

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

---

### **Magnetic materials –**

**Part 8-7: Specifications for individual materials – Cold-rolled grain-oriented electrical steel strip and sheet delivered in the fully-processed state**

### **Matériaux magnétiques –**

**Partie 8-7: Spécifications pour matériaux particuliers – Bandes et tôles magnétiques en acier à grains orientés, laminées à froid et livrées à l'état fini**



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2008 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 Varembe  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland  
Email: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch)  
Web: [www.iec.ch](http://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.

- Catalogue of IEC publications: [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: [www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)

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

- Electropedia: [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: [www.iec.ch/webstore/custserv](http://www.iec.ch/webstore/custserv)

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch)  
Tel.: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

### 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.

- Catalogue des publications de la CEI: [www.iec.ch/searchpub/cur\\_fut-f.htm](http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm)

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: [www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)

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

- Electropedia: [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: [www.iec.ch/webstore/custserv/custserv\\_entry-f.htm](http://www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm)

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch)  
Tél.: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

---

### **Magnetic materials –**

**Part 8-7: Specifications for individual materials – Cold-rolled grain-oriented electrical steel strip and sheet delivered in the fully-processed state**

### **Matériaux magnétiques –**

**Partie 8-7: Spécifications pour matériaux particuliers – Bandes et tôles magnétiques en acier à grains orientés, laminées à froid et livrées à l'état fini**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

R

## CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references .....	6
3 Terms and definitions .....	7
4 Classification.....	7
5 Designation .....	7
6 General requirements .....	8
6.1 Production process.....	8
6.2 Form of supply .....	8
6.3 Delivery condition.....	9
6.4 Surface condition .....	9
6.5 Suitability for cutting.....	9
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 .....	11
7.2 Geometric characteristics and tolerances .....	11
7.2.1 Thickness .....	11
7.2.2 Width.....	12
7.2.3 Length .....	12
7.2.4 Edge camber .....	13
7.2.5 Flatness (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 .....	13
7.3.3 Number of bends .....	13
7.3.4 Internal stresses .....	13
7.3.5 Insulation coating resistance .....	13
8 Inspection and testing .....	14
8.1 General.....	14
8.2 Selection of samples .....	14
8.3 Preparation of test specimens .....	14
8.3.1 Magnetic properties .....	14
8.3.2 Geometrical characteristics and tolerances.....	15
8.3.3 Technological characteristics.....	15
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
Annex A (informative) European steel designation .....	19
Table 1 – Technological and magnetic properties of the conventional grades of grain-oriented material.....	10
Table 2 – Technological and magnetic properties of the high permeability grades of grain-oriented material.....	11
Table 3 – Tolerances on nominal width .....	12
Table A.1 – European steel designation.....	19

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MAGNETIC MATERIALS –**

**Part 8-7: Specifications for individual materials –  
Cold-rolled grain-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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 60404-8-7 has been prepared by IEC technical committee 68: Magnetic alloys and steels.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1998 of which it constitutes a technical revision. This revision extends the range of electrical steels to include the improved grades.

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

FDIS	Report on voting
68/367/FDIS	68/370/RVD

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 the parts in the IEC 60404 series, under the general title *Magnetic materials*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

## MAGNETIC MATERIALS –

### Part 8-7: Specifications for individual materials – Cold-rolled grain-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 grain-oriented electrical steel strip and sheet in nominal thicknesses of 0,23 mm, 0,27 mm, 0,30 mm and 0,35 mm. In particular, it gives general requirements, magnetic properties, geometric characteristics, tolerances and technological characteristics, as well as inspection procedures.

This standard applies to Goss textured grain-oriented electrical steel strip and sheet supplied in the final annealed condition in sheets or coils, and intended for the construction of magnetic circuits.

The grades are grouped into two classes:

- conventional grades;
- high permeability grades.

They correspond to Class C.22 of IEC 60404-1.

#### 2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application 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 – Part 221: Magnetic materials and components*

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

IEC 60404-1-1, *Magnetic materials – Part 1-1: Classification - Surface insulations of electrical steel sheet, strip and laminations*

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

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

IEC 60404-11, *Magnetic materials – Part 11: Method of test for the determination of surface insulation resistance of magnetic 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 definitions of the principal terms relating to magnetic properties given in IEC 60050-121 and IEC 60050-221 apply, as well as the following definitions:

#### 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

NOTE See IEC 60404-9.

#### 3.2

##### **flatness (wave factor)**

the property of a sheet or of 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

NOTE See IEC 60404-9.

#### 3.3

##### **number of bends**

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

NOTE It constitutes an indication of the ductility of the material.

#### 3.4

##### **internal stresses**

stresses which are characterized by a deviation in relation to the line of cutting

### 4 Classification

The grades covered by this standard are classified according to the value of maximum specific total loss in watts per kilogram and according to the nominal thickness of the material<sup>1)</sup> (0,23 mm, 0,27 mm, 0,30 mm and 0,35 mm).

### 5 Designation

The steel name comprises the following in the order given:

- 1) the letter M for electrical steel;
- 2) one hundred times the specified value of maximum specific total loss at 1,7 T and 50 Hz, in watts per kilogram and corresponding to the nominal product thickness;

---

1) In the rest of the document, the word "material" is used to mean "sheet and strip".

- 3) one hundred times the nominal thickness of the material, in millimetres;
- 4) the characteristic letter
  - S for conventional grades;
  - P for high permeability grades;
- 5) one tenth of the frequency 50 Hz, i.e. 5.

EXAMPLE M140-30S5 for cold-rolled grain-oriented electrical steel sheet or strip of conventional grade with a maximum specific total loss at 1,7 T of 1,40 W/kg at 50 Hz and a nominal thickness of 0,30 mm, supplied in the fully-processed state.

NOTE The corresponding steel numbers used in the relevant European Standard are given in Annex A.

## **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 bundles in the case of sheets and in coils in the case of strip.

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

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

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

Strip shall be of constant width and wound in such a manner that the edges are superimposed in a regular manner and 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 may exhibit welds or interleaves resulting from the removal of defective zones if agreed at the time of enquiry and order. If necessary, the marking of welds or interleaves may be agreed at the time of enquiry and order.

