

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



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2013 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Liens utiles:

Recherche de publications CEI - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

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

PRICE CODE
CODE PRIX

S

ICS 17.220.20; 29.030

ISBN 978-2-83220-786-4

**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
1 Scope.....	6
2 Normative references.....	6
3 Terms and definitions	6
4 Classification	7
5 Designation	7
6 General requirements	7
6.1 Production process.....	7
6.2 Form of supply.....	7
6.3 Delivery condition	8
6.4 Surface condition.....	8
6.5 Suitability for cutting	8
7 Technical requirements.....	9
7.1 Magnetic properties	9
7.1.1 General	9
7.1.2 Magnetic polarization	9
7.1.3 Specific total loss.....	13
7.1.4 Anisotropy of loss	13
7.2 Geometrical characteristics and tolerances	13
7.2.1 Thickness	13
7.2.2 Width.....	14
7.2.3 Length	14
7.2.4 Edge camber	14
7.2.5 Flatness (wave factor).....	15
7.2.6 Residual curvature	15
7.3 Technological characteristics	15
7.3.1 Density	15
7.3.2 Stacking factor.....	15
7.3.3 Number of bends	15
7.3.4 Internal stresses	15
8 Inspection and testing	15
8.1 General	15
8.2 Selection of samples.....	16
8.3 Preparation of test specimens.....	16
8.3.1 Magnetic properties	16
8.3.2 Geometrical characteristics and tolerances	16
8.3.3 Technological characteristics	17
8.4 Test methods	17
8.4.1 General	17
8.4.2 Magnetic properties	17
8.4.3 Geometrical characteristics and tolerances	18
8.4.4 Technological characteristics	18
8.5 Retests.....	18
9 Marking, labelling and packaging	19
10 Complaints	19
11 Information to be supplied by the purchaser	19

Annex A (informative) Non-specified magnetic properties	20
Annex B (informative) European steel numbers	21
Annex C (informative) Calculation of density values	22
Bibliography	23
 Table 1 – Technological properties and magnetic properties measured by the Epstein method (1 of 2)	 10
Table 2 – Technological properties and magnetic properties measured by the Epstein method for strip and sheet of nominal thickness 0,47 mm for use at 60 Hz only	12
Table 3 – Tolerances on nominal width	14
Table A.1 – Non-specified properties	20
Table B.1 – European steel numbers	21

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.

International Standard IEC 60404-8-4 has been prepared by IEC technical committee 68: Magnetic alloys and steels, in collaboration with ISO technical committee 17: Steel.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1998. It constitutes a technical revision.

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

- Deletion of the dates for all normative references (see Clause 2);
- Introduction of the new grades M210-35A 5 and M230-50A 5 (see Table 1).

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

CDV	Report on voting
68/436/CDV	68/450/RVC

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

This publication 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.

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, 0,50 mm, 0,65 mm and 1,00 mm. In particular, it specifies general requirements, the magnetic properties, geometric characteristics and tolerances, and technological characteristics, as well as the inspection procedure.

This standard gives in Table 2 the magnetic properties of cold-rolled non-oriented electrical steel strip and sheet of nominal thickness 0,47 mm for use at 60 Hz only.

This standard applies to materials supplied in the fully annealed condition intended for the construction of magnetic circuits. It does not apply to semi-processed material.

These magnetic materials correspond to class C.21 of IEC 60404-1.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary* (available at <<http://www.electropedia.org>>)

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

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

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

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*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions relating to magnetic properties given in IEC 60050-121 and IEC 60050-221 and the following apply.

3.1

edge camber

greatest distance between a longitudinal edge of the sheet and the line joining the two extremities of the measured length of this edge

3.2

flatness

property of a sheet or a length of strip which is characterized by the wave factor, i.e. by the relation of the height of the wave to its length

3.3

number of bends

number of alternate bends possible before the appearance in the base metal of the first crack visible to the naked eye

Note 1 to entry: The number of bends constitutes an indication of the ductility of the material.

3.4

internal stresses

deviation from the shearing line due to internal stresses

4 Classification

The grades covered by this standard are classified according to the value of maximum specific total loss in watts per kilogram at 1,5 T and according to the nominal thickness of the material (0,35 mm, 0,47 mm, 0,50 mm, 0,65 mm and 1,00 mm).

5 Designation

The steel name comprises the following in the order given:

- a) the letter M for electrical steel;
- b) one hundred times the specified value of the maximum specific total loss, in watts per kilogram, at 1,5 T and 50 Hz for the materials given in Table 1 and at 1,5 T and 60 Hz for the materials given in Table 2 and corresponding to the nominal product thickness;
- c) one hundred times the nominal thickness of the material, in millimetres;
- d) the characteristic letter A for cold-rolled non-oriented electrical strip or sheet supplied in the fully processed state;
- e) one tenth of the frequency at which the maximum specific total loss is specified, i.e. 5 or 6.

EXAMPLE M250-35A 5 for cold-rolled non-oriented electrical steel strip or sheet with a maximum specific total loss of 2,50 W/kg at 1,5 T and 50 Hz, a nominal thickness of 0,35 mm, supplied in the fully-processed state.

NOTE The corresponding steel numbers used in the European standard are given in Annex B.

6 General requirements

6.1 Production process

The production process of the steel and its chemical composition are left to the discretion of the manufacturer.

6.2 Form of supply

The material is supplied in coils in the case of strip and in bundles in the case of sheets.

The mass of coils or bundles of sheets shall be agreed at the time of ordering.

The recommended value for the internal diameter of coils is 508 mm or 610 mm.

Strip shall be of constant width and wound in such a manner that the side faces of the coil are substantially flat.

Coils shall be sufficiently tightly wound in order that they do not collapse under their own weight.

Strip can occasionally exhibit welds or interleaves resulting from the removal of defective zones, subject to prior agreement between the parties. If necessary, marking of welds or interleaves may be agreed at the time of ordering.

For coils containing welds or interleaves, each part of the strip shall be of the same grade.

The edges of parts welded together shall not be so much out of alignment as to affect the further processing of the material.

Sheets which make up each bundle shall be stacked so that the side faces are substantially flat, and approximately perpendicular to the top face.

6.3 Delivery condition

The material may be supplied either without insulation or with insulation on one or both sides. If the material is supplied with insulation, the nature of the insulation, its properties, and the stacking factor and their verification shall be agreed at the time of ordering.

6.4 Surface condition

The surfaces shall be smooth and clean, free from grease and rust¹. Dispersed defects such as scratches, blisters, cracks, etc. are permitted if they are within the limits of thickness tolerances, and if they are not detrimental to the correct use of the supplied material.

When an insulation coating is present on the surface of the material, it shall be sufficiently adherent so that it does not become detached during cutting operations. During the alternating bend test (see 8.4.4.2), the coating shall not become detached after a bend of 90°. If the coating becomes detached during the test, the piece from which the sample was taken shall be subjected to a shearing test. During this test, it shall not be admissible for large pieces of the coating to become detached. However, some slight chipping of this coating at the sheared edges shall be tolerated.

6.5 Suitability for cutting

The material shall be able to be cut or punched without causing premature wear of tools; it shall be able to be cut at any point and into the usual shapes, thus ensuring accurate working with the correct cutting tools. If there are special requirements with regard to a suitability test for cutting or punching, these shall be established by agreement between the manufacturer and the purchaser.

¹ This should not be confused with some coloration of the insulation coating inherent to the manufacturing process.

7 Technical requirements

7.1 Magnetic properties

7.1.1 General

The properties defined in 7.1.2 to 7.1.4 are applicable to products in the delivery conditions defined in 6.3. For coated products, the mass of the insulation coating shall be taken into account.

7.1.2 Magnetic polarization

The minimum specified values of magnetic polarization for magnetic field strengths H of 2 500 A/m, 5 000 A/m and 10 000 A/m (expressed as a peak value) shall be as given in Table 1.

The magnetic polarization shall be determined in an alternating magnetic field at 50 Hz or 60 Hz.

