



IEC 60404-8-1

Edition 2.1 2004-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Magnetic materials –
Part 8-1: Specifications for individual materials – Magnetically hard materials**

**Matériaux magnétiques –
Partie 8-1: Spécifications pour matériaux particuliers – Matériaux
magnétiquement durs**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE **CG**
CODE PRIX

ICS 17.220.20; 29.030

ISBN 2-8318-7545-5

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
1 Domaine d'application.....	10
2 Références normatives	10
3 Types de matériaux et leurs applications.....	10
4 Classification	12
4.1 Principales propriétés magnétiques.....	12
4.2 Autres propriétés magnétiques	14
5 Composition chimique.....	14
6 Masses volumiques	14
7 Désignation	14
8 Etat de livraison et dimensions.....	16
9 Essais	16
9.1 Etendue des essais	16
9.2 Méthodes d'essai.....	16
10 Motifs de refus.....	16
11 Description des tableaux des propriétés normales.....	16
11.1 Alliages magnétiquement durs	16
11.1.1 Alliages aluminium-nickel-cobalt-fer-titane (AlNiCo)	16
11.1.2 Alliages cobalt-fer-chrome (CrFeCo)	18
11.1.3 Alliages fer-cobalt-vanadium-chrome (FeCoVCr).....	20
11.1.4 Alliages terres rares-cobalt (RECo)	22
11.1.5 Alliages néodyme-fer-bore (REFeB)	24
11.2 Céramiques magnétiquement dures (ferrites magnétiquement dures).....	24
11.2.1 Composition chimique.....	24
11.2.2 Méthode de fabrication.....	26
11.2.3 Sous-classification	26
11.2.4 Propriétés magnétiques et masses volumiques	26
11.2.5 Tolérances sur les dimensions	26
11.3 Aimants liés.....	26
11.3.1 Composition chimique.....	26
11.3.2 Fabrication	26
11.3.3 Sous-classification	28
11.3.4 Propriétés magnétiques et masses volumiques	30
11.3.5 Tolérances sur les dimensions	30
12 Phénomène de désaimantation irréversible	30
13 Tableaux 8 à 21	32
Annexe A (informative) Données physiques et valeurs mécaniques de référence des aimants AlNiCo, CrFeCo, FeCoVCr, SmCo, NdFeB et ferrites durs	62
Figure 1 – Courbes de désaimantation et de recul $B-H$ et $J-H$ (schématiques).....	32

CONTENTS

FOREWORD.....	7
1 Scope.....	11
2 Normative references.....	11
3 Types of materials and their applications.....	11
4 Classification.....	13
4.1 Principal magnetic properties.....	13
4.2 Additional magnetic properties.....	15
5 Chemical composition.....	15
6 Densities.....	15
7 Designation.....	15
8 Mode of shipment and dimensions.....	17
9 Testing.....	17
9.1 Extent of testing.....	17
9.2 Testing methods.....	17
10 Grounds for rejection.....	17
11 Description of tables of standard properties.....	17
11.1 Magnetically hard alloys.....	17
11.1.1 Aluminium-nickel-cobalt-iron-titanium alloys (AlNiCo).....	17
11.1.2 Chromium-iron-cobalt alloys (CrFeCo).....	19
11.1.3 Iron-cobalt-vanadium-chromium alloys (FeCoVCr).....	21
11.1.4 Rare earth-cobalt alloys (RECo).....	23
11.1.5 Neodymium-iron-boron alloys (REFeB).....	25
11.2 Magnetically hard ceramics (magnetically hard ferrites).....	25
11.2.1 Chemical composition.....	25
11.2.2 Manufacturing method.....	27
11.2.3 Sub-classification.....	27
11.2.4 Magnetic properties and densities.....	27
11.2.5 Dimensional tolerances.....	27
11.3 Bonded magnets.....	27
11.3.1 Chemical composition.....	27
11.3.2 Manufacturing.....	27
11.3.3 Sub-classification.....	29
11.3.4 Magnetic properties and densities.....	31
11.3.5 Dimensional tolerances.....	31
12 Irreversible demagnetization behaviour.....	31
13 Tables 8 to 21.....	33
Annex A (informative) Physical data and mechanical reference values of AlNiCo, CrFeCo, FeCoVCr, SmCo, NdFeB and hard ferrite magnets.....	63
Figure 1 – <i>B-H</i> and <i>J-H</i> demagnetization and recoil curves (schematic).....	33