For coils containing repair 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.

### 6.3 Delivery condition

Cold-rolled grain-oriented steel material is usually supplied with an insulating coating on both sides. This coating generally consists of an EC-5-G coating on an EC-2 coating in accordance with IEC 60404-1-1<sup>2)</sup>.

### 6.4 Surface condition

The surfaces shall be smooth and clean, free from grease and rust<sup>3)</sup>. Dispersed defects such as scratches, blisters, cracks, etc. are permitted if they are within the limits of the tolerances on thickness and if they are not detrimental to the correct use of the supplied material.

The insulation coating present on the surface of the material shall be sufficiently adherent so that it does not become detached during cutting operations or heat treatment under conditions specified by the supplier.

NOTE If the product is to be immersed in a fluid, an agreement, initiated by the purchaser, should be reached to ensure compatibility between the fluid and the coating.

### 6.5 Suitability for cutting

The material shall be suitable for cutting accurately into the usual shapes at any point when appropriate cutting tools are used.

## 7 Technical requirements

### 7.1 Magnetic properties

#### 7.1.1 General

The properties defined in 7.1.2 and 7.1.3 shall apply to materials in the delivery condition defined in 6.3 and to the aged condition defined in 8.3.1.

The Epstein strips shall receive a stress relief heat treatment after cutting under conditions specified by the manufacturer.

The single sheet test specimens shall not be heat treated.

#### 7.1.2 Magnetic polarization

The specified minimum values of peak magnetic polarization for the peak magnetic field strength of 800 A/m at 50 Hz or 60 Hz shall be as given in Tables 1 and 2.

---

2) Other types of coating exist which are used only when particularly specified.

3) Not to be confused with some coloration of the insulating coating inherent to the manufacturing process.

**Table 1 – Technological and magnetic properties of the conventional grades of grain-oriented material**

Steel name	Nominal thickness	Maximum specific total loss at 1,5 T		Maximum specific total loss at 1,7 T		Minimum magnetic polarization for $H = 800 \text{ A/m}^a$	Minimum stacking factor
		W/kg		W/kg			
	mm	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	T	
M110-23S5	0,23	0,73	0,96	1,10	1,45	1,78	0,945
M120-23S5	0,23	0,77	1,01	1,20	1,57	1,78	0,945
M120-27S5	0,27	0,80	1,07	1,20	1,58	1,78	0,950
M130-27S5	0,27	0,85	1,12	1,30	1,68	1,78	0,950
M130-30S5	0,30	0,85	1,15	1,30	1,71	1,78	0,955
M140-30S5	0,30	0,92	1,21	1,40	1,83	1,78	0,955
M145-35S5	0,35	1,03	1,36	1,45	1,91	1,78	0,960
M155-35S5	0,35	1,07	1,41	1,55	2,04	1,78	0,960

<sup>a</sup> 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

$$J = B - \mu_0 H$$

where

$J$  is the magnetic polarization;

$B$  is the magnetic flux density;

$\mu_0$  is the magnetic constant:  $4 \pi \times 10^{-7} \text{ H}\cdot\text{m}^{-1}$ ;

$H$  is the magnetic field strength.

NOTE The difference between  $B$  and  $J$  at 800 A/m is equal to 0,001 T.

**Table 2 – Technological and magnetic properties of the high permeability grades of grain-oriented material**

Steel name	Nominal thickness mm	Maximum specific total loss at 1,7 T W/kg		Minimum magnetic polarization for $H = 800 \text{ A/m}^a$ T	Minimum stacking factor
		50 Hz	60 Hz		
		M85-23P5 <sup>b</sup>	0,23		
M90-23P5 <sup>b</sup>	0,23	0,90	1,19	1,85	0,945
M95-23P5	0,23	0,95	1,25	1,85	0,945
M100-23P5	0,23	1,00	1,32	1,85	0,945
M90-27P5 <sup>b</sup>	0,27	0,90	1,19	1,85	0,950
M95-27P5 <sup>b</sup>	0,27	0,95	1,25	1,85	0,950
M100-27P5	0,27	1,00	1,32	1,88	0,950
M110-27P5	0,27	1,10	1,45	1,88	0,950
M105-30P5	0,30	1,05	1,38	1,88	0,955
M110-30P5	0,30	1,10	1,46	1,88	0,955
M120-30P5	0,30	1,20	1,58	1,85	0,955
M115-35P5	0,35	1,15	1,51	1,88	0,960
M125-35P5	0,35	1,25	1,64	1,88	0,960
M135-35P5	0,35	1,35	1,77	1,88	0,960

<sup>a</sup> 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

$$J = B - \mu_0 H$$

where

$J$  is the magnetic polarization;

$B$  is the magnetic flux density;

$\mu_0$  is the magnetic constant:  $4 \pi \times 10^{-7} \text{ H}\cdot\text{m}^{-1}$ ;

$H$  is the magnetic field strength.

NOTE The difference between  $B$  and  $J$  at 800 A/m is equal to 0,001 T.

<sup>b</sup> This grade may be delivered in the domain refined condition. The magnetic properties of some domain refined material may deteriorate when the material is subjected to heat treatment.

### 7.1.3 Specific total loss

The specified values of maximum specific total loss at 50 Hz or 60 Hz shall be as given in Tables 1 and 2.

## 7.2 Geometric characteristics and tolerances

### 7.2.1 Thickness

The nominal thicknesses of the material are 0,23 mm, 0,27 mm, 0,30 mm and 0,35 mm.

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.

At any point, the allowable tolerance on the nominal thickness within the same acceptance unit shall not exceed ± 0,030 mm except for the 0,23 mm thickness for which this tolerance shall not exceed ± 0,025 mm. The additional thickness due to welds with respect to the measured thickness of the steel sheet or strip shall not exceed 0,050 mm.

The difference in thickness in a sheet or in a length of strip of 2 m in a direction parallel to the direction of rolling shall not exceed 0,030 mm.

In addition, for material with a width greater than 150 mm, the difference in thickness in a direction perpendicular to the direction of rolling shall not exceed 0,020 mm, the measurements being made at least 40 mm from the edges (see 8.4.3.1). For narrow strips, other agreements may be needed.

