness	12
7.2.2 Width.....	13
7.2.3 Length	13
7.2.4 Edge camber	13
7.2.5 Edge wave (wave factor)	13
7.2.6 Residual curvature.....	13
7.2.7 Burr height.....	13
7.3 Technological characteristics	13
7.3.1 Density	13
7.3.2 Stacking factor.....	14
7.3.3 Strip tear ductility	14
7.3.4 Internal stresses.....	14
7.3.5 Surface insulation resistance	14
8 Inspection and testing.....	14
8.1 General.....	14
8.2 Selection of test samples	15
8.3 Preparation of test specimens.....	15
8.3.1 Magnetic properties	15
8.3.2 Geometrical characteristics and tolerances.....	15
8.3.3 Technological characteristics.....	16
8.4 Test methods	16
8.4.1 General	16
8.4.2 Magnetic properties	16
8.4.3 Geometrical characteristics and tolerances.....	16
8.4.4 Technological characteristics.....	17
8.5 Retests	17
9 Marking, labelling and packaging.....	17

10	Complaints	17
11	Information to be supplied by the purchaser	18
12	Information to be supplied by the manufacturer	18
	Annex A (informative) Non-specified magnetic properties	19
	Annex B (normative) Test method of determination of the stacking factor for Fe-based amorphous strips	20
	B.1 General.....	20
	B.2 Test specimen	20
	B.3 Measurement procedure	20
	B.4 Reproducibility	22
	Figure B.1 – Schematic diagram of a stacking specimen and a linear measuring device on side view (a) and on top view (b).....	21
	Table 1 – Technological properties and magnetic properties of the conventional grades of Fe-based amorphous strip	11
	Table 2 – Technological properties and magnetic properties of the high permeability grades of Fe-based amorphous strip	12
	Table 3 – Tolerances on the nominal width of Fe-based amorphous strip.....	13
	Table 4 – Ductility code and number of brittle spots of Fe-based amorphous strip.....	14
	Table A.1 – Non-specified magnetic properties of Fe-based amorphous strip.....	19

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MAGNETIC MATERIALS –**Part 8-11: Specifications for individual materials –
Fe-based amorphous strip delivered in the semi-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.

International Standard IEC 60404-8-11 has been prepared by IEC technical committee 68: Magnetic alloys and steels.

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

CDV	Report on voting
68/571/CDV	68/585A/RVC

Full information on the voting for the approval of this International Standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

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 "<http://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

Fe-based amorphous strip is regarded as a promising material to reduce energy loss in transformer cores and, consequently, to help mitigate global warming.

The Fe-based amorphous strip is produced by a rapidly-solidifying, direct-casting process. The strip is intended primarily for the construction of wound cores of transformers for commercial power frequency (50 Hz and 60 Hz) applications.

After appropriate heat treatment, the strip exhibits a significantly lower value of specific total loss in comparison with grain-oriented electrical steel strip for the same applications. It is associated with low hysteresis loss due to low magnetic anisotropy and with low eddy current loss due to high resistivity and reduced thickness.

MAGNETIC MATERIALS –

Part 8-11: Specifications for individual materials – Fe-based amorphous strip delivered in the semi-processed state

1 Scope

This part of IEC 60404 defines the grades of Fe-based amorphous strip delivered in the semi-processed state, i.e. without final heat treatment, of nominal thickness 0,025 mm. Other nominal thicknesses in the range from 0,020 mm to 0,030 mm can be specified by agreement between the manufacturer and the purchaser at the time of enquiry and order. In particular, it gives general requirements, magnetic properties, geometric characteristics, tolerances and technological characteristics, as well as inspection procedures.

This document applies to the rapidly-solidified Fe-based amorphous strip supplied in coils with as-cast edges and intended for the construction of magnetic circuits.

The grades are grouped into two classes:

- conventional grades;
- high permeability grades.

They correspond to Class I1 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 60404-9, *Magnetic materials – Part 9: Methods of determination of the geometrical characteristics of magnetic steel sheet and strip*

IEC 60404-16, *Magnetic materials – Part 16: Methods of measurement of the magnetic properties of Fe-based amorphous strip by means of a single sheet tester*

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

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	26
INTRODUCTION.....	28
1 Domaine d'application	29
2 Références normatives	29
3 Termes et définitions	30
4 Classification	30
5 Désignation	30
6 Exigences générales	31
6.1 Procédé de production	31
6.2 Forme de livraison	31
6.3 Condition de livraison	31
6.4 Etat de surface	31
6.5 Aptitude au découpage	32
7 Exigences techniques	32
7.1 Propriétés magnétiques	32
7.1.1 Conditions de référence.....	32
7.1.2 Polarisation magnétique	32
7.1.3 Pertes totales massiques.....	32
7.2 Caractéristiques géométriques et tolérances.....	35
7.2.1 Epaisseur	35
7.2.2 Largeur.....	35
7.2.3 Longueur	35
7.2.4 Rectitude.....	35
7.2.5 Onde de surface (facteur d'ondulation)	36
7.2.6 Courbure résiduelle	36
7.2.7 Hauteur de bavure	36
7.3 Caractéristiques technologiques	36
7.3.1 Masse volumique.....	36
7.3.2 Facteur de foisonnement	36
7.3.3 Susceptibilité à la déchirure d'une bande.....	36
7.3.4 Contraintes internes	36
7.3.5 Résistance d'isolement de surface.....	36
8 Contrôle et essais.....	37
8.1 Généralités	37
8.2 Choix des échantillons d'essai	37
8.3 Préparation des éprouvettes d'essai	37
8.3.1 Propriétés magnétiques	37
8.3.2 Caractéristiques géométriques et tolérances	38
8.3.3 Caractéristiques technologiques	38
8.4 Méthodes d'essai	38
8.4.1 Généralités	38
8.4.2 Propriétés magnétiques	39
8.4.3 Caractéristiques géométriques et tolérances	39
8.4.4 Caractéristiques technologiques	39
8.5 Essais répétés	40
9 Marquage, étiquetage et emballage	40