Tableau 1 – Propriétés magnétiques – Symboles et unités.....	12
Tableau 2 – Propriétés magnétiques additionnelles – Symboles et unités.....	14
Tableau 3 – Compositions chimiques des alliages AlNiCo (wt %).....	18
Tableau 4 – Compositions chimiques des alliages CrFeCo (wt %).....	18
Tableau 5 – Compositions chimiques des alliages FeCoVCr (wt %).....	20
Tableau 6 – Compositions chimiques des alliages RECo (wt %).....	22
Tableau 7 – Compositions chimiques des alliages REFeB (wt %).....	24
Tableau 8 – Classification des matériaux magnétiques durs	34
Tableau 9 – Propriétés magnétiques, températures de Curie, température d'utilisation et masses volumiques des aimants AlNiCo.....	36
Tableau 10 – Propriétés magnétiques, températures de Curie, température d'utilisation et masses volumiques des aimants CrFeCo et FeCoVCr	38
Tableau 11 – Propriétés magnétiques et masses volumiques des aimants RECo	40
Tableau 12 – Propriétés magnétiques et masses volumiques des aimants REFeB	42
Tableau 13 – Propriétés magnétiques et masses volumiques des ferrites durs.....	44
Tableau 14 – Propriétés magnétiques, températures de Curie, température d'utilisation et masses volumiques des alliages AlNiCo isotropes à liant organique.....	46
Tableau 15 – Propriétés magnétiques, températures de Curie, température d'utilisation et masses volumiques des alliages RECo à liant organique	48
Tableau 16 – Propriétés magnétiques et masses volumiques des alliages isotropes REFeB avec liant organique	50
Tableau 17 – Propriétés magnétiques, températures de Curie, température d'utilisation et masses volumiques des ferrites durs isotropes et anisotropes à liant organique.....	52
Tableau 18 – Tolérances sur les dimensions des aimants en alliages AlNiCo moulés ou frittés (valeurs en millimètres).....	54
Tableau 19 – Tolérances d'épaisseur et de largeur de feuillards laminés à froid, pour des alliages FeCoVCr et CrFeCo avec une épaisseur maximale de 6 mm et une largeur maximale de 125 mm (valeurs en millimètres).....	56
Tableau 20 – Tolérances sur le diamètre des fils et des barres étirés à froid pour des alliages FeCoVCr et CrFeCo (valeurs en millimètres).....	58
Tableau 21 – Tolérances sur les dimensions des aimants en ferrites durs (valeurs en millimètres).....	60
Tableau A.1 – Données physiques et valeurs mécaniques de référence des aimants AlNiCo, CrFeCo, FeCoVCr, SmCo, NdFeB et ferrites dur	64

Table 1 – Magnetic properties – Symbols and units	13
Table 2 – Additional magnetic properties – Symbols and units	15
Table 3 – Chemical compositions of AlNiCo alloys (wt %).....	19
Table 4 – Chemical compositions of CrFeCo alloys (wt %).....	19
Table 5 – Chemical compositions of FeCoVCr alloys (wt %).....	21
Table 6 – Chemical compositions of RECo alloys (wt %).....	23
Table 7 – Chemical compositions of REFeB alloys (wt %).....	25
Table 8 – Classification of magnetically hard materials	35
Table 9 – Magnetic properties, Curie temperatures, operational temperature and densities of AlNiCo magnets	37
Table 10 – Magnetic properties, Curie temperatures, operational temperature and densities of CrFeCo and FeCoVCr magnets	39
Table 11 – Magnetic properties and densities of RECo magnets	41
Table 12 – Magnetic properties and densities of REFeB magnets	43
Table 13 – Magnetic properties and densities of hard ferrites.....	45
Table 14 – Magnetic properties, Curie temperatures, operational temperature and densities of isotropic AlNiCo alloys with organic binder	47
Table 15 – Magnetic properties, Curie temperatures, operational temperature and densities of RECo alloys with organic binder	49
Table 16 – Magnetic properties and densities of isotropic REFeB alloys with organic binder	51
Table 17 – Magnetic properties, Curie temperatures, operational temperature and densities of isotropic and anisotropic hard ferrites with organic binder	53
Table 18 – Dimensional tolerances (as cast or as sintered) of magnets made from AlNiCo alloys (values in millimetres).....	55
Table 19 – Dimensional tolerances of cold rolled strips of FeCoVCr and CrFeCo alloys with a maximum thickness of 6 mm and a maximum width of 125 mm (values in millimetres)	57
Table 20 – Dimensional tolerances of the diameter of cold drawn wires and bars of FeCoVCr and CrFeCo alloys (values in millimetres).....	59
Table 21 – Dimensional tolerances on magnets made from hard ferrites (values in millimetres)	61
Table A.1 – Physical data and mechanical reference values of AlNiCo, CrFeCo, FeCoVCr, SmCo, NdFeB and hard ferrite magnets	65