**7.2.2 Width**

The available nominal widths are less than or equal to 1 000 mm.

The material can be supplied either in a width chosen from the specific range of the manufacturer or in the finally used width.

For width tolerances

- for material supplied in a width chosen from the specific range of the manufacturer, the tolerances permitted shall be  $+ \frac{2}{0}$  mm;
- for material supplied in the finally used width, the tolerances of Table 3 shall apply.

**Table 3 – Tolerances on nominal width**

Nominal width <i>l</i> mm	Tolerance mm
$l \leq 150$	0 -0,2
$150 < l \leq 400$	0 -0,3
$400 < l \leq 750$	0 -0,5
$l > 750$	0 -0,6
NOTE By agreement at the time of enquiry and order, the tolerances on the nominal width can be all positive tolerances.	

**7.2.3 Length**

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

#### **7.2.4 Edge camber**

The verification of edge camber does not apply to material of width less than or equal to 150 mm. The edge camber shall not exceed 0,9 mm for a measuring length of 2 m.

#### **7.2.5 Flatness (wave factor)**

The verification of the flatness does not apply to material of width less than or equal to 150 mm. The wave factor (see 8.4.3.4), expressed as a percentage, shall not exceed 1,5 %.

#### **7.2.6 Residual curvature**

A requirement concerning residual curvature may be specified by agreement when ordering material of width greater than 150 mm.

In this case the distance between the bottom edge of the test piece and the supporting plate shall not exceed 35 mm for sheets and shall be subject to agreement for coils.

#### **7.2.7 Burr height**

The determination of the burr height applies only to material delivered in the width in which it will finally be used. The measured burr height shall not exceed 0,025 mm.

### **7.3 Technological characteristics**

#### **7.3.1 Density**

The density of the material is not specified.

The conventional value of density used to calculate the magnetic properties and the stacking factor shall be 7,65 kg/dm<sup>3</sup>.

#### **7.3.2 Stacking factor**

The minimum values shall be as specified in Tables 1 and 2.

#### **7.3.3 Number of bends**

The specified minimum number of bends is 1. This value applies to test specimens cut parallel to the direction of rolling.

#### **7.3.4 Internal stresses**

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

The verification of internal stress is not applicable to material of width less than 500 mm (slit material). The measured gap shall not exceed 1 mm (see 8.3.3.3).

#### **7.3.5 Insulation coating resistance**

A minimum value of the insulation coating resistance measured before or after the possible application of a stress relief heat treatment shall be the subject of agreement between the parties when ordering. The stress relief heat treatment, when applied, shall be carried out under conditions specified by the manufacturer.

The insulation coating resistance expressed in  $\Omega \times \text{mm}^2$  represents the electrical resistance offered to the passage of current through the coating.

## 8 Inspection and testing

### 8.1 General

The materials 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 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 3,0 t 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 3,0 t, each coil shall constitute an acceptance unit.

Except by special agreement, the same rules apply to the inspection of internal stresses, suitability for cutting, surface insulation resistance and tolerances of 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 last external turn of the coils shall be considered as wrapping and not as representative of the quality of the rest of the coil. The selection shall be made from the first internal or external 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 using the 25 cm Epstein frame, the test specimen shall consist of a minimum of 24 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.

As far as possible, the selection of test strips shall be made uniformly 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.

Before the measurements, the test strips shall be subjected to a stress relief heat treatment in accordance with the manufacturer's specification.

In the case where the measurement of magnetic polarization and specific total loss shall be made using the single sheet method specified in IEC 60404-3 (see 8.4.2), the test specimen for the single sheet tester shall consist of one sheet having the following dimensions:

- length 500 mm to 530 mm;

NOTE The value of 500 mm is recommended.

- width 500 mm  $_{-5}^0$  mm.

All the test specimens shall be cut parallel to the direction of rolling. The permitted tolerance for the angle between the direction of rolling and the direction of cutting is  $\pm 1^\circ$ .

In the case of measurements of specific total loss on aged test pieces, these shall be aged by heating at  $225\text{ }^\circ\text{C} \pm 5\text{ }^\circ\text{C}$  for a duration of 24 h and shall be cooled to ambient temperature.

### 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 the residual curvature, the test specimen shall consist of a sample  $(500^{+2,5}_0)$  mm in length and of width equal to the delivery width of the sheet or strip.

### 8.3.3 Technological characteristics

#### 8.3.3.1 Stacking factor

The test specimen shall consist of at least 24 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 mm<sup>2</sup>, their widths being equal within a tolerance of  $\pm 0,1$  mm as well as their lengths. The test strips shall be carefully deburred before the test.

#### 8.3.3.2 Number of bends

Five test specimens at least 20 mm wide shall be taken from outside the welding zones, parallel to the direction of rolling, with a view to making the bend perpendicular to the direction of rolling. The edge of the material shall not constitute one side of the test specimen.

The test specimens shall be carefully cut without deformation.

#### 8.3.3.3 Internal stresses

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

#### 8.3.3.4 Insulation coating resistance

For sheet or strip with a width equal to or greater than 600 mm, four strips shall be selected over the whole width of the material. The width of each strip depends on the method to be used, e.g. 50 mm for the test method in accordance with IEC 60404-11.

For sheet or strip less than 600 mm wide, the selection for inspection of insulation coating resistance shall be subject to agreement when ordering.

Before the measurements, depending on the agreement (see 7.3.5), the test specimen may need to be heat-treated in accordance with the specification of the manufacturer.

## **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  $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ .

### **8.4.2 Magnetic properties**

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

NOTE As an alternative to the Epstein method, the single sheet tester (SST) 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 also be subject to agreement. The relationships between the SST and Epstein test results which are given in Annex C of IEC 60404-3 may be used as a guide.

In the case of some grades of domain-refined material (see Table 2, footnote b)), the test shall be made using the single sheet method of IEC 60404-3, according to the instructions of the manufacturer. The single sheet test specimen is not heat treated.

### **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 40 mm from the edges. For materials of a width less than 80 mm, the measurement of thickness shall be made along the longitudinal axis of the sheet or strip. 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 sheet or strip.