Table 1 – Technological properties and magnetic properties measured by the Epstein method (1 of 2)

Steel name	Nominal thickness mm	Maximum specific total loss at 1,5 T W/kg		Minimum magnetic polarization ^a in an alternating magnetic field for a magnetic field strength T			Maximum anisotropy of loss	Minimum stacking factor	Minimum number of bends	Conventional density ^c kg/dm ³
		at 50 Hz	at 60 Hz ^b	2 500 A/m	5 000 A/m	10 000 A/m				
M210-35A 5	0,35	2,10	2,65	1,49	1,60	1,70	±17	0,95	2	7,60
M230-35A 5		2,30	2,90	1,49	1,60	1,70	±17		2	7,60
M235-35A 5		2,35	2,97	1,49	1,60	1,70	±17		2	7,60
M250-35A 5		2,50	3,14	1,49	1,60	1,70	±17		2	7,60
M270-35A 5		2,70	3,36	1,49	1,60	1,70	±17		2	7,65
M300-35A 5		3,00	3,74	1,49	1,60	1,70	±17		3	7,65
M330-35A 5		3,30	4,12	1,49	1,60	1,70	±17		3	7,65
M360-35A 5		3,60	4,55	1,49	1,60	1,70	±17		3	7,65
M230-50A 5	0,50	2,30	2,95	1,49	1,60	1,70	±17	0,96	2	7,60
M250-50A 5		2,50	3,21	1,49	1,60	1,70	±17		2	7,60
M270-50A 5		2,70	3,47	1,49	1,60	1,70	±17		2	7,60
M290-50A 5		2,90	3,71	1,49	1,60	1,70	±17		2	7,60
M310-50A 5		3,10	3,95	1,49	1,60	1,70	±14		3	7,65
M330-50A 5		3,30	4,20	1,49	1,60	1,70	±14		3	7,65
M350-50A 5		3,50	4,45	1,50	1,60	1,70	±12		5	7,65
M400-50A 5		4,00	5,10	1,53	1,63	1,73	±12		5	7,70
M470-50A 5		4,70	5,90	1,54	1,64	1,74	±10		10	7,70
M530-50A 5		5,30	6,66	1,56	1,65	1,75	±10		10	7,70
M600-50A 5		6,00	7,53	1,57	1,66	1,76	±10		10	7,75
M700-50A 5		7,00	8,79	1,60	1,69	1,77	±10		10	7,80
M800-50A 5		8,00	10,06	1,60	1,70	1,78	±10		10	7,80
M940-50A 5		9,40	11,84	1,62	1,72	1,81	±8		10	7,85
M1000-50A 5		10,00	12,60	1,62	1,72	1,81	±8		10	7,85

Table 1 (2 of 2)

Steel name	Nominal thickness mm	Maximum specific total loss at 1,5 T W/kg		Minimum magnetic polarization ^a in an alternating magnetic field for a magnetic field strength T				Maximum anisotropy of loss	Minimum stacking factor	Minimum number of bends	Conventional density ^c kg/dm ³
		at 50 Hz	at 60 Hz ^b	2 500 A/m	5 000 A/m	10 000 A/m					
M310-65A 5	0,65	3,10	4,08	1,49	1,60	1,70	±15	0,97		2	7,60
M330-65A 5		3,30	4,30	1,49	1,60	1,70	±15			2	7,60
M350-65A 5		3,50	4,57	1,49	1,60	1,70	±14			2	7,60
M400-65A 5		4,00	5,20	1,52	1,62	1,72	±14			2	7,65
M470-65A 5		4,70	6,13	1,53	1,63	1,73	±12			5	7,65
M530-65A 5		5,30	6,84	1,54	1,64	1,74	±12			5	7,70
M600-65A 5		6,00	7,71	1,56	1,66	1,76	±10			10	7,75
M700-65A 5		7,00	8,98	1,57	1,67	1,76	±10			10	7,75
M800-65A 5		8,00	10,26	1,60	1,70	1,78	±10			10	7,80
M1000-65A 5		10,00	12,77	1,61	1,71	1,80	±10			10	7,80
M600-100A 5	1,00	6,00	8,14	1,53	1,63	1,72	±10	0,98		2	7,60
M700-100A 5		7,00	9,38	1,54	1,64	1,73	±8			3	7,65
M800-100A 5		8,00	10,70	1,56	1,66	1,75	±6			5	7,70
M1000-100A 5		10,00	13,39	1,58	1,68	1,76	±6			10	7,80
M1300-100A 5		13,00	17,34	1,60	1,70	1,78	±6			10	7,80
^a It has been common practice for many years to give values of magnetic flux density. In fact, the Epstein frame is used to determine magnetic polarization (intrinsic flux density) which is defined as follows: where J is the magnetic polarization; B is the magnetic flux density; μ_0 is the magnetic constant: $4\pi \times 10^{-7}$ H m ⁻¹ ; H is the magnetic field strength; in accordance with IEC 60050-121. ^b Only for information. ^c Other values may be agreed between the manufacturer and the purchaser, see Annex C.											

**Table 2 – Technological properties and magnetic properties measured by the Epstein method
for strip and sheet of nominal thickness 0,47 mm for use at 60 Hz only**

Steel name	Nominal thickness mm	Maximum specific total loss at 1,5 T W/kg		Minimum magnetic polarization ^a in an alternating magnetic field for a magnetic field strength T				Maximum anisotropy of loss	Minimum stacking factor	Minimum number of bends	Conventional density ^c kg/dm ³
		at 50 Hz ^b	at 60 Hz	2 500 A/m	5 000 A/m	10 000 A/m					
M370-47A 6		2,92	3,70	1,49	1,60	1,70		±18		2	7,65
M380-47A 6		3,00	3,80	1,49	1,60	1,70		±14		3	7,65
M408-47A 6		3,22	4,08	1,49	1,60	1,70		±14		3	7,65
M419-47A 6		3,31	4,19	1,49	1,60	1,70		±14		3	7,70
M452-47A 6	0,47	3,57	4,52	1,50	1,60	1,70		±14	0,96	5	7,70
M507-47A 6		4,01	5,07	1,51	1,61	1,71		±14		5	7,70
M638-47A 6		5,04	6,38	1,54	1,64	1,74		±12		10	7,75
M836-47A 6		6,60	8,36	1,58	1,68	1,77		±12		10	7,80
M990-47A 6		7,82	9,90	1,58	1,68	1,77		±12		10	7,80

^a It has been common practice for many years to give values of magnetic flux density. In fact the Epstein frame is used to determine magnetic polarization (intrinsic flux density) which is defined as follows:

$$J = B - \mu_0 H$$

where
 J is the magnetic polarization;
 B is the magnetic flux density;
 μ_0 is the magnetic constant: $4\pi \times 10^{-7} \text{ H m}^{-1}$;
 H is the magnetic field strength;
in accordance with IEC 60050-121.

^b Only for information.

^c Other values may be agreed between the manufacturer and the purchaser, see Annex C.

7.1.3 Specific total loss

The specified values of maximum specific total loss at 50 Hz shall be as given in Table 1. They apply:

- for the nominal thicknesses 0,35 mm, 0,50 mm and 0,65 mm to aged or non-aged test pieces (see 8.3.1);
- for the nominal thickness 1,00 mm to non-aged test pieces.

Table 2 gives the specified values of maximum specific total loss at 60 Hz for products of 0,47 mm nominal thickness.

In certain cases, the specified value of maximum specific total loss can be made the subject of agreement for longitudinal test pieces only or for transverse test pieces only.

The values of the specific total loss are specified for a magnetic polarization of 1,5 T.

The test shall be made in an alternating magnetic field at 50 Hz or at 60 Hz.

NOTE Annex A gives non-specified values of the maximum specific total loss for a magnetic polarization of 1,0 T at 50 Hz.

7.1.4 Anisotropy of loss

The maximum permitted values of the anisotropy of loss at a polarization of 1,5 T shall be as specified in Tables 1 and 2.

A requirement concerning the declaration of the measured value of the anisotropy of loss may be specified by agreement when ordering.

7.2 Geometrical characteristics and tolerances

7.2.1 Thickness

The nominal thicknesses of the material are 0,35 mm, 0,50 mm, 0,65 mm and 1,00 mm.

The nominal thickness of 0,47 mm for use at 60 Hz only is also given in Table 2.

For thickness tolerance, a distinction is made between

- the allowable tolerance on the nominal thickness within the same acceptance unit;
- the difference in thickness in a sheet or in a length of strip in a direction parallel to the direction of rolling;
- the difference in thickness in a direction perpendicular to the direction of rolling. This tolerance applies only to materials with a width greater than 150 mm.

The allowable tolerance on the nominal thickness within the same acceptance unit shall be $\pm 8\%$ of the nominal value for the nominal thicknesses 0,35 mm, 0,47 mm and 0,50 mm, and $\pm 6\%$ of the nominal value for the nominal thicknesses 0,65 mm and 1,00 mm. The additional thickness due to welds, with respect to the measured thickness of the steel strip or sheet, shall not exceed 0,10 mm.

The difference in thickness in a sheet or in a length of strip (see 8.3.2) in a direction parallel to the direction of rolling shall not exceed 8 % for nominal thicknesses 0,35 mm, 0,47 mm and 0,50 mm, and 6 % for nominal thicknesses 0,65 mm and 1,00 mm.

The difference in thickness in a direction perpendicular to the direction of rolling shall not exceed 0,020 mm for nominal thicknesses of 0,35 mm, 0,47 mm and 0,50 mm, and 0,030 mm

for the nominal thicknesses of 0,65 mm and 1,00 mm, the measurements being made at least 30 mm from the edges (see 8.4.3.1). These tolerances apply only to materials with a width greater than 150 mm. For narrow strips, other agreements may be reached.

7.2.2 Width

The available nominal widths are less than or equal to 1 250 mm.

For the width tolerances, a distinction is made between material supplied with edges in the as-rolled condition and material delivered with trimmed edges.

For materials supplied with trimmed edges, the tolerances of Table 3 shall apply.

