



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Magnetic materials –

Part 9: Methods of determination of the geometrical characteristics of electrical steel strip and sheet

Matériaux magnétiques –

Partie 9: Méthodes de détermination des caractéristiques géométriques des bandes et tôles magnétiques en acier

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.030; 77.140.50

ISBN 978-2-8322-6296-2

**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.....	3
1 Scope.....	5
2 Normative references	5
3 Terms and definitions	5
4 Measurement and test methods	6
4.1 Edge wave (wave factor).....	6
4.1.1 Test specimen	6
4.1.2 Measuring procedure	6
4.2 Residual curvature.....	7
4.2.1 General	7
4.2.2 Horizontal method	8
4.2.3 Vertical method	8
4.3 Edge camber	9
4.3.1 Test specimen	9
4.3.2 Measuring procedure	9
4.4 Deviation from the shearing line (internal stress)	10
4.4.1 Test specimen	10
4.4.2 Measuring procedure	10
4.5 Burr height.....	11
4.5.1 Test specimen	11
4.5.2 Measuring procedure	11
5 Test report.....	14
Annex A (informative) Examples of the clamping system.....	15
Bibliography.....	17
Figure 1 – Example of test specimen with edge waves placed on a surface plate.....	7
Figure 2 – Verification of the wave factor (w)	7
Figure 3 – Verification of the residual curvature (horizontal method)	8
Figure 4 – Verification of the residual curvature (vertical method)	9
Figure 5 – Verification of the edge camber.....	10
Figure 6 – Verification of the deviation from the shearing line (internal stress).....	11
Figure 7 – Example of the burr height (h_b).....	12
Figure 8 – Apparatus for measuring burr height using a linear measuring device	13
Figure 9 – Position of the moving anvil	13
Figure A.1 – An example of the clamping system (type A).....	15
Figure A.2 – An example of the clamping system (type B).....	16

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MAGNETIC MATERIALS –

Part 9: Methods of determination of the geometrical characteristics of electrical steel strip and sheet

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 60404-9 has been prepared by IEC technical committee 68: Magnetic alloys and steels.

This second edition cancels and replaces the first published in 1987. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) revision of terms and definitions;
- b) specification of the length of test specimens for the determinations of edge wave (wave factor) and edge camber;
- c) addition of the horizontal method for the determination of residual curvature, and a note that informs about a safety concern of the vertical method;
- d) clarification that the burr height was characterized by the maximum value;

- e) addition of the measuring procedure using a hand-held micrometer to determine the burr height.

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

CDV	Report on voting
68/597/CDV	68/607/RVC

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

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

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

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

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

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

MAGNETIC MATERIALS –

Part 9: Methods of determination of the geometrical characteristics of electrical steel strip and sheet

1 Scope

This part of IEC 60404 specifies the measurement and test methods for the determination of the following geometrical characteristics of electrical steel strip and sheet:

- edge wave (wave factor);
- residual curvature;
- edge camber;
- deviation from the shearing line (internal stress);
- burr height.

This document applies to electrical steel strip and sheet intended for the construction of magnetic circuits and corresponding to Classes B2, C21, C22 and C23 of IEC 60404-1.

2 Normative references

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

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

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

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	19
1 Domaine d'application	21
2 Références normatives	21
3 Termes et définitions	21
4 Méthodes de mesure et d'essai	22
4.1 Onde de surface (facteur d'ondulation)	22
4.1.1 Epreuve d'essai	22
4.1.2 Procédure de mesure	22
4.2 Courbure résiduelle	23
4.2.1 Généralités	23
4.2.2 Méthode horizontale	24
4.2.3 Méthode verticale	24
4.3 Rectitude	25
4.3.1 Epreuve d'essai	25
4.3.2 Procédure de mesure	25
4.4 Ecart par rapport à la ligne de cisailage (contrainte interne).....	26
4.4.1 Epreuve d'essai	26
4.4.2 Procédure de mesure	26
4.5 Hauteur de bavure	27
4.5.1 Epreuve d'essai	27
4.5.2 Procédure de mesure	27
5 Rapport d'essai	29
Annexe A (informative) Exemples de systèmes de fixation.....	31
Bibliographie.....	33
Figure 1 – Exemple d'épreuve d'essai avec ondes de surface placée sur une plaque de surface.....	23
Figure 2 – Vérification du facteur d'ondulation (w).....	23
Figure 3 – Vérification de la courbure résiduelle (méthode horizontale)	24
Figure 4 – Vérification de la courbure résiduelle (méthode verticale)	25
Figure 5 – Vérification de la rectitude.....	26
Figure 6 – Vérification de l'écart par rapport à la ligne de cisailage (contrainte interne)	27
Figure 7 – Exemple de hauteur de bavure (h_b).....	28
Figure 8 – Appareillage pour la mesure de la hauteur de bavure à l'aide d'un dispositif de mesure linéaire	29
Figure 9 – Position de l'enclume mobile	29
Figure A.1 – Exemple de système de fixation (type A)	31
Figure A.2 – Exemple de système de fixation (type B)	32

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –

Partie 9: Méthodes de détermination des caractéristiques géométriques des bandes et tôles magnétiques en acier

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 60404-9 a été établie par le comité d'études 68 de l'IEC: Matériaux magnétiques tels qu'alliages et aciers.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1987. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) révision des termes et définitions;
- b) spécification de la longueur des éprouvettes d'essai pour la détermination de l'onde de surface (facteur d'ondulation) et de la rectitude;

- c) ajout de la méthode horizontale pour la détermination de la courbure résiduelle et une note informative sur une question de sécurité concernant la méthode verticale;
- d) clarification sur le fait que la hauteur de bavure a été caractérisée par la valeur maximale;
- e) ajout de la procédure de mesure à l'aide d'un micromètre manuel pour déterminer la hauteur de bavure.

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

CDV	Rapport de vote
68/597/CDV	68/607/RVC

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

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

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

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

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

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –

Partie 9: Méthodes de détermination des caractéristiques géométriques des bandes et tôles magnétiques en acier

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60404 spécifie les méthodes de mesure et d'essai pour la détermination des caractéristiques géométriques suivantes des bandes et tôles magnétiques en acier:

- onde de surface (facteur d'ondulation);
- courbure résiduelle;
- rectitude;
- écart par rapport à la ligne de cisailage (contrainte interne);
- hauteur de bavure.

Le présent document s'applique aux bandes et tôles magnétiques en acier destinées à la construction de circuits magnétiques et correspondant aux Classes B2, C21, C22 et C23 de l'IEC 60404-1.

2 Références normatives

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

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

IEC 60050-221, *Vocabulaire électrotechnique international – Chapitre 221: Matériaux et composants magnétiques*

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