#### **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.

#### **8.4.3.6 Burr height**

The burr height 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.

### **8.4.4.4 Insulation coating resistance**

The test can be carried out by different methods, among which is the method in accordance with IEC 60404-11 on both sides of the product.

## **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 the coils. The delivery shall be considered to conform to 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 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 to 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 in accordance with ISO 404.

## 11 Information to be supplied by the purchaser

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

- a) quantity;
- b) type of product (sheet or strip);
- c) number of this standard (IEC 60404-8-7);
- d) the steel name or number (see Clause 5);
- e) the dimensions of sheets or strips required (including any limitations on the external diameter of a coil) (see 6.2 and 7.2.2);
- f) any limitations on the mass of a bundle of sheets or of a coil (see 6.2);
- g) any special requirement about residual curvature (see 7.2.6);
- h) any special requirement about insulation coating resistance (see 7.3.5);
- i) any special requirement regarding the thickness measurement and tolerance across the width of narrow strip (see 7.2.1 and 8.4.3.1);
- j) the inspection procedure required including the nature of the related documents (see 8.1);
- k) any special requirement about single sheet testing (see 8.4.2).

## Annex A (informative)

### European steel designation

For the steel names specified in this standard, Table A.1 gives the steel numbers of corresponding steel grades as allocated in the relevant European Standard.

**Table A.1 – European steel designation**

Steel name in this standard	Steel number in the relevant European Standard
M110-23S5	1.0863
M120-23S5	1.0864
M120-27S5	1.0868
M130-27S5	1.0866
M130-30S5	1.0859
M140-30S5	1.0862
M145-35S5	–
M155-35S5	–
M85-23P5	1.0822
M90-23P5	1.0835
M95-23P5	1.0836
M100-23P5	1.0879
M90-27P5	1.0838
M95-27P5	1.0839
M100-27P5	–
M110-27P5	–
M105-30P5	1.0886
M110-30P5	(1.0881) <sup>a</sup>
M120-30P5	–
M115-35P5	–
M125-35P5	1.0854
M135-35P5	–
<sup>a</sup> The grade M110-30P5 is similar but not fully equivalent to the corresponding grade (steel name M111-30P) of the relevant European Standard.	

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	22
1 Domaine d'application .....	24
2 Références normatives.....	24
3 Termes et définitions .....	25
4 Classification.....	25
5 Désignation .....	25
6 Exigences générales .....	26
6.1 Procédé d'élaboration.....	26
6.2 Mode de livraison .....	26
6.3 Etat de livraison .....	27
6.4 Etat de surface.....	27
6.5 Aptitude au découpage.....	27
7 Exigences techniques.....	27
7.1 Caractéristiques magnétiques .....	27
7.1.1 Généralités.....	27
7.1.2 Polarisation magnétique .....	27
7.1.3 Pertes totales spécifiques.....	29
7.2 Caractéristiques géométriques et tolérances .....	29
7.2.1 Epaisseur .....	29
7.2.2 Largeur.....	30
7.2.3 Longueur .....	30
7.2.4 Rectitude.....	31
7.2.5 Planéité (facteur d'ondulation) .....	31
7.2.6 Courbure résiduelle .....	31
7.2.7 Hauteur de bavure.....	31
7.3 Caractéristiques technologiques.....	31
7.3.1 Masse volumique.....	31
7.3.2 Facteur de foisonnement .....	31
7.3.3 Nombre de pliages .....	31
7.3.4 Tensions internes .....	31
7.3.5 Résistance d'isolement superficiel .....	31
8 Contrôle et essais .....	32
8.1 Généralités.....	32
8.2 Prélèvement des échantillons.....	32
8.3 Préparation des éprouvettes.....	32
8.3.1 Caractéristiques magnétiques.....	32
8.3.2 Caractéristiques géométriques et tolérances .....	33
8.3.3 Caractéristiques technologiques .....	33
8.4 Méthodes d'essais.....	34
8.4.1 Généralités.....	34
8.4.2 Caractéristiques magnétiques.....	34
8.4.3 Caractéristiques géométriques et tolérances .....	34
8.4.4 Caractéristiques technologiques .....	35
8.5 Essais complémentaires .....	35
9 Marquage, étiquetage et emballage.....	35
10 Réclamations .....	35

11 Informations à fournir par l'acheteur .....	36
Annexe A (informative) Désignation européenne des aciers.....	37
Tableau 1 – Caractéristiques technologiques et magnétiques des qualités conventionnelles de produits à grains orientés.....	28
Tableau 2 – Caractéristiques technologiques et magnétiques des qualités à haute perméabilité de produits à grains orientés.....	29
Tableau 3 – Tolérances sur la largeur nominale.....	30
Tableau A.1 – Désignation européenne des aciers .....	37

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –

#### **Partie 8-7: Spécifications pour matériaux particuliers – Bandes et tôles magnétiques en acier à grains 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 n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale 60404-8-7 a été établie par le comité d'études 68 de la CEI: Matériaux magnétiques tels qu'alliages et aciers.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1998, dont elle constitue une révision technique. Cette révision étend la gamme d'aciers magnétiques afin d'inclure les qualités améliorées.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
68/367/FDIS	68/370/RVD

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, présentée sous le titre général *Matériaux magnétiques*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

## MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –

### Partie 8-7: Spécifications pour matériaux particuliers – Bandes et tôles magnétiques en acier à grains orientés, laminées à froid et livrées à l'état fini

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60404 définit les qualités de bandes et tôles magnétiques laminées à froid, en acier à grains orientés de 0,23 mm, 0,27 mm, 0,30 mm et 0,35 mm d'épaisseur nominale. Elle donne 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 est applicable aux bandes et tôles magnétiques en acier à grains orientés, à texture de Goss, livrées après recuit final en feuilles ou en bobines et destinées à la construction de circuits magnétiques.

Les qualités sont groupées en deux classes:

- qualités conventionnelles;
- qualités à haute perméabilité.

Elles correspondent à la Classe C.22 de la CEI 60404-1.