Table 3 – Tolerances on nominal width

Nominal width l mm	Tolerances ^a mm
$l \leq 150$	+0,2 0
$150 < l \leq 300$	+0,3 0
$300 < l \leq 600$	+0,5 0
$600 < l \leq 1\,000$	+1,0 0
$1\,000 < l \leq 1\,250$ ^b	+1,5 0
^a By agreement when ordering, the tolerances on the nominal width can all be minus values. ^b Nominal widths $> 1\,250$ mm may be delivered. In this case the tolerance should be agreed between the manufacturer and purchaser at the time of enquiry and order.	

For materials supplied with as-rolled edges, the tolerances on nominal width should be the subject of agreement when ordering.

7.2.3 Length

The tolerance on length for sheets in relation to length ordered shall be $^{+0,5}_0\%$, but with a maximum of +6 mm.

7.2.4 Edge camber

The verification of edge camber applies only to material supplied with trimmed edges, and having a width greater than 30 mm.

The edge camber shall not exceed for a measuring length of 2 m:

- 2,0 mm for a nominal width $l > 150$ mm;
- 4,0 mm for a nominal width l , so that $30 \text{ mm} < l \leq 150 \text{ mm}$.

7.2.5 Flatness (wave factor)

The verification of flatness does not apply to material of width less than or equal to 100 mm. The wave factor (see 8.4.3.4), expressed as a percentage, shall not exceed 2.

7.2.6 Residual curvature

The verification of residual curvature does not apply to material of width less than or equal to 100 mm.

A requirement concerning residual curvature can be specified by agreement when ordering; in this case, the distance between the bottom edge of the test specimen and the supporting plate shall not exceed 35 mm for the products of nominal thicknesses 0,35 mm, 0,47 mm, 0,50 mm and 0,65 mm. For the nominal thickness 1,00 mm, this distance shall be subject to an agreement between the manufacturer and the purchaser.

7.3 Technological characteristics

7.3.1 Density

The density of the material is not specified.

The conventional values of density of the material are given in Tables 1 and 2. They shall be used to calculate the magnetic properties and the stacking factor, unless otherwise agreed (see Tables 1 and 2, footnote c).

7.3.2 Stacking factor

The minimum values shall be as specified in Tables 1 and 2, and only apply to non-insulated material.

7.3.3 Number of bends

The minimum number of bends shall be as specified in Tables 1 and 2. The values apply to test specimens cut perpendicular to the direction of rolling.

7.3.4 Internal stresses

The material shall be, as far as possible, free from internal stress.

The verification of internal stresses does not apply to materials of width less than or equal to 150 mm. The measured gap shall not exceed 2 mm (see 8.3.3.3).

8 Inspection and testing

8.1 General

The material defined by this standard can be ordered with or without specific inspection in accordance with ISO 404. However, as a dispensation from ISO 404, in the case of an order without specific inspection, the manufacturer shall supply a certificate giving the specific total loss of the supplied material.

In the case of an order with specific inspection, the type of inspection document in accordance with ISO 10474 shall be specified when ordering. In this case, the delivery is divided into acceptance units.

Each acceptance unit shall comprise 20 tonnes or the remaining fraction thereof of the same grade and the same nominal thickness. Different acceptance units can be adopted by special agreement.

For coils of more than 20 tonnes, each coil shall constitute an acceptance unit.

Except by special agreement, the same rules apply to the inspection of internal stresses, suitability for cutting, adherence of surface insulation coating and tolerances on shape and dimensions.

When the products are delivered in the form of slit coils, the test results applying to the parent unit of acceptance shall apply.

8.2 Selection of samples

Test samples shall be taken from each acceptance unit.

The first internal turn and the last external turn of the coil shall be considered as wrapping and not representative of the quality of the remainder of the coil; the selection shall be made from the first external or internal turns excluding the wrapping turn and outside any welding zones or interleaves.

In the case of sheets, the selection shall be made preferably from the upper part of the bundle.

By choosing a suitable order for the execution of the tests, the same sample shall serve to check the various properties.

8.3 Preparation of test specimens

8.3.1 Magnetic properties

For the measurement of magnetic polarization and specific total loss, the test specimen for the 25 cm Epstein frame shall consist of a minimum of 16 Epstein test strips having the following dimensions:

- length: 280 mm to 320 mm, the lengths being equal within a tolerance of $\pm 0,5$ mm;
- width: 30 mm $\pm 0,2$ mm.

Half the test strips shall be cut parallel to the direction of rolling and the other half perpendicular, giving an even distribution across the width of the material. The test strips shall be carefully cut without deformation. Cutting or punching shall be carried out only with well-sharpened tools. The maximum tolerance between the direction of cutting in relation to the specified direction shall be $\pm 5^\circ$.

When the width of the material is insufficient for a sampling of test strips to be taken across the width, the test strips shall be taken in the direction of rolling only.

In the case of measurement of specific total loss on aged test pieces, these shall be heated at $(225 \pm 5)^\circ\text{C}$ for a duration of 24 h and shall be cooled to ambient temperature. Other ageing treatment conditions can also be used by agreement between the manufacturer and the purchaser.

8.3.2 Geometrical characteristics and tolerances

For the measurement of thickness, width, flatness, and edge camber, the test specimen shall consist of a sheet or a 2 m length of strip.

For the measurement of residual curvature, the test specimen shall consist of a sample 500 mm in length and of width equal to the delivery width of the strip or sheet.

8.3.3 Technological characteristics

8.3.3.1 Stacking factor

The test specimen shall consist of at least 16 strips of the same size; in case of dispute, the test shall be made with 100 strips. They shall have a width of at least 20 mm and a surface area of at least 5 000 mm², their widths being equal within a tolerance of $\pm 0,2$ mm, as well as their lengths. The test strips shall be carefully deburred before the test.

Epstein test strips may be used for this test (see IEC 60404-2 and IEC 60404-13).

8.3.3.2 Number of bends

Two test specimens at least 20 mm wide shall be cut perpendicular to the direction of rolling of the sheet, at a distance of at least 40 mm from the edge and from the middle, and outside any welding zones.

If the width of the material is not great enough for transverse test specimens of the prescribed length to be taken, the test specimens shall be taken in the direction of rolling. In this case, the values of Tables 1 and 2 also apply.

The test specimens shall be carefully cut, without deformation.

8.3.3.3 Internal stresses

The test specimen shall consist of a sheet or a length of strip of 1 m.

8.4 Test methods

8.4.1 General

For each specified property, one test shall be carried out per acceptance unit. Unless otherwise specified, the tests shall be made at a temperature of (23 ± 5) °C.

8.4.2 Magnetic properties

8.4.2.1 Magnetic polarization and specific total loss

The test shall be made using a 25 cm Epstein frame in accordance with IEC 60404-2.

As an alternative to the Epstein method, the single sheet tester described in IEC 60404-3 may be used by agreement between the manufacturer and purchaser. In this case, the specified values to be obtained with the single sheet tester may be different from those in Tables 1 and 2 and may be subject to agreement.

8.4.2.2 Anisotropy of loss

Two measurements of the loss in watts per kilogram shall be made, one on 16 Epstein test strips taken perpendicular to the direction of rolling, and one on 16 Epstein test strips taken parallel to the direction of rolling.

The anisotropy of the loss T (in percent) is calculated according to the following equation:

$$T = \frac{P_1 - P_2}{P_1 + P_2} \times 100 \quad (1)$$

where

P_1 is the loss, in watts per kilogram, perpendicular to the direction of rolling;

P_2 is the loss, in watts per kilogram, parallel to the direction of rolling.

8.4.3 Geometrical characteristics and tolerances

8.4.3.1 Thickness

The measurement of thickness shall be made at any point located more than 30 mm from the edges. For materials of width less than 60 mm, the measurement of thickness shall be made along the longitudinal axis of the sheet. This measurement shall be made using a micrometer with an accuracy of 0,001 mm.

8.4.3.2 Width

The width shall be measured perpendicular to the longitudinal axis of the product.

8.4.3.3 Edge camber

The edge camber shall be determined in accordance with IEC 60404-9.

8.4.3.4 Flatness (wave factor)

The wave factor shall be determined in accordance with IEC 60404-9.

8.4.3.5 Residual curvature

The residual curvature in the longitudinal direction of the strip shall be determined in accordance with IEC 60404-9.

8.4.4 Technological characteristics

8.4.4.1 Stacking factor

The stacking factor shall be measured in accordance with IEC 60404-13.

8.4.4.2 Number of bends

The test consists of bending the test specimen through 90° alternately to each side of its initial position, following the method of bending defined by ISO 7799. The radius of bending chosen shall be 5 mm.

A bend of 90° from the initial position with return to the initial position counts as one bend.

The test shall be stopped on the appearance in the base metal of the first crack visible to the naked eye. The last bend shall not be counted.

8.4.4.3 Internal stresses

The internal stresses shall be determined in accordance with IEC 60404-9.