10 Réclamations.....	40
11 Informations à fournir par l'acheteur	40
12 Informations à fournir par le fabricant	41
Annexe A (informative) Propriétés magnétiques non spécifiées	42
Annexe B (normative) Méthode d'essai pour la détermination du facteur de foisonnement des bandes en alliage amorphe à base de fer	43
B.1 Généralités	43
B.2 Eprouvette d'essai	43
B.3 Procédure de mesure.....	44
B.4 Reproductibilité.....	45
 Figure B.1 – Schéma d'une éprouvette empilée et d'un dispositif de mesure linéaire, vue de côté (a) et vue de dessus (b)	 44
 Tableau 1 – Propriétés technologiques et propriétés magnétiques des qualités conventionnelles des bandes en alliage amorphe à base de fer	 33
Tableau 2 – Propriétés technologiques et propriétés magnétiques des qualités à haute perméabilité des bandes en alliage amorphe à base de fer	34
Tableau 3 – Tolérances de largeur nominale des bandes en alliage amorphe à base de fer.....	35
Tableau 4 – Code de ductilité et nombre de zones fragiles des bandes en alliage amorphe à base de fer	36
Tableau A.1 – Propriétés magnétiques non spécifiées des bandes en alliage amorphe à base de fer	42

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –

Partie 8-11: Spécifications pour matériaux particuliers – Bandes en alliage amorphe à base de fer livrées à l'état semi-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 et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60404-8-11 a été établie par le comité d'études 68 de l'IEC: Matériaux magnétiques tels qu'alliages et aciers.

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

CDV	Rapport de vote
68/571/CDV	68/585A/RVC

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette Norme internationale.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60404, publiées sous le titre général *Matériaux magnétiques*, peut être consultée 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 "<http://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

Le métal amorphe à base de fer est considéré comme un matériau prometteur pour réduire les pertes énergétiques dans les noyaux de transformateur et, par conséquent, lutter contre le réchauffement climatique.

Le métal amorphe à base de fer est produit par un procédé de solidification rapide par coulée continue. La bande est destinée en premier lieu à la construction de noyaux enroulés de transformateurs pour les applications commerciales aux fréquences industrielles (50 Hz et 60 Hz).

Après un traitement thermique adéquat, la bande présente des pertes totales massiques relativement faibles par rapport à la tôle magnétique à grains orientés pour des applications identiques. Cela est lié aux faibles pertes par hystérésis dues à la faible anisotropie magnétique, ainsi qu'aux faibles pertes par courants de Foucault du fait de la résistivité élevée et de la faible épaisseur du matériau.

MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –

Partie 8-11: Spécifications pour matériaux particuliers – Bandes en alliage amorphe à base de fer livrées à l'état semi-fini

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60404 définit les critères de qualité des bandes en alliage amorphe à base de fer livrées à l'état semi-fini, c'est-à-dire sans traitement thermique final, d'une épaisseur nominale de 0,025 mm. D'autres épaisseurs nominales comprises entre 0,020 mm et 0,030 mm peuvent être spécifiées sous réserve d'un accord entre le fabricant et l'acheteur, au moment de la consultation et de la commande. Elle définit notamment les exigences générales, les propriétés magnétiques, les caractéristiques géométriques, les tolérances et les caractéristiques technologiques, ainsi que les procédures de contrôle applicables.

Le présent document s'applique aux bandes en alliage amorphe à base de fer produites par solidification rapide, livrées en bobines avec des bords bruts de coulée et destinées à la construction de circuits magnétiques.

Les qualités sont groupées en deux classes:

- les qualités conventionnelles;
- les qualités à haute perméabilité.

Ces qualités correspondent à la Classe I1 de l'IEC 60404-1.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 électrotechnique international – Partie 121: Electromagnétisme*

IEC 60050-221, *Vocabulaire électrotechnique international – Chapitre 221: Magnétisme*

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

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

IEC 60404-16, *Matériaux magnétiques – Partie 16: Méthodes de mesure des propriétés magnétiques des bandes en alliage amorphe à base de fer à l'aide de l'essai sur tôle unique*

ISO 404, *Aciers et produits sidérurgiques – Conditions générales techniques de livraison* (disponible en anglais seulement)

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