#### 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

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

CEI 60050-221, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 221: Matériaux et composants magnétiques*

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

CEI 60404-1-1, *Matériaux magnétiques – Partie 1-1: Classification - Isolations de surface des tôles, bandes et lamelles magnétiques en acier*

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

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

CEI 60404-11, *Matériaux magnétiques – Partie 11: Méthode d'essai pour la détermination de la résistance d'isolement superficiel des tôles et feuillards magnétiques*

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 définitions des principaux termes relatifs aux caractéristiques magnétiques données dans la CEI 60050-121 et la CEI 60050-221 s'appliquent ainsi que les définitions suivantes:

#### 3.1

##### **rectitude**

distance la plus grande entre une rive longitudinale de la tôle et la droite reliant les deux extrémités de la section de mesure correspondant à cette rive

NOTE Voir la CEI 60404-9.

#### 3.2

##### **planéité (facteur d'ondulation)**

propriété d'une feuille 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

NOTE Voir la CEI 60404-9.

#### 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 Cela constitue une indication de la ductilité du produit.

#### 3.4

##### **tensions internes**

tensions caractérisées par un écart par rapport à la ligne de coupe

### 4 Classification

Les qualités couvertes par la présente norme sont classées d'après la valeur des pertes totales spécifiques maximales en watts par kilogramme et d'après l'épaisseur nominale du produit<sup>1)</sup> (0,23 mm, 0,27 mm, 0,30 mm et 0,35 mm).

### 5 Désignation

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

- 1) la lettre M, pour acier magnétique;
- 2) le centuple de la valeur spécifiée des pertes totales spécifiques maximales à 1,7 T et 50 Hz, exprimées en watts par kilogramme, et correspondant à l'épaisseur nominale du produit;

---

1) Dans le reste du document, le terme "produit" est utilisé avec la signification "bande et tôle".

- 3) le centuple de l'épaisseur nominale du produit, en millimètres;
- 4) la lettre caractéristique
  - S pour les qualités conventionnelles;
  - P pour qualités à haute perméabilité;
- 5) le dixième de la fréquence 50 Hz, soit 5.

EXEMPLE M140-30S5 pour une tôle ou bande magnétique laminée à froid en acier à grains orientés de qualité conventionnelle avec des pertes totales spécifiques maximales à 1,7 T de 1,40 W/kg à 50 Hz et une épaisseur nominale de 0,30 mm, livrée à l'état fini.

NOTE L'Annexe A donne les désignations numériques des aciers utilisées dans la norme européenne correspondante.

## **6 Exigences générales**

### **6.1 Procédé d'élaboration**

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

### **6.2 Mode de livraison**

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

La masse des paquets de feuilles ou des bobines doit faire l'objet d'un accord au moment de la commande.

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

Les feuilles constituant chaque paquet doivent être superposées de telle sorte que les faces latérales des paquets soient substantiellement planes et approximativement perpendiculaires à la face supérieure.

Les bandes doivent être de largeur constante et leur enroulement doit être réalisé de façon que les bords se superposent de manière régulière et que les faces latérales de la bobine soient substantiellement planes.

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

Les bandes peuvent occasionnellement présenter des soudures ou des discontinuités résultant de l'élimination de zones défectueuses, si cela a fait l'objet d'un accord au moment de l'appel d'offres et de la commande. En cas de besoin, un marquage des soudures ou des discontinuités peut faire l'objet d'un accord au moment de l'appel d'offres et de la commande.

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

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 la transformation ultérieure du produit en soit affectée.

### 6.3 Etat de livraison

Les produits laminés à froid en acier à grains orientés sont habituellement livrés avec un revêtement isolant sur les deux faces. Ce revêtement est généralement constitué d'un revêtement EC-5-G et d'un revêtement EC-2 conformément à la CEI 60404-1-1<sup>2)</sup>.

### 6.4 Etat de surface

Les surfaces doivent être lisses et propres, exemptes de graisse et de rouille<sup>3)</sup>. Des défauts dispersés tels que stries, soufflures, criques, etc. sont tolérés s'ils se situent dans les limites de tolérances sur l'épaisseur et s'ils ne sont pas préjudiciables à l'utilisation correcte du produit livré.

Le revêtement d'isolation présent à la surface du produit doit être suffisamment adhérent pour qu'il ne se détache pas lors des opérations de découpage ou de traitement thermique dans les conditions spécifiées par le fournisseur.

NOTE Si le produit est destiné à être immergé dans un fluide, il convient qu'un accord à l'initiative de l'acheteur soit passé afin de s'assurer de la compatibilité entre le fluide et le revêtement.

### 6.5 Aptitude au découpage

Les produits doivent pouvoir être découpés avec précision, en tout point et suivant les formes habituelles lorsque des outils de coupe appropriés sont utilisés.

## 7 Exigences techniques

### 7.1 Caractéristiques magnétiques

#### 7.1.1 Généralités

Les caractéristiques définies en 7.1.2 et 7.1.3 doivent s'appliquer aux produits à l'état de livraison décrit en 6.3 et à l'état vieilli défini en 8.3.1.

Les bandes Epstein doivent faire l'objet d'un traitement thermique de détensionnement après découpe dans les conditions spécifiées par le producteur.

Les éprouvettes pour essai sur tôle unique ne doivent pas être traitées thermiquement.

#### 7.1.2 Polarisation magnétique

Les valeurs minimales spécifiées pour la polarisation magnétique (valeur de crête) pour une intensité de champ magnétique de 800 A/m (valeur de crête) à 50 Hz ou 60 Hz doivent être telles que données aux Tableaux 1 et 2.

---

2) Il existe d'autres types de revêtement qui ne sont utilisés que sur spécification particulière.