8.5 Retests

When a test does not give the specified result, this test shall be repeated on double the number of test specimens from other sheets of the acceptance unit or on other strips from coils. The delivery shall be considered to conform with the order if all results of additional tests are in accordance with the requirements of this standard.

After re-treatment, the manufacturer has the right to present again for test the acceptance units which had not been found to comply with the order.

9 Marking, labelling and packaging

Marking, labelling and packaging of the products may be agreed at the time of ordering.

10 Complaints

Internal or external defects shall justify a complaint only if they are clearly prejudicial to the method of working or the judicious use of the material.

The purchaser shall give the manufacturer the opportunity of convincing himself of the fairness of the claim by presenting the material in dispute and evidence for the complaint.

In all cases, the terms and conditions of complaints shall be made in accordance with ISO 404.

11 Information to be supplied by the purchaser

For materials to comply adequately with the requirements of this standard, the purchaser shall include the following information in his enquiry or order:

- a) quantity;
- b) type of product (strip or sheet);
- c) number of this standard (IEC 60404-8-4);
- d) name or number of the steel (see Clause 5);
- e) dimensions of strip or sheets required (including any limitations on the external diameter of a coil) (see 6.2 and 7.2.2);
- f) any limitation on the mass of a coil or a bundle of sheets (see 6.2);
- g) any special requirements for marking of welds or interleaves (see 6.2);
- h) any requirement for insulation and its classification (see 6.3);
- i) the inspection procedure required including the nature of the related documents (see 8.1);
- j) any special requirement about single sheet testing (see 8.4.2.1);
- k) any special requirement regarding the thickness measurement and tolerance across the width of narrow strip (see 7.2.1 and 8.4.3.1).

Annex A (informative)

Non-specified magnetic properties

Table A.1 gives the non-specified magnetic properties.

Table A.1 – Non-specified properties

Steel name	Maximum specific total loss at 1,0 T and 50 Hz W/kg
M210-35A 5	0,90
M230-35A 5	0,95
M235-35A 5	0,95
M250-35A 5	1,00
M270-35A 5	1,10
M300-35A 5	1,20
M330-35A 5	1,30
M360-35A 5	1,45
M230-50A 5	1,00
M250-50A 5	1,05
M270-50A 5	1,10
M290-50A 5	1,15
M310-50A 5	1,25
M330-50A 5	1,35
M350-50A 5	1,50
M400-50A 5	1,70
M470-50A 5	2,00
M530-50A 5	2,30
M600-50A 5	2,60
M700-50A 5	3,00
M800-50A 5	3,60
M940-50A 5	4,20
M1000-50A 5	4,40
M310-65A 5	1,25
M330-65A 5	1,35
M350-65A 5	1,50
M400-65A 5	1,70
M470-65A 5	2,00
M530-65A 5	2,30
M600-65A 5	2,60
M700-65A 5	3,00
M800-65A 5	3,60
M1000-65A 5	4,40
M600-100A 5	2,60
M700-100A 5	3,00
M800-100A 5	3,60
M1000-100A 5	4,40
M1300-100A 5	5,80

Annex B (informative)

European steel numbers

Table B.1 gives the steel numbers of the corresponding steel grades of the European standard EN 10106:2007.

Table B.1 – European steel numbers

Steel name	Steel number
M235-35A 5	1.0890
M250-35A 5	1.0800
M270-35A 5	1.0801
M300-35A 5	1.0803
M330-35A 5	1.0804
M250-50A 5	1.0891
M270-50A 5	1.0806
M290-50A 5	1.0807
M310-50A 5	1.0808
M330-50A 5	1.0809
M350-50A 5	1.0810
M400-50A 5	1.0811
M470-50A 5	1.0812
M530-50A 5	1.0813
M600-50A 5	1.0814
M700-50A 5	1.0815
M800-50A 5	1.0816
M940-50A 5	1.0817
M310-65A 5	1.0892
M330-65A 5	1.0819
M350-65A 5	1.0820
M400-65A 5	1.0821
M470-65A 5	1.0823
M530-65A 5	1.0824
M600-65A 5	1.0825
M700-65A 5	1.0826
M800-65A 5	1.0827
M1000-65A 5	1.0829
M600-100A 5	1.0893
M700-100A 5	1.0894
M800-100A 5	1.0895
M1000-100A 5	1.0896
M1300-100A 5	1.0897

Annex C (informative)

Calculation of density values

The following equation which is in accordance with ASTM A 34/A34M may be used for the calculation of density values on agreement between the manufacturer and the purchaser (see Tables 1 and 2, footnote c):

$$\rho = [7,865 - 0,065 \times (C_{\text{Si}} + 1,7C_{\text{Al}})] \quad (\text{C.1})$$

where

ρ is the numerical value of the calculated density, expressed in kg/dm³;

C_{Si} is the numerical value of the silicon content, expressed as a mass fraction in percentage (%);

C_{Al} is the numerical value of the aluminium content, expressed as a mass fraction in percentage (%).

Bibliography

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

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

ASTM A34/A34M, *Standard Practice for Sampling and Procurement Testing of Magnetic Materials*

EN 10106:2007, *Cold rolled non-oriented electrical steel sheet and strip delivered in the fully processed state*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	26
1 Domaine d'application	28
2 Références normatives	28
3 Termes et définitions	29
4 Classification	29
5 Désignation	29
6 Exigences générales.....	30
6.1 Procédé d'élaboration	30
6.2 Mode de livraison	30
6.3 Etat de livraison	30
6.4 Etat de surface	30
6.5 Aptitude au découpage	31
7 Exigences techniques	31
7.1 Caractéristiques magnétiques	31
7.1.1 Généralités	31
7.1.2 Polarisation magnétique.....	31
7.1.3 Pertes totales spécifiques	35
7.1.4 Anisotropie des pertes	35
7.2 Caractéristiques géométriques et tolérances	35
7.2.1 Epaisseur	35
7.2.2 Largeur.....	36
7.2.3 Longueur	36
7.2.4 Rectitude	36
7.2.5 Planéité (facteur d'ondulation).....	37
7.2.6 Courbure résiduelle.....	37
7.3 Caractéristiques technologiques	37
7.3.1 Masse volumique	37
7.3.2 Facteur de foisonnement	37
7.3.3 Nombre de pliages.....	37
7.3.4 Tensions internes	37
8 Contrôle et essais	37
8.1 Généralités.....	37
8.2 Prélèvement des échantillons	38
8.3 Préparation des éprouvettes	38
8.3.1 Caractéristiques magnétiques	38
8.3.2 Caractéristiques géométriques et tolérances	38
8.3.3 Caractéristiques technologiques.....	39
8.4 Méthodes d'essais	39
8.4.1 Généralités	39
8.4.2 Caractéristiques magnétiques	39
8.4.3 Caractéristiques géométriques et tolérances	40
8.4.4 Caractéristiques technologiques.....	40
8.5 Contre-essais	40
9 Marquage, étiquetage et emballage.....	41
10 Réclamations.....	41
11 Informations à fournir par l'acheteur	41

Annexe A (informative) Caractéristiques magnétiques non spécifiées	42
Annexe B (informative) Désignation numérique européenne des aciers.....	43
Annexe C (informative) Calcul des valeurs de la masse volumique	44
Bibliographie	45
 Tableau 1 – Caractéristiques technologiques et caractéristiques magnétiques mesurées par la méthode Epstein (1 de 2).....	 32
Tableau 2 – Caractéristiques technologiques et caractéristiques magnétiques mesurées par la méthode Epstein pour les bandes et tôles d'épaisseur nominale 0,47 mm pour utilisation à 60 Hz seulement.....	 34
Tableau 3 – Tolérances sur la largeur nominale.....	36
Tableau A.1 – Caractéristiques non spécifiées	42
Tableau B.1 – Désignations numériques européennes des aciers	43

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 (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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 des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI 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 la CEI. La CEI 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI 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 60404-8-4 a été établie par le comité d'études 68 de la CEI: Matériaux magnétiques tels qu'alliages et aciers, en collaboration avec le comité technique ISO 17: Acier.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1998. Cette édition constitue une révision technique.

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

- Suppression des dates pour toutes les références normatives (voir Article 2);
- Introduction des nouvelles nuances M210-35A 5 et M230-50A 5 (voir Tableau 1).

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
68/436/CDV	68/450/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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60404, publiées sous le titre général *Matériaux magnétiques*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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 la CEI 60404 définit les nuances de bandes et tôles magnétiques en acier à grains non orientés, laminées à froid, d'épaisseur nominale 0,35 mm, 0,50 mm, 0,65 mm et 1,00 mm. Elle spécifie en particulier les exigences générales, les caractéristiques magnétiques, les caractéristiques géométriques et les tolérances, les caractéristiques technologiques ainsi que les procédures de contrôle.

La présente norme donne, dans le Tableau 2, les caractéristiques magnétiques des bandes et tôles magnétiques en acier à grains non orientés, laminées à froid, d'épaisseur nominale 0,47 mm, pour utilisation à 60 Hz seulement.