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –

Partie 8-1: Spécifications pour matériaux particuliers – Matériaux magnétiquement durs

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 CEI 60404-8-1 a été établie par le comité d'études 68 de la CEI: Matériaux magnétiques tels qu'alliages et aciers.

La présente version consolidée de la CEI 60404-8-1 comprend la deuxième édition (2001) [documents 68/230/FDIS et 68/232/RVD] et son amendement 1 (2004) [documents 68/294/FDIS et 68/298/RVD].

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à son amendement; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

Elle porte le numéro d'édition 2.1.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1.

L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MAGNETIC MATERIALS –**Part 8-1: Specifications for individual materials –
Magnetically hard materials**

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 60404-8-1 has been prepared by IEC technical committee 68: Magnetic alloys and steels.

This consolidated version of IEC 60404-8-1 consists of the second edition (2001) [documents 68/230/FDIS and 68/232/RVD] and its amendment 1 (2004) [documents 68/294/FDIS and 68/298/RVD].

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendment and has been prepared for user convenience.

It bears the edition number 2.1.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1.

Annex A is for information only.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements 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.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments 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.

MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –

Partie 8-1: Spécifications pour matériaux particuliers – Matériaux magnétiquement durs

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60404 spécifie les valeurs minimales des propriétés magnétiques principales et les tolérances dimensionnelles des matériaux magnétiques durs (aimants permanents).

La présente norme donne uniquement à titre indicatif des valeurs de masse volumique des matériaux et les domaines de leur composition chimique.

NOTE Dans un but d'information et de comparaison, quelques données physiques et mécaniques typiques des matériaux magnétiques sont aussi données au tableau A.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 60050-121:1998, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 121: Electromagnétisme*

CEI 60050(221):1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 221: Matériaux et composants magnétiques*

CEI 60404-1:2000, *Matériaux magnétiques – Partie 1: Classification*

CEI 60404-5:1993, *Matériaux magnétiques – Partie 5: Aimants permanents (magnétiques durs) – Méthodes de mesure des propriétés magnétiques*

CEI 60404-7:1982, *Matériaux magnétiques – Septième partie: Méthode de mesure du champ coercitif des matériaux magnétiques en circuit magnétique ouvert*

MAGNETIC MATERIALS –

Part 8-1: Specifications for individual materials – Magnetically hard materials

1 Scope

This part of IEC 60404 specifies minimum values for the principal magnetic properties of, and dimensional tolerances for, technically important magnetically hard materials (permanent magnets).

For information purposes only, the standard provides values for the densities of the materials and the ranges of their chemical compositions.

NOTE Some additional physical and mechanical reference data concerning the magnetic materials is given in table A.1 for information and comparison purposes.

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 60050-121:1998, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 121: Electromagnetism*

IEC 60050(221):1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 221: Magnetic materials and components*

IEC 60404-1:2000, *Magnetic materials – Part 1: Classification*

IEC 60404-5:1993, *Magnetic materials – Part 5: Permanent magnet (magnetically hard) materials – Methods of measurement of magnetic properties*

IEC 60404-7:1982, *Magnetic materials – Part 7: Method of measurement of the coercivity of magnetic materials in an open magnetic circuit*