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

**Tableau 1 – Caractéristiques technologiques et magnétiques des qualités conventionnelles de produits à grains orientés**

Désignation symbolique de l'acier	Epaisseur nominale  mm	Pertes totales spécifiques maximales à 1,5 T		Pertes totales spécifiques maximales à 1,7 T		Polarisation magnétique minimale pour $H = 800 \text{ A/m}^a$  T	Facteur de foisonnement minimal
		W/kg		W/kg			
		50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz		
M110-23S5	0,23	0,73	0,96	1,10	1,45	1,78	0,945
M120-23S5	0,23	0,77	1,01	1,20	1,57	1,78	0,945
M120-27S5	0,27	0,80	1,07	1,20	1,58	1,78	0,950
M130-27S5	0,27	0,85	1,12	1,30	1,68	1,78	0,950
M130-30S5	0,30	0,85	1,15	1,30	1,71	1,78	0,955
M140-30S5	0,30	0,92	1,21	1,40	1,83	1,78	0,955
M145-35S5	0,35	1,03	1,36	1,45	1,91	1,78	0,960
M155-35S5	0,35	1,07	1,41	1,55	2,04	1,78	0,960

<sup>a</sup> Depuis de nombreuses années, il est de pratique courante de donner des valeurs d'induction magnétique. En fait, le cadre Epstein est utilisé pour déterminer la polarisation magnétique (induction intrinsèque) qui est définie comme

$$J = B - \mu_0 H$$

où

$J$  est la polarisation magnétique;

$B$  est l'induction magnétique;

$\mu_0$  est la constante magnétique:  $4 \pi \times 10^{-7} \text{ H}\cdot\text{m}^{-1}$ ;

$H$  est le champ magnétique.

NOTE La différence entre  $B$  et  $J$  à 800 A/m est égale à 0,001 T.

**Tableau 2 – Caractéristiques technologiques et magnétiques des qualités à haute perméabilité de produits à grains orientés**

Désignation symbolique de l'acier	Épaisseur nominale mm	Pertes totales spécifiques maximales à 1,7 T W/kg		Polarisation magnétique minimale pour $H = 800 \text{ A/m}^a$ T	Facteur de foisonnement minimal
		50 Hz	60 Hz		
		M85-23P5 <sup>b</sup>	0,23		
M90-23P5 <sup>b</sup>	0,23	0,90	1,19	1,85	0,945
M95-23P5	0,23	0,95	1,25	1,85	0,945
M100-23P5	0,23	1,00	1,32	1,85	0,945
M90-27P5 <sup>b</sup>	0,27	0,90	1,19	1,85	0,950
M95-27P5 <sup>b</sup>	0,27	0,95	1,25	1,85	0,950
M100-27P5	0,27	1,00	1,32	1,88	0,950
M110-27P5	0,27	1,10	1,45	1,88	0,950
M105-30P5	0,30	1,05	1,38	1,88	0,955
M110-30P5	0,30	1,10	1,46	1,88	0,955
M120-30P5	0,30	1,20	1,58	1,85	0,955
M115-35P5	0,35	1,15	1,51	1,88	0,960
M125-35P5	0,35	1,25	1,64	1,88	0,960
M135-35P5	0,35	1,35	1,77	1,88	0,960

<sup>a</sup> Depuis de nombreuses années, il est de pratique courante de donner des valeurs d'induction magnétique. En fait, le cadre Epstein est utilisé pour déterminer la polarisation magnétique (induction intrinsèque) qui est définie comme

$$J = B - \mu_0 H$$

où

$J$  est la polarisation magnétique;

$B$  est l'induction magnétique;

$\mu_0$  est la constante magnétique:  $4 \pi \times 10^{-7} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$ ;

$H$  est le champ magnétique.

NOTE La différence entre  $B$  et  $J$  à  $800 \text{ A/m}$  est égale à  $0,001 \text{ T}$ .

<sup>b</sup> Cette qualité peut être livrée à l'état de domaine affiné. Les caractéristiques magnétiques des produits à domaine affiné peuvent être détériorées lorsque le produit est soumis à un traitement thermique.

### 7.1.3 Pertes totales spécifiques

Les valeurs spécifiées des pertes totales spécifiques maximales à 50 Hz ou à 60 Hz doivent être telles que données aux Tableaux 1 et 2.

## 7.2 Caractéristiques géométriques et tolérances

### 7.2.1 Épaisseur

Les épaisseurs nominales des produits sont de 0,23 mm, 0,27 mm, 0,30 mm et 0,35 mm.

Pour les tolérances sur l'épaisseur, on distingue

- la tolérance admissible sur l'épaisseur nominale à l'intérieur de la même unité de réception;

- la différence d'épaisseur dans une feuille ou dans une longueur de bande parallèlement à la direction du laminage;
- la différence d'épaisseur perpendiculairement à la direction du laminage. Cette tolérance s'applique seulement aux produits de largeur supérieure à 150 mm.

En tout point, la tolérance admissible sur l'épaisseur nominale à l'intérieur de la même unité de réception ne doit pas dépasser  $\pm 0,030$  mm, sauf pour l'épaisseur de 0,23 mm pour laquelle cet écart ne doit pas dépasser  $\pm 0,025$  mm. La surépaisseur due aux soudures par rapport à l'épaisseur mesurée de la tôle d'acier ne doit pas dépasser 0,050 mm.

La différence d'épaisseur dans une feuille ou dans une longueur de bande de 2 m parallèlement à la direction du laminage ne doit pas dépasser 0,030 mm.

En outre, pour les produits de largeur supérieure à 150 mm, la différence d'épaisseur perpendiculairement à la direction du laminage ne doit pas dépasser 0,020 mm, les mesures étant faites à au moins 40 mm des rives (voir 8.4.3.1). Pour les feuillards, d'autres accords peuvent être nécessaires.

### 7.2.2 Largeur

Les largeurs nominales disponibles sont inférieures ou égales à 1 000 mm.

Les produits peuvent être livrés soit dans une largeur choisie dans la gamme spécifique du producteur, soit dans la largeur finale d'utilisation.

Pour les tolérances sur la largeur

- dans le cas de produits livrés dans une largeur spécifique du producteur, les tolérances doivent être  $+\frac{2}{0}$  mm;
- dans le cas de produits livrés dans la largeur finale d'utilisation, les tolérances du Tableau 3 doivent être appliquées.

**Tableau 3 – Tolérances sur la largeur nominale**

Largeur nominale <i>l</i> mm	Tolérance mm
$l \leq 150$	0 -0,2
$150 < l \leq 400$	0 -0,3
$400 < l \leq 750$	0 -0,5
$l > 750$	0 -0,6
NOTE Par accord particulier à la commande, les tolérances sur la largeur nominale peuvent être toutes positives.	