La présente norme est applicable aux produits livrés après recuit final destinés à la construction de circuits magnétiques. Elle ne s'applique pas aux produits livrés à l'état semi-fini.

Ces produits correspondent à la classe C.21 de la CEI 60404-1.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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).

CEI 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Electrotechnique International* (disponible à l'adresse <<http://www.electropedia.org>>)

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

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

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

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*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions relatifs aux caractéristiques magnétiques de la CEI 60050-121 et de la CEI 60050-221, ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

rectitude

écart le plus grand entre une rive longitudinale de la tôle et la droite reliant les deux extrémités de la section de mesure correspondant à cette rive

3.2

planéité

propriété d'une tôle ou d'une longueur de bande qui est caractérisée par le facteur d'ondulation, c'est-à-dire le rapport de la hauteur de l'ondulation à sa longueur

3.3

nombre de pliages

nombre de pliages alternés possibles avant l'apparition de la première fissure visible à l'œil nu dans le métal de base

Note 1 à l'article: Le nombre de pliages constitue un indice pour l'appréciation de la ductilité de la tôle.

3.4

tensions internes

écart par rapport à la ligne de cisailage dû aux tensions internes

4 Classification

Les nuances couvertes dans la présente norme sont classées d'après la valeur des pertes totales spécifiques maximales en watts par kilogramme à 1,5 T et d'après l'épaisseur nominale du produit (0,35 mm, 0,47 mm, 0,50 mm, 0,65 mm et 1,00 mm).

5 Désignation

La désignation symbolique de l'acier comprend dans l'ordre:

- a) la lettre M pour l'acier magnétique;
- b) le centuple de la valeur spécifiée des pertes totales spécifiques maximales, en watts par kilogramme, à 1,5 T et 50 Hz pour les produits donnés dans le Tableau 1 et à 1,5 T et 60 Hz pour les produits donnés dans le Tableau 2, et correspondant à l'épaisseur nominale du produit;
- c) le centuple de l'épaisseur nominale du produit, en millimètres;
- d) la lettre caractéristique A pour les bandes et tôles magnétiques à grains non orientés, laminées à froid, livrées à l'état fini;
- e) le dixième de la fréquence à laquelle les pertes totales spécifiques maximales sont spécifiées, c'est-à-dire 5 ou 6.

EXEMPLE M250-35A 5 pour une bande ou tôle magnétique à grains non orientés, laminée à froid, avec des pertes totales spécifiques maximales de 2,50 W/kg à 1,5 T et 50 Hz, une épaisseur nominale de 0,35 mm et livrée à l'état fini.

NOTE L'Annexe B donne la désignation numérique des aciers utilisée dans la norme européenne correspondante.

6 Exigences générales

6.1 Procédé d'élaboration

Le procédé d'élaboration du métal et sa composition chimique sont laissés à l'initiative du producteur.

6.2 Mode de livraison

Les produits sont livrés en bobines pour les bandes et en paquets pour les tôles.

Les masses des bobines ou des paquets de tôles doivent faire l'objet d'un accord lors de la commande.

La valeur recommandée pour le diamètre intérieur des bobines est de 508 mm ou 610 mm.

La bande doit être de largeur constante et son enroulement doit être réalisé de façon que les faces latérales de la bobine soient sensiblement planes.

Les bobines doivent être suffisamment serrées à l'enroulement pour qu'elles ne s'affaissent pas sous leur propre masse.

Les bandes peuvent présenter occasionnellement des soudures ou des discontinuités résultant de l'élimination de zones défectueuses, selon accord préalable entre les parties. En cas de besoin, un repérage des soudures ou des discontinuités peut faire l'objet d'un accord à la commande.

Pour les bobines présentant des soudures ou des discontinuités, chaque partie de bande doit appartenir à la même nuance.

Les rives des parties soudées l'une à l'autre ne doivent pas être décalées l'une par rapport à l'autre dans une proportion telle que le traitement ultérieur en soit compromis.

Les tôles constituant chaque paquet doivent être superposées de telle sorte que les faces latérales des paquets soient sensiblement planes et à peu près perpendiculaires à la face supérieure.

6.3 Etat de livraison

Les produits peuvent être livrés soit non isolés, soit isolés sur une ou deux faces. Dans le cas de livraison de produits isolés, la nature de l'isolation, ses propriétés, le facteur de foisonnement de la tôle et leur vérification doivent faire l'objet d'un accord à la commande.

6.4 Etat de surface

Les surfaces doivent être unies et propres, exemptes de graisses et de rouille¹. Des défauts dispersés, tels que stries, soufflures, fissures, etc. sont tolérés s'ils se situent dans les limites des écarts tolérés sur l'épaisseur et s'ils ne sont pas susceptibles de nuire à l'utilisation correcte du produit fourni.

Lorsqu'un revêtement d'isolation est présent sur la surface du produit, il doit être suffisamment adhérent pour ne pas se détacher lors des opérations de découpage. Lors de l'essai de pliage alterné (voir 8.4.4.2), le revêtement ne doit pas se détacher après un pliage à 90°. En cas de décollement du revêtement lors de l'essai, la pièce dans laquelle l'échantillon a été prélevé doit être soumise à un essai de découpage. Au cours de cet essai, le décollement de grands

¹ A ne pas confondre avec certaines colorations de la couche isolante inhérentes au processus de fabrication.

morceaux du revêtement ne doit pas être admis. Cependant, un léger écaillage de ce revêtement au niveau des arêtes de coupe doit être toléré.

6.5 Aptitude au découpage

Les produits doivent pouvoir être découpés ou poinçonnés sans entraîner une usure prématurée des outils; ils doivent pouvoir être coupés en tout point et suivant des formes habituelles, assurant ainsi un travail précis avec des outils de découpage corrects. S'il y a des exigences particulières relatives à un essai d'aptitude au découpage ou au poinçonnage, celles-ci doivent être établies par accord entre le producteur et l'acheteur.

7 Exigences techniques

7.1 Caractéristiques magnétiques

7.1.1 Généralités

Les caractéristiques définies en 7.1.2 à 7.1.4 s'appliquent aux produits dans les conditions de livraison définies en 6.3. Pour les produits revêtus, la masse du revêtement d'isolation doit être prise en compte.

7.1.2 Polarisation magnétique

Les valeurs minimales spécifiées pour la polarisation magnétique dans le cas des intensités de champ magnétique H de 2 500 A/m, 5 000 A/m et 10 000 A/m (exprimées en valeur de crête) doivent être telles que cela est indiqué au Tableau 1.

La polarisation magnétique doit être déterminée en champ magnétique alternatif à 50 Hz ou 60 Hz.

Tableau 1 – Caractéristiques technologiques et caractéristiques magnétiques mesurées par la méthode Epstein (1 de 2)

Désignation symbolique de l'acier	Epaisseur nominale mm	Pertes totales spécifiques maximales à 1,5 T W/kg		à 60 Hz ^b	Polarisation magnétique minimale ^a en champ magnétique alternatif pour une intensité de champ magnétique T			Anisotropie maximale des pertes %	Facteur de foisonnement minimal	Nombre minimal de pliages	Masse volumique conventionnelle ^c kg/dm ³
		à 50 Hz	à 60 Hz		2 500 A/m	5 000 A/m	10 000 A/m				
M210-35A 5	0,35	2,10	2,65	2,95	1,49	1,60	1,70	±17	0,95	2	7,60
M230-35A 5		2,30	2,90		1,49	1,60	1,70	±17		2	7,60
M235-35A 5		2,35	2,97		1,49	1,60	1,70	±17		2	7,60
M250-35A 5		2,50	3,14		1,49	1,60	1,70	±17		2	7,60
M270-35A 5		2,70	3,36		1,49	1,60	1,70	±17		2	7,65
M300-35A 5		3,00	3,74		1,49	1,60	1,70	±17		3	7,65
M330-35A 5		3,30	4,12		1,49	1,60	1,70	±17		3	7,65
M360-35A 5		3,60	4,55		1,49	1,60	1,70	±17		3	7,65
M230-50A 5	0,50	2,30	2,95	2,95	1,49	1,60	1,70	±17	0,96	2	7,60
M250-50A 5		2,50	3,21		1,49	1,60	1,70	±17		2	7,60
M270-50A 5		2,70	3,47		1,49	1,60	1,70	±17		2	7,60
M290-50A 5		2,90	3,71		1,49	1,60	1,70	±17		2	7,60
M310-50A 5		3,10	3,95		1,49	1,60	1,70	±14		3	7,65
M330-50A 5		3,30	4,20		1,49	1,60	1,70	±14		3	7,65
M350-50A 5		3,50	4,45		1,50	1,60	1,70	±12		5	7,65
M400-50A 5		4,00	5,10		1,53	1,63	1,73	±12		5	7,70
M470-50A 5		4,70	5,90		1,54	1,64	1,74	±10		10	7,70
M530-50A 5		5,30	6,66		1,56	1,65	1,75	±10		10	7,70
M600-50A 5		6,00	7,53		1,57	1,66	1,76	±10		10	7,75
M700-50A 5		7,00	8,79		1,60	1,69	1,77	±10		10	7,80
M800-50A 5		8,00	10,06		1,60	1,70	1,78	±10		10	7,80
M940-50A 5		9,40	11,84		1,62	1,72	1,81	±8		10	7,85
M1000-50A 5		10,00	12,60		1,62	1,72	1,81	±8		10	7,85