### 7.2.3 Longueur

La tolérance de longueur des tôles par rapport à la longueur commandée doit être de  $+\frac{0,5}{0}$  % avec un maximum de 6 mm.

#### **7.2.4 Rectitude**

La vérification de la rectitude ne s'applique pas aux produits de largeur inférieure ou égale à 150 mm. La rectitude ne doit pas dépasser 0,9 mm pour une longueur de mesure de 2 m.

#### **7.2.5 Planéité (facteur d'ondulation)**

La vérification de la planéité ne s'applique pas aux produits de largeur inférieure ou égale à 150 mm. Le facteur d'ondulation (voir 8.4.3.4), exprimé en pourcentage, ne doit pas dépasser 1,5 %.

#### **7.2.6 Courbure résiduelle**

Une exigence concernant la courbure résiduelle peut être spécifiée par accord à la commande de produits de largeur supérieure à 150 mm.

Dans ce cas, l'écart entre le bord inférieur de l'éprouvette et la plaque support ne doit pas dépasser 35 mm pour les feuilles et doit faire l'objet d'un accord pour les bobines.

#### **7.2.7 Hauteur de bavure**

La détermination de la hauteur de bavure s'applique seulement aux produits livrés dans la largeur finale d'utilisation. La hauteur mesurée de la bavure ne doit pas dépasser 0,025 mm.

### **7.3 Caractéristiques technologiques**

#### **7.3.1 Masse volumique**

La masse volumique des produits n'est pas spécifiée.

La valeur conventionnelle de la masse volumique utilisée pour calculer les caractéristiques magnétiques et le facteur de foisonnement doit être de 7,65 kg/dm<sup>3</sup>.

#### **7.3.2 Facteur de foisonnement**

Les valeurs minimales doivent être telles que spécifiées aux Tableaux 1 et 2.

#### **7.3.3 Nombre de pliages**

Le nombre minimal spécifié de pliages est 1. Cette valeur s'applique aux éprouvettes découpées parallèlement à la direction du laminage.

#### **7.3.4 Tensions internes**

Dans toute la mesure possible les produits doivent être exempts de tensions internes.

La vérification des tensions internes n'est pas applicable aux produits de largeur inférieure à 500 mm (cas des produits refendus). L'écart mesuré ne doit pas dépasser 1 mm (voir 8.3.3.3).

#### **7.3.5 Résistance d'isolement superficiel**

Une valeur minimale de la résistance d'isolement mesurée avant ou après l'application éventuelle d'un traitement thermique de détensionnement doit faire l'objet d'un accord entre les parties lors de la commande. Le traitement thermique de détensionnement, s'il est appliqué, doit être exécuté selon les conditions spécifiées par le producteur.

La résistance d'isolement superficiel exprimé en  $\Omega \times \text{mm}^2$  représente la résistance électrique offerte au passage du courant à travers le revêtement.

## 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 matériau livré.

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

Chaque unité de réception doit être constituée par 3,0 t ou la fraction restante de la même qualité et de la même épaisseur nominale. Des unités de réception différentes peuvent être retenues par accord particulier.

Pour les bobines de plus de 3,0 t, chaque bobine doit constituer une unité de réception.

Sauf convention particulière, les mêmes règles s'appliquent au contrôle des tensions internes, de l'aptitude au découpage, de la résistance d'isolement superficiel et des tolérances de forme et de dimensions.

Lorsque les produits sont livrés sous forme de bobines refendues, les résultats d'essai s'appliquant à l'unité de réception mère doivent s'appliquer.

### 8.2 Prélèvement des échantillons

Des échantillons doivent être prélevés dans chaque unité de réception.

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

Dans le cas des feuilles, 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 au cadre Epstein de 25 cm, l'éprouvette doit être constituée par un minimum de 24 bandes 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.

Dans toute la mesure du possible, le prélèvement des bandes d'essai doit être effectué selon une répartition égale sur la largeur de la tôle. Les bandes d'essai doivent être soigneusement découpées sans déformation. La découpe ou le poinçonnage ne doivent être effectués qu'avec des outils bien affûtés.

Avant les mesures, les bandes doivent être soumises à un traitement thermique de détensionnement conformément aux indications du producteur.

Dans le cas où la mesure de la polarisation magnétique et des pertes totales spécifiques doit être réalisée au moyen de l'essai sur tôle unique spécifié dans la CEI 60404-3 (voir 8.4.2), l'éprouvette pour le dispositif d'essai sur tôle unique doit être constituée d'une tôle ayant les dimensions suivantes:

- longueur 500 mm à 530 mm;

NOTE La valeur de 500 mm est recommandée.

- largeur 500 mm  ${}_{-5}^0$  mm.

La totalité des bandes doit être découpée parallèlement à la direction du laminage. La tolérance admise pour l'angle entre la direction du laminage et la direction du découpage est de  $\pm 1^\circ$ .

Dans le cas de mesure des pertes totales spécifiques sur éprouvettes vieilles, celles-ci doivent être vieilles en ayant été maintenues à  $225^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$  pendant une durée de 24 h et doivent être refroidies à la température ambiante.

### 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 feuille ou une longueur de bande de 2 m.

Pour la mesure de la courbure résiduelle, l'éprouvette doit être constituée par un prélèvement de  $(500 {}_{0}^{+2,5})$  mm de long et dont la largeur est égale à la largeur de livraison de la tôle ou de la bande.

### 8.3.3 Caractéristiques technologiques

#### 8.3.3.1 Facteur de foisonnement

L'éprouvette doit être constituée d'au moins 24 bandes de même taille; en cas de litige, l'essai doit être effectué avec 100 bandes. Elles doivent avoir une largeur d'au moins 20 mm et une aire d'au moins 5 000 mm<sup>2</sup>, leurs largeurs étant égales avec une tolérance de  $\pm 0,1$  mm ainsi que leurs longueurs. Les bandes d'essai doivent être soigneusement ébavurées avant l'essai.

#### 8.3.3.2 Nombre de pliages

Cinq éprouvettes d'au moins 20 mm de large doivent être prélevées en dehors des zones de soudage, parallèlement à la direction du laminage, en vue d'effectuer le pliage perpendiculairement à la direction du laminage. La rive du produit ne doit pas constituer un côté de l'éprouvette.

Les éprouvettes doivent être soigneusement découpées sans déformation.

#### 8.3.3.3 Tensions internes

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

#### 8.3.3.4 Résistance d'isolement superficiel

Pour les tôles ou bandes de largeur supérieure ou égale à 600 mm, quatre bandes doivent être prélevées sur toute la largeur du produit. La largeur de chaque bande est fonction de la méthode à utiliser, par exemple 50 mm pour la méthode d'essai conforme à la CEI 60404-11.

Pour les tôles ou bandes de largeur inférieure à 600 mm, les prélèvements pour le contrôle de la résistance d'isolement doivent faire l'objet d'un accord lors de la commande.

Avant les mesures, selon l'accord (voir 7.3.5), les éprouvettes peuvent nécessiter un traitement thermique conformément aux indications du producteur.

## **8.4 Méthodes d'essais**

### **8.4.1 Généralités**

Pour chaque caractéristique garantie, un essai doit être effectué par unité de réception. Sauf spécification contraire, les essais doivent être effectués à une température de  $(23 \pm 5)$  °C.

### **8.4.2 Caractéristiques magnétiques**

L'essai doit être effectué à l'aide d'un cadre Epstein de 25 cm conformément à la CEI 60404-2.

NOTE A titre d'alternative à la méthode Epstein, l'essai sur tôle unique (SST) 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 avec l'essai sur tôle unique peuvent également faire l'objet d'un accord. Les relations entre les résultats SST et les résultats de l'essai Epstein qui sont données dans l'Annexe C de la CEI 60404-3 peuvent être utilisées à titre de guide.

Dans le cas de certaines qualités de matériau à domaine affiné (voir Tableau 2, note b) de bas de tableau)), l'essai doit être réalisé au moyen de la méthode sur tôle unique de la CEI 60404-3, conformément aux instructions du producteur. L'éprouvette d'essai sur tôle unique n'est pas traitée thermiquement.

### **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 40 mm des rives. Pour les produits de largeur inférieure à 80 mm, la mesure de l'épaisseur doit être effectuée dans l'axe longitudinal de la tôle ou de la bande. Cette mesure doit être effectuée en utilisant un palmer ayant une exactitude de 0,001 mm.

#### **8.4.3.2 Largeur**

La largeur doit être mesurée perpendiculairement à l'axe longitudinal de la tôle ou de la bande.

#### **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.

#### **8.4.3.6 Hauteur de bavure**

La hauteur de bavure 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 le mode de pliage défini par l'ISO 7799. Le rayon de pliage choisi 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.

##### **8.4.4.4 Résistance d'isolement superficiel**

L'essai peut être effectué à l'aide de différentes méthodes parmi lesquelles la méthode conforme à la CEI 60404-11 sur les deux faces du produit.

#### **8.5 Essais complémentaires**

Lorsqu'un essai ne donne pas le résultat spécifié, cet essai doit être répété sur un nombre doublé d'éprouvettes provenant d'autres feuilles de l'unité de réception ou d'autres longueurs de bandes prélevées dans les 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 des unités de réception qui n'avaient pas été trouvées 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 au moment de la commande.

### **10 Réclamations**

Les défauts internes ou externes ne doivent justifier une réclamation que s'ils sont clairement préjudiciables au mode de transformation ou à l'emploi judicieux du produit.

L'acheteur doit donner la possibilité au producteur de se convaincre du bien-fondé de la réclamation en lui présentant le matériau objet du litige et des preuves de la réclamation.

Dans tous les cas, les termes et modalités des réclamations doivent être en conformité avec l'ISO 404.

## 11 Informations à fournir par l'acheteur

Pour que le produit réponde de manière adéquate aux exigences de la présente norme, l'acheteur doit fournir les informations suivantes dans son appel d'offre et sa commande:

- a) quantité;
- b) type de produit (feuille ou bande);
- c) numéro de la présente norme (CEI 60404-8-7);
- d) désignation symbolique ou numérique de l'acier (voir Article 5);
- e) les dimensions requises des feuilles ou bandes (y compris toute limitation sur le diamètre extérieur de la bobine) (voir 6.2 et 7.2.2);
- f) toute limitation de masse d'un paquet de feuilles ou d'une bobine (voir 6.2);
- g) toute exigence particulière relative à la courbure résiduelle (voir 7.2.6);
- h) toute exigence particulière relative à la résistance d'isolement superficiel (voir 7.3.5);
- i) toute exigence particulière relative à la mesure de l'épaisseur et aux tolérances dans la largeur pour les feuillards (voir 7.2.1 et 8.4.3.1);
- j) la procédure de contrôle requise y compris la nature des documents correspondants (voir 8.1);
- k) toute exigence particulière relative à l'essai sur tôle unique (voir 8.4.2).

## Annexe A (informative)

### Désignation européenne des aciers

Pour les désignations symboliques d'acier spécifiées dans la présente norme, le Tableau A.1 donne les désignations numériques d'acier correspondantes telles qu'attribuées par la Norme européenne applicable.

**Tableau A.1 – Désignation européenne des aciers**

Désignation symbolique d'acier dans la présente norme	Désignation numérique d'acier dans la Norme européenne applicable
M110-23S5	1.0863
M120-23S5	1.0864
M120-27S5	1.0868
M130-27S5	1.0866
M130-30S5	1.0859
M140-30S5	1.0862
M145-35S5	–
M155-35S5	–
M85-23P5	1.0822
M90-23P5	1.0835
M95-23P5	1.0836
M100-23P5	1.0879
M90-27P5	1.0838
M95-27P5	1.0839
M100-27P5	–
M110-27P5	–
M105-30P5	1.0886
M110-30P5	(1.0881) <sup>a</sup>
M120-30P5	–
M115-35P5	–
M125-35P5	1.0854
M135-35P5	–

<sup>a</sup> La qualité M110-30P5 est similaire mais pas complètement équivalente à la qualité correspondante (de désignation symbolique M111-30P) de la norme européenne applicable.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE  
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE  
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)