Tableau 1 (2 de 2)

Désignation symbolique de l'acier	Epaisseur nominale	Pertes totales spécifiques maximales à 1,5 T		Polarisation magnétique minimale ^a en champ magnétique alternatif pour une intensité de champ magnétique T			Anisotropie maximale des pertes	Facteur de foisonnement minimal	Nombre minimal de pliages	Masse volumique conventionnelle ^c
		à 50 Hz	à 60 Hz ^b	2 500 A/m	5 000 A/m	10 000 A/m				
M310-65A 5	0,65	3,10	4,08	1,49	1,60	1,70	±15	0,97	2	7,60
M330-65A 5		3,30	4,30	1,49	1,60	1,70	±15		2	7,60
M350-65A 5		3,50	4,57	1,49	1,60	1,70	±14		2	7,60
M400-65A 5		4,00	5,20	1,52	1,62	1,72	±14		2	7,65
M470-65A 5		4,70	6,13	1,53	1,63	1,73	±12		5	7,65
M530-65A 5		5,30	6,84	1,54	1,64	1,74	±12		5	7,70
M600-65A 5		6,00	7,71	1,56	1,66	1,76	±10		10	7,75
M700-65A 5		7,00	8,98	1,57	1,67	1,76	±10		10	7,75
M800-65A 5		8,00	10,26	1,60	1,70	1,78	±10		10	7,80
M1000-65A 5		10,00	12,77	1,61	1,71	1,80	±10		10	7,80
M600-100A 5	1,00	6,00	8,14	1,53	1,63	1,72	±10	0,98	2	7,60
M700-100A 5		7,00	9,38	1,54	1,64	1,73	±8		3	7,65
M800-100A 5		8,00	10,70	1,56	1,66	1,75	±6		5	7,70
M1000-100A 5		10,00	13,39	1,58	1,68	1,76	±6		10	7,80
M1300-100A 5		13,00	17,34	1,60	1,70	1,78	±6		10	7,80
^a Depuis de nombreuses années, il est courant de donner des valeurs d'induction magnétique. En fait, le cadre Epstein mesure la polarisation magnétique (induction intrinsèque) qui est définie comme suit: $J = B - \mu_0 H$ où J est la polarisation magnétique; B est l'induction magnétique; μ_0 est la constante magnétique: $4\pi \times 10^{-7} \text{ H m}^{-1}$; H est le champ magnétique; conformément à la CEI 60050-121.										
^b Seulement pour information.										
^c D'autres valeurs peuvent faire l'objet d'un accord entre le producteur et l'acheteur, voir Annexe C.										

Tableau 2 – Caractéristiques technologiques et caractéristiques magnétiques mesurées par la méthode Epstein pour les bandes et tôles d'épaisseur nominale 0,47 mm pour utilisation à 60 Hz seulement

Désignation symbolique de l'acier	Epaisseur nominale mm	Pertes totales spécifiques maximales à 1,5 T W/kg		Polarisation magnétique minimale ^a en champ magnétique alternatif pour une intensité de champ magnétique T			Anisotropie maximale des pertes %	Facteur de foisonnement minimal	Nombre minimal de pliages	Masse volumique conventionnelle ^c kg/dm ³		
		à 50 Hz ^b	à 60 Hz	2 500 A/m	5 000 A/m	10 000 A/m						
M370-47A 6	0,47	2,92	3,70	1,49	1,60	1,70	±18	0,96	2	7,65		
M380-47A 6		3,00	3,80	1,49	1,60	1,70	±14		3	7,65		
M408-47A 6		3,22	4,08	1,49	1,60	1,70	±14		3	7,65		
M419-47A 6		3,31	4,19	1,49	1,60	1,70	±14		3	7,70		
M452-47A 6		3,57	4,52	1,50	1,60	1,70	±14		5	7,70		
M507-47A 6		4,01	5,07	1,51	1,61	1,71	±14		5	7,70		
M638-47A 6		5,04	6,38	1,54	1,64	1,74	±12		10	7,75		
M836-47A 6		6,60	8,36	1,58	1,68	1,77	±12		10	7,80		
M990-47A 6		7,82	9,90	1,58	1,68	1,77	±12		10	7,80		
^a Depuis de nombreuses années, il est courant de donner des valeurs d'induction magnétique. En fait, le cadre Epstein mesure la polarisation magnétique (induction intrinsèque) qui est définie comme suit: où J est la polarisation magnétique; B est l'induction magnétique; μ_0 est la constante magnétique: $4\pi \times 10^{-7}$ H m ⁻¹ ; H est le champ magnétique; conformément à la CEI 60050-121.												
^b Seulement pour information.												
^c D'autres valeurs peuvent faire l'objet d'un accord entre le producteur et l'acheteur, voir Annexe C.												

7.1.3 Pertes totales spécifiques

Les valeurs spécifiées des pertes totales spécifiques maximales à 50 Hz doivent être telles qu'indiquées au Tableau 1. Elles s'appliquent:

- pour les épaisseurs nominales de 0,35 mm, 0,50 mm et 0,65 mm aux éprouvettes vieilles ou non vieilles (voir 8.3.1);
- pour l'épaisseur nominale de 1,00 mm aux éprouvettes non vieilles.

Le Tableau 2 donne les pertes totales spécifiques maximales à 60 Hz pour les produits d'épaisseur nominale de 0,47 mm.

Dans certains cas, la valeur spécifiée des pertes totales spécifiques maximales peut faire l'objet d'un accord pour des éprouvettes longitudinales seulement ou pour des éprouvettes transversales seulement.

Les valeurs des pertes totales spécifiques sont spécifiées pour une polarisation magnétique de 1,5 T.

L'essai doit être effectué dans un champ magnétique alternatif à 50 Hz ou à 60 Hz.

NOTE L'Annexe A donne des valeurs non spécifiées des pertes totales spécifiques maximales pour une polarisation magnétique de 1,0 T à 50 Hz.

7.1.4 Anisotropie des pertes

Les valeurs maximales admises de l'anisotropie des pertes pour une polarisation de 1,5 T doivent être telles que spécifiées dans les Tableaux 1 et 2.

Une exigence concernant la déclaration de la valeur mesurée de l'anisotropie des pertes peut être spécifiée par accord à la commande.

7.2 Caractéristiques géométriques et tolérances

7.2.1 Epaisseur

Les épaisseurs nominales des produits sont de 0,35 mm, 0,50 mm, 0,65 mm et 1,00 mm.

L'épaisseur nominale de 0,47 mm pour utilisation à 60 Hz seulement est également donnée dans le Tableau 2.

Pour les tolérances sur l'épaisseur, on distingue

- l'écart toléré par rapport à l'épaisseur nominale à l'intérieur d'une unité de réception;
- la différence d'épaisseur dans une tôle ou dans une longueur de bande suivant une direction parallèle à la direction du laminage;
- la différence d'épaisseur suivant une direction perpendiculaire à la direction du laminage. Cette tolérance ne s'applique qu'aux produits de largeur supérieure à 150 mm.

L'écart toléré sur l'épaisseur nominale à l'intérieur d'une même unité de réception doit être de $\pm 8\%$ de la valeur nominale pour les épaisseurs nominales de 0,35 mm, 0,47 mm et 0,50 mm, et de $\pm 6\%$ de la valeur nominale pour les épaisseurs nominales de 0,65 mm et 1,00 mm. La surépaisseur due aux soudures par rapport à l'épaisseur mesurée de la bande d'acier ou de la tôle ne doit pas dépasser 0,10 mm.

La différence d'épaisseur à l'intérieur d'une tôle ou d'une longueur de bande (voir 8.3.2) dans une direction parallèle à la direction de laminage ne doit pas dépasser 8 % de la valeur nominale pour les épaisseurs nominales de 0,35 mm, 0,47 mm et 0,50 mm, et de 6 % de la valeur nominale pour les épaisseurs nominales de 0,65 mm et 1,00 mm.

La différence d'épaisseur dans une direction perpendiculaire à la direction du laminage ne doit pas dépasser 0,020 mm pour les épaisseurs nominales de 0,35 mm, 0,47 mm et 0,50 mm, et 0,030 mm pour les épaisseurs nominales de 0,65 mm et 1,00 mm, les mesures étant faites à 30 mm au moins des rives (voir 8.4.3.1). Ces tolérances s'appliquent seulement aux produits de largeur supérieure à 150 mm. Pour des bandes étroites, d'autres accords peuvent être convenus.

7.2.2 Largeur

Les largeurs nominales courantes sont inférieures ou égales à 1 250 mm.

Pour les tolérances sur la largeur, une distinction est faite entre les produits livrés avec des rives à l'état brut de laminage et les produits livrés avec rives cisailées.

Pour les produits livrés avec rives cisailées, les tolérances du Tableau 3 doivent s'appliquer.

Tableau 3 – Tolérances sur la largeur nominale

Largeur nominale, l mm	Tolérance ^a mm
$l \leq 150$	+0,2 0
$150 < l \leq 300$	+0,3 0
$300 < l \leq 600$	+0,5 0
$600 < l \leq 1\,000$	+1,0 0
$1\,000 < l \leq 1\,250$ ^b	+1,5 0
^a Par accord particulier à la commande, les tolérances sur la largeur nominale peuvent être toutes négatives. ^b Des largeurs nominales > 1 250 mm peuvent être livrées. Dans ce cas, il convient que la tolérance fasse l'objet d'un accord entre le producteur et l'acheteur au moment de l'appel d'offres et de la commande.	

Dans le cas de produits livrés avec des rives à l'état brut de laminage, il convient que les tolérances sur la largeur nominale fassent l'objet d'un accord à la commande.

7.2.3 Longueur

La tolérance de longueur des tôles par rapport à la longueur commandée doit être $^{+0,5}_{0}\%$, mais au maximum +6 mm.

7.2.4 Rectitude

La vérification de la rectitude ne s'applique qu'aux produits livrés avec rives cisailées de largeur supérieure à 30 mm.

La rectitude ne doit pas dépasser pour une longueur de mesure de 2 m:

- 2,0 mm pour une largeur nominale $l > 150$ mm;

- 4,0 mm pour une largeur nominale l telle que $30 \text{ mm} < l \leq 150 \text{ mm}$.

7.2.5 Planéité (facteur d'ondulation)

La vérification de la planéité ne s'applique pas aux produits de largeur inférieure ou égale à 100 mm. Le facteur d'ondulation (voir 8.4.3.4), exprimé sous forme d'un pourcentage, ne doit pas dépasser 2.

7.2.6 Courbure résiduelle

La vérification de la courbure résiduelle ne s'applique pas aux produits de largeur inférieure ou égale à 100 mm.

Une exigence concernant la courbure résiduelle peut être spécifiée par accord à la commande; dans ce cas, la distance entre le bord inférieur de l'éprouvette et la plaque support ne doit pas dépasser 35 mm pour les produits d'une épaisseur nominale de 0,35 mm, 0,47 mm, 0,50 mm et 0,65 mm. Pour l'épaisseur nominale 1,00 mm, cette distance doit faire l'objet d'un accord entre le producteur et l'acheteur.

7.3 Caractéristiques technologiques

7.3.1 Masse volumique

La masse volumique des produits n'est pas spécifiée.

Les valeurs conventionnelles de la masse volumique des produits sont données dans les Tableaux 1 et 2. Elles doivent être utilisées pour calculer les caractéristiques magnétiques et le facteur de foisonnement, sauf accord différent (voir Tableaux 1 et 2, note de bas de tableau c).

7.3.2 Facteur de foisonnement

Les valeurs minimales doivent être telles que spécifiées dans les Tableaux 1 et 2 et ne s'appliquent qu'aux produits non isolés.

7.3.3 Nombre de pliages

Le nombre minimal de pliages doit être tel que spécifié dans les Tableaux 1 et 2. Les valeurs s'appliquent aux éprouvettes prélevées perpendiculairement à la direction du laminage.

7.3.4 Tensions internes

Les produits doivent être, dans toute la mesure possible, exempts de tensions internes.

La vérification des tensions internes n'est pas applicable aux produits de largeur inférieure ou égale à 150 mm. L'écart mesuré ne doit pas dépasser 2 mm (voir 8.3.3.3).

8 Contrôle et essais

8.1 Généralités

Les produits définis par la présente norme peuvent être commandés avec ou sans contrôle spécifique conformément à l'ISO 404. Toutefois, par dérogation à l'ISO 404, dans le cas d'une commande sans contrôle spécifique, le producteur doit fournir un certificat donnant les pertes totales spécifiques du produit livré.

Dans le cas d'une commande avec contrôle spécifique, la nature du document de contrôle selon l'ISO 10474 doit être précisée à la commande. Dans ce cas, la livraison est divisée en unités de réception.

Chaque unité de réception doit être constituée par 20 tonnes ou fraction restante de la même nuance et de la même épaisseur nominale. Des unités de réception différentes peuvent être adoptées par accord particulier.

Pour les bobines de plus de 20 tonnes, chaque bobine doit constituer une unité de réception.

Sauf accord particulier, les mêmes règles s'appliquent au contrôle des tensions internes, de l'aptitude au découpage, de l'adhérence de la surface du revêtement d'isolation et des tolérances sur forme et dimensions.

Lorsque les produits sont livrés sous la forme de bobines refendues, les résultats d'essai applicables à l'acceptation des unités parents doivent s'appliquer.

8.2 Prélèvement des échantillons

Des échantillons doivent être prélevés sur chaque unité de réception.

La première spire intérieure et la dernière spire extérieure des bobines doivent être considérées comme emballage et non comme étant représentatives de la qualité du reste de la bobine. Les prélèvements doivent être effectués sur les premières spires extérieures ou intérieures, à l'exclusion de la spire d'emballage et en dehors des zones de soudure ou de discontinuités.

Dans le cas des tôles, les prélèvements doivent être faits de préférence sur la partie supérieure du paquet.

Le même échantillon doit servir au contrôle des diverses caractéristiques, en observant un ordre judicieux pour l'exécution des essais.

8.3 Préparation des éprouvettes

8.3.1 Caractéristiques magnétiques

Pour la mesure de la polarisation magnétique et des pertes totales spécifiques, l'éprouvette pour l'essai au cadre Epstein de 25 cm doit être constituée par un minimum de 16 bandes d'essai Epstein ayant les dimensions suivantes:

- longueur: 280 mm à 320 mm, les longueurs étant égales avec une tolérance de $\pm 0,5$ mm;
- largeur: 30 mm $\pm 0,2$ mm.

La moitié des bandes doit être prélevée parallèlement à la direction du laminage et l'autre moitié perpendiculairement, en assurant une répartition égale sur la largeur du produit. Les bandes doivent être soigneusement découpées, sans déformation. La découpe ou le poinçonnage ne doit être effectué qu'avec des outils bien affûtés. La tolérance maximale de la direction de la découpe par rapport à la direction spécifiée doit être de $\pm 5^\circ$.

Lorsque la largeur du produit est insuffisante pour un prélèvement des bandes transversales, les bandes doivent être prélevées seulement dans la direction du laminage.

Dans le cas de la mesure des pertes totales spécifiques sur éprouvettes vieilles, celles-ci doivent être portées à (225 ± 5) °C pendant une durée de 24 h et doivent être refroidies à la température ambiante. D'autres conditions pour le traitement de vieillissement peuvent également être utilisées par accord entre le producteur et l'acheteur.

8.3.2 Caractéristiques géométriques et tolérances

Pour la mesure de l'épaisseur, de la largeur, de la planéité et de la rectitude, l'éprouvette doit être constituée par une tôle ou une longueur de bande de 2 m.

Pour la mesure de la courbure résiduelle, l'éprouvette doit être constituée par un prélèvement de 500 mm de long et de largeur égale à la largeur de livraison de la bande ou de la tôle.

8.3.3 Caractéristiques technologiques

8.3.3.1 Facteur de foisonnement

L'éprouvette doit être constituée d'au moins 16 bandes de mêmes dimensions; en cas de litige, l'essai doit être effectué sur 100 bandes. Elles doivent avoir une largeur d'au moins 20 mm et une surface d'au moins 5 000 mm², leurs largeurs étant égales avec une tolérance de $\pm 0,2$ mm ainsi que leurs longueurs. Les éprouvettes doivent être soigneusement ébavurées avant l'essai.

Des bandes d'essai Epstein peuvent être utilisées pour cet essai (voir CEI 60404-2 et CEI 60404-13).

8.3.3.2 Nombre de pliages

Deux éprouvettes d'au moins 20 mm de large doivent être prélevées perpendiculairement à la direction du laminage de la tôle, à une distance d'au moins 40 mm de la rive et du milieu et en dehors de toute zone de soudure.

Lorsque la largeur du produit est insuffisante pour un prélèvement des éprouvettes transversales de longueur prescrite, les éprouvettes doivent être prélevées dans la direction du laminage. Dans ce cas, les valeurs des Tableaux 1 et 2 s'appliquent également.

Les éprouvettes doivent être soigneusement découpées sans déformation.

8.3.3.3 Tensions internes

L'éprouvette doit être constituée par une tôle ou une longueur de bande de 1 m.

8.4 Méthodes d'essais

8.4.1 Généralités

Pour chaque caractéristique spécifiée, un essai doit être effectué par unité de réception. Sauf spécification différente, les essais doivent être effectués à une température de (23 ± 5) °C.

8.4.2 Caractéristiques magnétiques

8.4.2.1 Polarisation magnétique et pertes totales spécifiques

Les essais doivent être effectués à l'aide d'un cadre Epstein de 25 cm conformément à la CEI 60404-2.

A titre d'alternative à la méthode d'Epstein, l'essai sur tôle unique décrit dans la CEI 60404-3 peut être utilisé par accord entre le producteur et l'acheteur. Dans ce cas, les valeurs spécifiées à obtenir pour l'essai sur tôle unique peuvent être différentes de celles des Tableaux 1 et 2 et peuvent faire l'objet d'un accord.

8.4.2.2 Anisotropie des pertes

Deux mesures des pertes en watts par kilogramme doivent être effectuées, l'une sur 16 bandes d'essai Epstein prélevées perpendiculairement à la direction du laminage et l'autre sur 16 bandes d'essai Epstein prélevées parallèlement à la direction de laminage.

L'anisotropie des pertes, T , (en pourcentage) est calculée selon l'équation suivante:

$$T = \frac{P_1 - P_2}{P_1 + P_2} \times 100 \quad (1)$$

où

P_1 est la perte, en watts par kilogramme, perpendiculairement à la direction du laminage;

P_2 est la perte, en watts par kilogramme, parallèlement à la direction du laminage.

8.4.3 Caractéristiques géométriques et tolérances

8.4.3.1 Epaisseur

La mesure de l'épaisseur doit être faite en tout point situé à plus de 30 mm des rives. Pour les produits de largeur inférieure à 60 mm, la mesure de l'épaisseur doit être effectuée dans l'axe longitudinal de la tôle. Cette mesure doit être effectuée en utilisant un micromètre ayant une exactitude de 0,001 mm.

8.4.3.2 Largeur

La largeur doit être mesurée perpendiculairement à l'axe longitudinal du produit.

8.4.3.3 Rectitude

La rectitude doit être déterminée conformément à la CEI 60404-9.

8.4.3.4 Planéité (facteur d'ondulation)

Le facteur d'ondulation doit être déterminé conformément à la CEI 60404-9.

8.4.3.5 Courbure résiduelle

La courbure résiduelle dans la direction longitudinale de la bande doit être déterminée conformément à la CEI 60404-9.

8.4.4 Caractéristiques technologiques

8.4.4.1 Facteur de foisonnement

Le facteur de foisonnement doit être déterminé conformément à la CEI 60404-13.

8.4.4.2 Nombre de pliages

L'essai consiste à plier l'éprouvette à 90° alternativement de chaque côté de sa position initiale, suivant la méthode de pliage défini par l'ISO 7799. Le rayon de pliage doit être de 5 mm.

Un pliage à 90° à partir de la position initiale, avec retour à la position initiale, compte pour un pliage.

L'essai doit être arrêté à l'apparition de la première fissure visible à l'œil nu, dans le métal de base. Le dernier pliage ne doit pas être compté.

8.4.4.3 Tensions internes

Les tensions internes doivent être déterminées conformément à la CEI 60404-9.

8.5 Contre-essais

Lorsqu'un essai ne donne pas le résultat spécifié, cet essai doit être répété sur un nombre doublé d'éprouvettes provenant d'autres tôles de l'unité de réception ou sur d'autres bandes de

bobines. La livraison doit être réputée conforme à la commande si tous les résultats des essais complémentaires sont conformes aux exigences de la présente norme.

Après remaniement, le producteur a le droit de présenter à nouveau pour essais les unités de réception qui n'avaient pas été réputées conformes à la commande.

9 Marquage, étiquetage et emballage

Le marquage, l'étiquetage et l'emballage des produits peuvent faire l'objet d'un accord à la commande.

10 Réclamations

Les défauts internes ou externes ne doivent justifier une réclamation que s'ils sont clairement préjudiciables à la méthode de mise en œuvre ou à l'emploi judicieux du produit.

L'utilisateur doit donner la possibilité au producteur de se convaincre du bien-fondé de la réclamation en lui présentant le matériau litigieux et des éléments de preuve appuyant sa réclamation.

Dans tous les cas, les termes et modalités des réclamations doivent être conformes à l'ISO 404.

11 Informations à fournir par l'acheteur

Pour que les produits répondent de manière adéquate aux exigences de la présente norme, l'acheteur doit fournir les informations suivantes lors de son appel d'offre ou de sa commande:

- a) quantité;
- b) type de produit (bande ou tôle);
- c) numéro de la présente norme (CEI 60404-8-4);
- d) désignation symbolique ou désignation numérique de l'acier (voir Article 5);
- e) dimensions requises des bandes ou tôles (y compris toutes limitations sur le diamètre extérieur de la bobine) (voir 6.2 et 7.2.2);
- f) toute limitation de masse d'une bobine ou d'un paquet de tôles (voir 6.2);
- g) toutes exigences particulières relatives au marquage des soudures ou des discontinuités (voir 6.2);
- h) toute exigence relative à l'isolation et à sa classification (voir 6.3);
- i) procédure de contrôle requise, y compris la nature des documents qui s'y rapportent (voir 8.1);
- j) toute exigence particulière relative à l'essai sur tôle unique (voir 8.4.2.1);
- k) toute exigence particulière relative à la mesure de l'épaisseur et aux tolérances pour les bandes étroites (voir 7.2.1 et 8.4.3.1).

Annexe A (informative)

Caractéristiques magnétiques non spécifiées

Le Tableau A.1 donne les caractéristiques magnétiques non spécifiées.

Tableau A.1 – Caractéristiques non spécifiées

Désignation symbolique de l'acier	Pertes totales spécifiques maximales à 1,0 T et 50 Hz W/kg
M210-35A 5	0,90
M230-35A 5	0,95
M235-35A 5	0,95
M250-35A 5	1,00
M270-35A 5	1,10
M300-35A 5	1,20
M330-35A 5	1,30
M360-35A 5	1,45
M230-50A 5	1,00
M250-50A 5	1,05
M270-50A 5	1,10
M290-50A 5	1,15
M310-50A 5	1,25
M330-50A 5	1,35
M350-50A 5	1,50
M400-50A 5	1,70
M470-50A 5	2,00
M530-50A 5	2,30
M600-50A 5	2,60
M700-50A 5	3,00
M800-50A 5	3,60
M940-50A 5	4,20
M1000-50A 5	4,40
M310-65A 5	1,25
M330-65A 5	1,35
M350-65A 5	1,50
M400-65A 5	1,70
M470-65A 5	2,00
M530-65A 5	2,30
M600-65A 5	2,60
M700-65A 5	3,00
M800-65A 5	3,60
M1000-65A 5	4,40
M600-100A 5	2,60
M700-100A 5	3,00
M800-100A 5	3,60
M1000-100A 5	4,40
M1300-100A 5	5,80

Annexe B (informative)

Désignation numérique européenne des aciers

Le Tableau B.1 donne les désignations numériques des nuances d'acier correspondantes de la Norme européenne EN 10106:2007.

Tableau B.1 – Désignations numériques européennes des aciers

Désignation symbolique	Désignation numérique
M235-35A 5	1.0890
M250-35A 5	1.0800
M270-35A 5	1.0801
M300-35A 5	1.0803
M330-35A 5	1.0804
M250-50A 5	1.0891
M270-50A 5	1.0806
M290-50A 5	1.0807
M310-50A 5	1.0808
M330-50A 5	1.0809
M350-50A 5	1.0810
M400-50A 5	1.0811
M470-50A 5	1.0812
M530-50A 5	1.0813
M600-50A 5	1.0814
M700-50A 5	1.0815
M800-50A 5	1.0816
M940-50A 5	1.0817
M310-65A 5	1.0892
M330-65A 5	1.0819
M350-65A 5	1.0820
M400-65A 5	1.0821
M470-65A 5	1.0823
M530-65A 5	1.0824
M600-65A 5	1.0825
M700-65A 5	1.0826
M800-65A 5	1.0827
M1000-65A 5	1.0829
M600-100A 5	1.0893
M700-100A 5	1.0894
M800-100A 5	1.0895
M1000-100A 5	1.0896
M1300-100A 5	1.0897

Annexe C (informative)

Calcul des valeurs de la masse volumique

L'équation suivante qui est conforme à l'ASTM A 34/A34M peut être utilisée pour le calcul des valeurs de la masse volumique par accord entre le producteur et l'acheteur (voir Tableaux 1 et 2, note de bas de tableau c):

$$\rho = [7,865 - 0,065 \times (C_{\text{Si}} + 1,7C_{\text{Al}})] \quad (\text{C.1})$$

où

ρ est la valeur numérique de la masse volumique calculée, exprimée en kg/dm³;

C_{Si} est la valeur numérique de la teneur en silicium, en % en masse;

C_{Al} est la valeur numérique de la teneur en aluminium, en % en masse.

Bibliographie

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

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

ASTM A34/A34M, *Standard Practice for Sampling and Procurement Testing of Magnetic Materials* (disponible en anglais seulement)

EN 10106:2007, *Bandes et tôles magnétiques en acier à grains non orientés laminées à froid et livrées à l'état fini*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch